



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022”

**AUTOR:**

Amat Ttito, Elias Fortunato ([orcid.org/0000-0002-8705-9798](https://orcid.org/0000-0002-8705-9798))

**ASESOR:**

Mg. Muñoz Paucarmayta, Marco Herber ([orcid.org/0000-0002-6818-6097](https://orcid.org/0000-0002-6818-6097))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

A Dios, por brindarme la oportunidad para lograr esta mi anhelada meta.

Gracias a mi esposa Sonia por todo el apoyo en todo momento y a mis hijos que son mi mayor motivación e inspiración, mis hijos Ednilson, Hanna y Dylan, En agradecimiento a los sacrificios y esfuerzos que hicieron por mi carrera educativa, se mereces esto y más.

## **Agradecimiento**

Principalmente quiero agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por permitir aceptarnos como nuestra alma mater.

Mi más sincero agradecimiento al Mg. Ing. Marco Herber Muñiz Paucarmayita; Mi asesor técnico que me guio a través de esta investigación y nos ayudó a superar los obstáculos en el proceso de desarrollo. Un agradecimiento especial a nuestros seres queridos por su comprensión y ánimo.

A todos muchas gracias.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	25
3.2. Variables y operacionalización .....	26
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	27
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	29
3.5. Procedimientos .....	31
3.6. Método de análisis de datos .....	33
IV. RESULTADOS .....	51
V. DISCUSIÓN .....	63
VI. CONCLUSIONES .....	67
VII. RECOMENDACIONES .....	67
REFERENCIAS .....	69
ANEXOS .....	75

## Índice de tablas

Tabla N° 1: Propiedades y análisis químicos de las cenizas volantes.....	15
Tabla N° 2: Ensayo de resistencia – Tiempo para realizar .....	19
Tabla N° 3: Dosificaciones.....	28
Tabla N° 4: Muestra de Investigación.....	29
Tabla N° 5: Tabla de juicio de expertos.....	30
Tabla N° 6: Tabla de escala de confiabilidad.....	31
Tabla N° 7: Muestras y muestreos del concreto.....	35
Tabla N° 8: Análisis químico – ceniza de Chala de Maíz.....	36
Tabla N° 9: Diseño de mezclas Patrón (p).....	37
Tabla N° 10: Diseño P + 3%Cal + 5% C.C.M.....	38
Tabla N° 11: Diseño P + 3%Cal + 10% C.C.M.....	38
Tabla N° 12: Diseño P + 3%Cal + 12.5% C.C.M.....	38
Tabla N° 13: Diseño P + 4%Cal + 5% C.C.M.....	39
Tabla N° 14: Diseño P + 4%Cal + 10% C.C.M.....	39
Tabla N° 15: Diseño P + 4%Cal + 12.5% C.C.M.....	39
Tabla N° 16: Diseño P + 5%Cal + 5% C.C.M.....	40
Tabla N° 17: Diseño P + 5%Cal + 10% C.C.M.....	40
Tabla N° 18: Diseño P + 5%Cal + 12.5% C.C.M.....	40
Tabla N° 19: Cantidad de adiciones en relación al peso del cemento.....	41
Tabla N° 20: Resultados de trabajabilidad.....	41
Tabla N° 21: Resultados de contenido de aire.....	42
Tabla N° 22: $f_c$ – 07 días briquetas.....	43
Tabla N° 23: $f_c$ – 14 días briquetas.....	44
Tabla N° 24: $f_c$ – 28 días briquetas.....	45
Tabla N° 25: Resultados de la resistencia a la compresión.....	46
Tabla N° 26: $f_c$ – 07 días viguetas.....	47
Tabla N° 27: $f_c$ –14 días viguetas.....	48
Tabla N° 28: $f_c$ –28 días viguetas.....	49
Tabla N° 29: Ensayo de flexión a los 28 días.....	50
Tabla N° 30: Resultados obtenidos de los concretos modificados.....	50
Tabla N° 31: Resultados de medición de la trabajabilidad Slump.....	53
Tabla N° 32: Análisis factorial para trabajabilidad.....	53
Tabla N° 33: Promedios de la trabajabilidad Slump.....	54
Tabla N° 34: Resultados del contenido de aire.....	55
Tabla N° 35: Análisis factorial para contenido de aire.....	55
Tabla N° 36: Promedios del contenido de aire.....	56
Tabla N° 37: Resultados de la resistencia a compresión.....	57
Tabla N° 38: Análisis factorial para compresión día 7.....	57
Tabla N° 39: Análisis factorial para compresión día 14.....	58
Tabla N° 40: Análisis factorial para compresión día 28.....	58
Tabla N° 41: Promedios del nivel de compresión tolerado por días.....	59
Tabla N° 42: Resultados de la resistencia a la flexión.....	60
Tabla N° 43: Análisis factorial para flexión día 7.....	61
Tabla N° 44: Análisis factorial para flexión día 14.....	61
Tabla N° 45: Análisis factorial para flexión día 28.....	61
Tabla N° 46: Promedios del nivel de flexión tolerado por días.....	62

## Índice de gráficos y figuras

<b>Figura 1.</b> vista del crecimiento del maíz .....	4
<b>Figura 2.</b> vista de la chala de maíz .....	4
<b>Figura 3.</b> Ensayos de resistencia a la compresión promedio de laboratorio .....	17
<b>Figura 4.</b> Tipos de fractura o falla al realizar el ensayo a la compresión .....	18
<b>Figura 5.</b> Probeta - Recomendaciones para identificar .....	18
<b>Figura 6.</b> Dimensiones de una probeta .....	18
<b>Figura 7.</b> Esfuerzos sometidos a la probeta en el ensayo de tracción .....	19
<b>Figura 8.</b> Esfuerzos aplicados en el ensayo de resistencia a flexión .....	20
<b>Figura 9.</b> Muestras elaboradas .....	29
<b>Figura 10.</b> Cuadro de procedimiento .....	31
<b>Figura 11.</b> Recolección de materia prima .....	32
<b>Figura 12.</b> Incineración de materia prima .....	32
<b>Figura 13.</b> Tamizado de la ceniza .....	33
<b>Figura 14:</b> Chala de Maíz .....	36
<b>Figura 15:</b> Ceniza de Chala de Maíz.....	36
<b>Figura 16.</b> Perú - Mapa.....	51
<b>Figura 17.</b> Cusco – Mapa de la Región .....	51
<b>Figura 18.</b> Mapa del Distrital de Urubamba .....	52
<b>Figura 19.</b> Relación de trabajabilidad según la de dosificación .....	54
<b>Figura 20.</b> Relación de contenido de aire según la dosificación .....	56
<b>Figura 21.</b> Relación de compresión y de dosificación de cal y ceniza .....	59
<b>Figura 22:</b> Relación de flexión y dosificaciones de cal y ceniza .....	62

## Resumen

El presente proyecto de investigación se tiene como objetivo general “Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos cusco 2022”, en el proceso de obtención de materiales, se vio con limitaciones, el quemado de la materia prima de la chala de maíz para su uso como ceniza en la presente tesis, es por ello que se estableció los ensayos de trabajabilidad, contenido de aire, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión, para ser realizados en laboratorio. Asimismo, se formuló la siguiente metodología, el diseño fue experimental de carácter cuasiexperimental, tipo de investigación de nivel explicativo, similar enfoque cuantitativo. Determinándose los resultados en base al concreto patrón, desarrollándose para trabajabilidad 3.0 pulg +- 0.45 pulg, para contenido de aire 1.5 % +- 0.43 %, para resistencia a la compresión 244.1 kg/cm<sup>2</sup> +- 7.45 kg/cm<sup>2</sup> y para flexión 33.54 kg/cm<sup>2</sup> +- 1.036 kg/cm<sup>2</sup>, estos datos corresponden a la D - 8. Con una combinación de 5% de cal y 10% de ceniza de chala de maíz Concluyéndose que la incorporación con ceniza de chala de maíz y en proporciones 5%, 10% y 12.5%, y cal al 3%, 4% y 5%, es idóneo para los concretos  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> porque consiguen resultados favorables.

**Palabras clave:** Propiedades físicas, propiedades mecánicas, resistencia a la compresión axial, resistencia a la flexión y dosificación.

## Abstract

The general objective of this research project was "Determine the physical-mechanical properties of concrete with the addition of lime and corn husk ash in rigid pavements Cusco 2022", in the process of obtaining materials, it was seen with limitations, the burning of the raw material of the corn husk for its use as ash in this thesis, which is why the workability, air content, compressive strength and flexural strength tests were established to be carried out in the laboratory. Likewise, the following methodology was formulated, the design was experimental of a quasi-experimental nature, type of investigation of explanatory level, similar quantitative approach. The results were determined based on the standard concrete, developing for workability 3.0 in.  $\pm$  0.45 in., for air content 1.5%  $\pm$  0.43%, for compressive strength 244.1 kg/cm<sup>2</sup>  $\pm$  7.45 kg/cm<sup>2</sup> and for bending 33.54 kg /cm<sup>2</sup>  $\pm$  1,036 kg/cm<sup>2</sup>, these data correspond to D - 8. With a combination of 5% lime and 10% corn husk ash Concluding that the incorporation with corn husk ash and in proportions 5%, 10% and 12.5%, and lime at 3%, 4% and 5%, is suitable for concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> because they achieve favorable results.

**Keywords:** Physical properties, mechanical properties, axial compression strength, flexion strength and dosage.



## I. INTRODUCCIÓN

En el **contexto internacional**, el recurso más importante en construcción de diferentes tipos de obras de infraestructura es el hormigón, ello motiva a buscar diferentes maneras para reforzarlo y mejorar la reacción ante esfuerzos, sabemos que el concreto en sí responde bien a las fuerzas de compresión, pero si se le somete a otras fuerzas como contracción y flexión, veremos todo tipo de problemas, con el tiempo en el mundo de la construcción, muchos subtipos, se le han agregado varios aditivos a los tradicionales, entre ellos están las cenizas, clasificadas como: cenizas volantes, cenizas de escoria, ceniza de material orgánico, cenizas de material inorgánico. (Abellán, y otros, 2021); todo ello para aumentar su resistencia a los esfuerzos a los que se ve sometido, ya que su adición reduce y controla la propagación de fisuras por tracción. En la ceniza, podemos combinar ceniza de chala de maíz con cal para mejorar los parámetros físicos y mecánicos del hormigón, que es lo que se estudiara dentro de esta investigación. Un factor que afecta y daña al ecosistema es la gran cantidad de cenizas desechadas que generan diariamente en todas partes del mundo, principalmente del sector agrario, esto debido a la necesidad de transformar los desechos de los cultivos para eliminar los grandes volúmenes en materia prima no utilizada (Agudelo, y otros, 2017). Los países pertenecientes a Sudamérica producen desperdicios en materiales orgánicos del cual transforman en cenizas para su uso en los campos y/o en la construcción como: **Ecuador (Ambato), El Salvador (San Miguel), y España (Madrid)**, entre otros; por razones ambientales, económicas y sociales, de las cuales fueron la “**ceniza de cascara de arroz y ceniza de bagazo de caña**”, “**cenizas azucareras**” y “**ceniza de biomasa**”, para evitar defectos en el material y su construcción en el proyecto (Arrieta, y otros, 2019). Hoy en día, los avances tecnológicos para lograr mejoras ambientales y de sostenibilidad han desarrollo de materiales y técnicas de construcción (Ccana, 2021). La arquitectura está evolucionando a grandes rasgos, el cual incluye materiales ecológicos y al mismo tiempo fueron constante (Vargas, 2021). Por lo tanto, queriendo tener un rendimiento sostenible y beneficio en la construcción requerimos mejorar de innovaciones y de los materiales de construcción (Garcia, y otros, 2021).

A **nivel nacional** en el Perú en varias zonas como Ayacucho, Abancay y Ucayali encontramos que se agregaron diferentes aditivos en el estudio, ceniza de corona y nuez, de bagazo y de cáscara de arroz, donde varias veces mejora sustancialmente en la incorporación en la mezcla del concreto; utilizado en algunos proyectos de edificación con uso de la mezcla; el hormigón como principal material en la construcción requiere de una mejor investigación para contrarrestar fallas, y adecuando sus propiedades como la resistencia a esfuerzos sometidos presentados; entonces también puede ver nuestro segundo elemento, que es la producción de cenizas de campo (Aliaga, y otros, 2018). Solo el 1,9% del total de residuos sólidos reciclables se recicla en Perú, mas no reciclan los desperdicios de materiales de campo, del cual por práctica común de los agricultores incineran dicho material de desperdicio y únicamente lo distribuyen en todo el campo para el mejoramiento del suelo para un próximo sembrío (Caiza, 2017). Por lo que podemos vincular estos problemas con una solución en el desarrollo de esta investigación, utilizando residuos producidos a partir de materiales orgánicos, como la cascarilla de maíz, mezclada con cal proveniente de las cenizas para reforzar el concreto. Es necesario estudiar las características del concreto armado con ceniza de cascarilla de arroz y cal, cuyo estudio es importante para la optimización y refuerzo de nuevas mezclas de concreto en la construcción en el Perú con bajo costo, enfocado a utilizar materiales que puedan ser reutilizado con los elementos orgánicos restantes.

En el sector de la construcción a **nivel regional** el hormigón armado con uso de fibra es el más común y comercializado en el mercado, los aditivos en polvo, los aditivos plásticos, los cuales presentan alta adherencia debido a sus características mejorando la flexión y la tracción en el concreto, en Cusco no es común en su totalidad hacerlo ya que debido en estos lares la construcción es generalmente informal, y por conocimiento y márketing de las empresas, la población usa aditivos indiscriminadamente, sin entender de que es uso no técnico de los aditivos, en vez de ayudar a las mezclas, afecta en sus características. Como en todo el Perú, algunas alternativas de solución como el tufo de piedra volcánica, superplastificante y ceniza de rastrojo de maíz, en ciertas proporciones mejoraron las características de hormigón, se propuso adicionar ceniza de Chala de Maíz con Cal en proporciones variadas y así

determinar su influencia para mejorar el concreto. La propuesta del porcentaje de Cal, se hará en base al antecedente (Aguilar, y otros, 2021), en cuya investigación indicaron que su mejor dosificación en el uso de la cal es al 4% adicionando a la mezcla del concreto.

En Urubamba, se viene presentando grandes problemas : específicamente en el Valle Sagrado, de la provincia de Urubamba, es debido a que es el productor del maíz gigante a nivel nacional, conocido como el choclo (*Zea Mays*) es un maíz de consumo diario en toda la provincia de Urubamba de la región Cusco también es conocido como exportador interno y externo de maíz de toda la región; debido a esto los desechos como la chala, coronta, y barba de choclo, son eliminados contaminando al medio ambiente en su proceso de degradación; donde aproximadamente un 30% del maíz es utilizado para el consumo humano; los desechos como la chala y la coronta eran utilizados para la alimentación del ganado, pero debido a la falta de rentabilidad de la ganadería, los trabajadores optaron por realizar otras actividades. El problema que viene pasando es desde la falta de la rentabilidad de la ganadería, del cual consumía aproximadamente un 80% de los residuos principales del choclo, como la chala, la coronta y la barba del maíz; el 20% aproximado restante en la eliminación de la materia prima en el proceso de calcinación volviéndolo ceniza, del cual su único uso era en el abono del suelo para un posterior sembrío, que es una práctica muy común en los campos; pero dicha práctica ocasiona contaminación ambiental por el CO<sub>2</sub> generado en los campos, y al no tener un control adecuado de la incineración, llega hasta ocasionar incendios con pérdidas naturales, materiales y hasta algunas veces humanas. Este problema se presenta desde la falta estudios técnicos, sobre la reutilización de estas materias primas, queriendo obtener como resultados la reutilización de estos materiales como la chala, la coronta y la barba de maíz, evitando la contaminación y la degradación del material por descomposición que ocasiona malos olores, propagación de enfermedades debido a los insectos que son atraídos por estos desechos. Se presenta como un contaminante visual y ambiental, ya que estos residuos no son aprovechados por la población ni por entidades gubernamentales. Perjudica directamente a la población de la provincia de Urubamba, afectando a la salud, degradando sus costos de vivienda por la falta de limpieza, y dando una mala calidad de vida;

también afectando al medio ambiente, ya que atrae insectos que no son del sector, cambiando su ecosistema. Una alternativa de solución es mediante la presente investigación, ya que, como alternativa de uso, se reutilizará la chala de maíz con cal, en la mezcla del concreto para edificaciones, eliminando un material contaminante como es la chala de maíz en la provincia de Urubamba, dando una posible característica en el ámbito de los procesos constructivos. Y al convertir la chala de maíz en ceniza, se darán propiedades puzolánicas, según se puede corroborar con diferentes antecedentes, del cual dicho material mejorará en las propiedades mecánicas del hormigón afectando mejorando sus propiedades mecánicas, con el incremento de la resistencia a esfuerzos.



**Figura 1.** vista del crecimiento del maíz



**Figura 2.** vista de la chala de maíz

Por lo expuesto, se plantea el problema general: ¿Cómo varían las Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?; de la misma manera se formulan los problemas específicos: ¿Cómo varían la trabajabilidad de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?, ¿Cómo varían el contenido de aire del concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?, ¿Cómo varían la resistencia a la compresión de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?, y ¿Cómo varían la resistencia a la flexión de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?

Se tiene la justificación teórica donde determinará la dosificación exacta para el rendimiento óptimo del hormigón con ceniza de chala de maíz y cal añadida, lo que contribuirá a futuros estudios que mejoren la comprensión científica de la

recuperación de cenizas orgánicas para hormigón armado. Se tiene justificación metodológica teniendo en cuenta que para lograr los objetivos hipotéticos es necesario utilizar procedimientos metodológicos estructurados acordes con los lineamientos metodológicos del estudio, se utilizaron pruebas en laboratorio con la recolección de datos cuantitativos, que ayudaron a verificar las hipótesis planteadas; siendo referencias opcionales para investigaciones futuras sobre el tema planteado. Además, se aportará no sólo sobre las propiedades del hormigón preparado, sino también sobre las características de los aditivos en estudio. Justificación técnica; a pesar de la historia de agregar ceniza natural como ingrediente principal, la ceniza de chala de maíz combinada con cal, rara vez se usa como un refuerzo de concreto. y mejorarlo al mismo tiempo, su uso no es común debido a que el mercado local no tiene demanda y es difícil encontrarlo al verlo, intente analizar si su efecto tiene un impacto positivo en el Uso de la ceniza de chala de maíz y cal, ya que además de tener una gran capacidad calorífica, también tiene una resistencia específica, es posible optimizar el producto de hormigón en cuanto a su capacidad de respuesta al esfuerzo de impacto. Esta investigación cuenta con una justificación social debido a que el sector de la construcción se beneficia directamente de ello, porque puede reemplazar el hormigón armado, indirectamente bueno para el medio ambiente, procesar materiales que son muy dañinos para él, mejorar las tierras de cultivo, incluso no afectar el medio ambiente con mayor influencia en la respiración de la población. Justificación económica dado que las cenizas que usaremos son material reciclable, no pagaremos más para obtenerlas, sino que dedicaremos más tiempo y enviaremos a buscar y encontrar los elementos que se encuentran en la naturaleza. En esta investigación cuenta con justificación ambiental dado que trata de recuperar elementos de campo como materiales orgánicos desechables que pueden afectar a las plantas, los peces y el medio ambiente en general durante la combustión, la ceniza también tiene propiedades que mejoran la resistencia. Al tratarse de un material de ceniza volcánica, estas propiedades pueden ser muy útiles como un aditivo para el refuerzo del hormigón.

Tenemos como objetivo general: Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos

cusco 2022. Siendo los objetivos específicos: Determinar los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos. Determinar los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos. Determinar el cambio de la resistencia a la compresión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos cusco 2022. Determinar la variación de la resistencia a la flexión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos cusco 2022.

La hipótesis general: Las propiedades físico mecánicas con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos varían significativamente, cusco 2022. Las hipótesis específicas serán: Existe diferencia significativa en la trabajabilidad del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza en a pavimentos rígidos cusco 2022. Existe diferencia significativa en el contenido de aire del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza en mezclas para pavimentos rígidos cusco 2022. Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022. Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Para lograr este estudio, se han verificado varios estudios, realizados antes de este año, en nuestro ámbito internacional tenemos (Arrieta, y otros, 2019), explicando que su objetivo principal era corroborar el comportamiento del hormigón con cenizas volantes de plantas termoeléctricas expuestas a sulfato, teniendo una metodología aplicativa – exploratoria, por lo que se obtuvieron los resultados de las dosificaciones de la  $f'c$  a los 28 días, en las dosificaciones de 0% (2414.75 PSI), 6% Tasajero (3083.73 PSI), 6% Sochagota (2909.01 PSI), 6% Paipa (2921.96 PSI), 8% Tasajero (2332.98 PSI), 8% Sochagota (2219.04 PSI), 8% Paipa (2319.52 PSI), 10% Tasajero (2286.38 PSI), 10% Sochagota (1902.72 PSI) y 10% Paipa (1941.79 PSI). La conclusión fue que la ceniza por cada porcentaje de su adicción, mis porcentajes de resistencia a 28 días fueron 128%, 97% y 95%.

(Agudelo, y otros, 2017), en su tesis analizaron la resistencia a la compresión de mezclas de hormigón con adición de ceniza volante, usando la metodología explicativa exploratoria, teniendo los resultados a los 28 días, para los porcentajes de 0% (276.232 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (264.200 kg/cm<sup>2</sup>), 20% (186.606 kg/cm<sup>2</sup>), 25% (161.088 kg/cm<sup>2</sup>), y 30% (146.377 kg/cm<sup>2</sup>), concluyéndose que las muestras fallidas no llegaron al máximo de diseño, encontrándose que la mezcla del hormigón adicionado con cenizas volantes, esto está cerca de los resultados obtenidos con la mezcla estándar.

(Coyasimin, 2016), explicando su objetivo principal fue crear un hormigón incluyendo materiales puzolánicos alternativos al cemento Portland, teniendo una metodología experimental – descriptiva – explicativo – exploratorio, por lo que se obtuvieron los resultados en las dosificaciones de la  $f'c$  a los 28 días, de 0% (251.73 kg/cm<sup>2</sup>), 15% ceniza de bagazo de caña (CBC) (304.30 kg/cm<sup>2</sup>), 15% CCA (262.30 kg/cm<sup>2</sup>), 30% CBC (233.60 kg/cm<sup>2</sup>) y 30% ceniza de cascara de azúcar (CCA) (245.03 kg/cm<sup>2</sup>). Se concluyó que el efecto de la adición de ceniza de bagazo y ceniza de cascarilla de arroz fue mejor que el del concreto convencional producido en el día de maduración, se observó que al aumentar el contenido de cenizas del concreto se redujo su resistencia, y la Ceniza de

cascarilla de arroz, obtuvo 15% de ceniza de bagazo. La mejor tasa de sustitución, su resistencia superior a los 240Kg/cm<sup>2</sup> establecidos.

Como antecedentes nacionales tenemos a (Aliaga, y otros, 2018), explicando en su objetivo principal el efecto de la ceniza de cascarilla de arroz para el diseño de hormigón, teniendo una metodología cuasi experimental – aplicada, por lo que se obtuvieron los resultados en las dosificaciones de f'c a los 28 días, de 0% (284.73 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (290.33 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (254.59 kg/cm<sup>2</sup>) y 20% (209.68 kg/cm<sup>2</sup>); y para el ensayo de trabajabilidad (Slump), en las mezclas de 0% (3.6 pulg), 10% (3.1 pulg), 15% (2.8 pulg) y 20% (2.5 pulg). La conclusión se encontró que la adición de ceniza de cascarilla de arroz para el procesamiento del hormigón tuvo un efecto positivo, por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos se redujo en un 10.5% la cantidad de cemento utilizado.

(Chumacero, y otros, 2021), explicando en su principal finalidad del proceder de la f'c del hormigón con ceniza de bagazo de caña de azúcar, teniendo una metodología cuasi experimental – aplicada, por lo que se obtuvieron los resultados en las dosificaciones de la f'c a los 28 días, de 0% (220.99 kg/cm<sup>2</sup>), de 5% (189.44 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (234.65 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% (196.70 kg/cm<sup>2</sup>). Es el mejor ligante puzolánico por su alto contenido en sílice. Por otro lado, resaltar las propiedades de la ceniza es mejor para cualquier tipo de estructura de hormigón, y se anima a los futuros investigadores a considerar que la relación CBCA relativa puede no ejercer ninguna influencia a favor de la firmeza del hormigón.

(Escalante, y otros, 2020), explicando el motivo principal de la f'c agregando cenizas volantes de carbón al hormigón para la elaboración de la vivienda, teniendo una modalidad cuasi experimental – aplicada, por lo que se obtuvieron los resultados en las dosificaciones de la f'c a los 28 días, de 0% (253.97 kg/cm<sup>2</sup>), 9% (260.47 kg/cm<sup>2</sup>), 14% (232.33 kg/cm<sup>2</sup>) y 23% (180 kg/cm<sup>2</sup>). En conclusión, se encontró que la óptima f'c del aditivo de cenizas volantes es la más adecuada para aumentar la f'c y la f'c del hormigón estándar es mayor que la del hormigón 261,4 kg/cm<sup>2</sup>. Por otro lado, la ratio de cenizas volantes del 14% es diferente y solo consigue un arrastre de 234,2 kg/cm<sup>2</sup>. Y también agregar 23% de cenizas volantes, ya que no excede los requisitos mínimos para muestras de concreto de edificios y no cumple con los requisitos de la NTP.



(Aguilar, y otros, 2021), en su tesis determinaron las características mecánicas con la adición de cal en el hormigón, cuya metodología usada fue cuasi experimental de tipo aplicada, cuyos resultados en la resistencia a la compresión fueron 212.40 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la adición de 4% de cal (235.15 kg/cm<sup>2</sup>), 8% (227.97 kg/cm<sup>2</sup>), 12% (215,45%), concluyendo positivamente el uso de la cal en la resistencia a la compresión del hormigón con una dosificación al 4%.

(Cherre, y otros, 2019), en tu tesis su objetivo principal es determinar la influencia en los parámetros de  $f'c$  y revenimiento del hormigón al sustituir cemento a una determinada proporción por ceniza de tallo de maíz (CRM) en una mezcla de hormigón con calidad  $f_c = 210\text{Kg/cm}^2$ . Los porcentajes de sustituciones considerados son 3,0%, 5,0% y 8,0% en masa de cemento. La metodología Para el ensayo de resistencia a compresión se tomaron 9 muestras por cada tipo de concreto para análisis, resultando un total de 36 muestras, las cuales también fueron ensayadas a los 7, 14 y 28 días de iniciado el curado. En cuanto a la prueba de sedimentación, el proceso se realiza dos veces para cada tipo de mezcla preparada, es decir, se realizan un total de 8 pruebas para determinar la sedimentación. Como resultados obtenidos, se concluyó que se analizó el incremento en la resistencia a la compresión producido por el cambio porcentual de la ceniza de seda de maíz. Sin embargo, este aumento no se produce de forma proporcional, por lo que el arrastre máximo obtenido es del 3,0%. En conclusión, se ha determinado que cuanto mayor es la sustitución de cenizas, menor es el asentamiento producido, lo que va en detrimento de la trabajabilidad de la mezcla en estado fresco.

(Oblitas, 2021) La presente investigación involucra el estudio del concreto utilizando cal hidratada como coadyuvante y el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Se ha estudiado el uso de cal hidratada como sustituto parcial del cemento con diferentes proporciones (3%, 5%, 7%, 10% y 15%), lo que supone un ahorro económico por la reducción de cemento. Se **estudió** el efecto de la cal hidratada en el concreto fresco, su resistencia y tasa de absorción de agua en el concreto endurecido, para encontrar la relación óptima en el diseño de la mezcla. **Este estudio** tuvo como objetivo conocer la proporción óptima de

adición de cal hidratada durante la preparación del concreto y el diseño de la mezcla a partir del concreto convencional.

(Díaz, 2021) con la finalidad de examinar el hormigón mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz, permitiendo determinar si la adición de este producto permite aumentar la resistencia a la compresión y a la flexión, así como el hormigón fresco (asentado) y la dureza (resistencia) obtenida por comparación técnico-económica. entre hormigón ordinario u hormigón estándar con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y con adición de 5%, 10% y 15% de ceniza de maíz, el método utilizado para el diseño mixto fue el ACI Comisión Method 211.1. (Instituto Americano del Concreto). En cuanto a la **metodología**, 96 testigos, 48 sometidos a exámenes de compresión y 48 flexores a los 7, 14 y 28 días, obtuvieron conclusiones como: probeta = 1,37 kg, alcanzando la resistencia máxima a los 28 días es de  $237,19 \text{ kg/cm}^2$ . Con 10 cenizas de cascarilla de arroz = 0,23 kg cada muestra se optimizó, para 12 muestras = 2,75 kg, alcanzando carga máxima  $243,21 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. Con 15 cenizas de cáscara de arroz optimizadas = 0,34 kg por muestra, para 12 muestras = 4,12 kg, se alcanzó la carga máxima de  $251,86 \text{ kg/cm}^2$  después de 28 días. Con 5  $\mu\text{m}$  de ceniza de cascarilla de arroz se optimizó = 0,29 kg por vigueta, para 12 viguetas = 3,50 kg y se alcanzó una resistencia máxima de  $80,44 \text{ kg/cm}^2$ . La ceniza de cascarilla de arroz disminuye el asentamiento (concentración) a medida que aumenta la proporción de cenizas, para concreto convencional (muestra) se obtienen 3.11 pulgadas de deflexión, cuando se agrega 5° de ceniza de cascarilla de arroz el asentamiento disminuye a 2.76 pulgadas, con la adición de 10 cascarillas de maíz, la deflexión se reduce a 2,56 pulgadas y con 15 hojas de maíz, la deflexión se reduce a 2,34 pulgadas.

(Alfaro, 2019) , Su **objetivo principal** es mejorar la  $f'c$  del hormigón simplemente con la adición de ceniza de chala de maíz. La **metodología** de Who empleo agregado grueso y fino de la cantera La Moderna en la ciudad de Ayacucho, IP Cemento Portland, ceniza de cascarilla de arroz, diseño de mezcla para concreto estándar y concreto armado, la adición de ceniza de cascarilla de maíz se realizó de acuerdo al método ACI 211 Los **resultados** del estudio y análisis del cambio de características del concreto al agregar ceniza de chala de maíz en reemplazo

del peso por cemento Portland en proporciones del 5%, 10%, 12, 5%, 15%, 17.5% y 20% basado en una mezcla de calidad estándar de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . En **conclusión**, después de tener el diseño de mezcla estándar y mezclas con diferentes porcentajes de adición de ceniza de chala de maíz, se realizaron pruebas de sedimentación y contenido de aire, se observó que los diseños estaban libres de fluido, secretado o disociado, también se realizaron pruebas de  $f'c$ . en estado curado a los 7, 14, 21 y 28 días de edad.

Como **antecedentes regionales** tenemos a (Vasquez, y otros, 2021), obteniendo su **objetivo principal** el cambio de las características del hormigón después de la adición de toba volcánica. La **metodología** es aplicada – explicativo – cuantitativo - cuasi experimental. Teniendo en consecuencia en la edad de 28 días, la  $f'c$  en las dosificaciones de 0% ( $132.83 \text{ kg/cm}^2$ ), 4% ( $143.82 \text{ kg/m}^2$ ), 8% ( $166.80 \text{ kg/cm}^2$ ), 12% ( $198.94 \text{ kg/cm}^2$ ) y 15% ( $217.20 \text{ kg/cm}^2$ ); la resistencia a la flexión en las dosificaciones de 0% ( $32.05 \text{ kg/cm}^2$ ), 4% ( $31.82 \text{ kg/cm}^2$ ), 8% ( $32.06 \text{ kg/cm}^2$ ), 12% ( $32.01 \text{ kg/cm}^2$ ) y 15% ( $31.97 \text{ kg/cm}^2$ ); y para la resistencia a la tracción en las dosificaciones de 0% ( $33.41 \text{ kg/cm}^2$ ), 4% ( $32.84 \text{ kg/cm}^2$ ), 8% ( $33.21 \text{ kg/cm}^2$ ), 12% ( $33.46 \text{ kg/cm}^2$ ) y 15% ( $33.48 \text{ kg/cm}^2$ ). Las **conclusiones** en cuanto a la reacción mecánica del hormigón añadiendo ceniza volcánica indican que existe una diferencia de comportamiento.

(Galicia, y otros, 2016), cuyo **objetivo principal** fue comparar y analizar la  $f'c$ , el esfuerzo a la flexión y la densidad del hormigón en %s diferentes de ceniza de maíz, producido a partir de materiales agregados de las canteras de Cunyac y Vicho. La **metodología** es de tipo cuantitativa, de nivel descriptivo, y de diseño cuasi experimental. Obteniendo los **resultados** en la edad de 28 días, de la resistencia a la compresión axial en las dosificaciones de 0% ( $197.28 \text{ kg/cm}^2$ ), de 2.5% ( $257.86 \text{ kg/cm}^2$ ), de 5% ( $267.59 \text{ kg/cm}^2$ ), de 7.5% ( $290.94 \text{ kg/cm}^2$ ); de la resistencia a la flexión a los 28 días en las dosificaciones de 0% ( $70.01 \text{ kg/cm}^2$ ), y 5.0% ( $63.95 \text{ kg/cm}^2$ ); y del Slump a los 28 días para 0% (6.8 cm), 2.5% (4.87 cm), 5.0 % (3.88 cm), y 7.5 % (1.77 cm). Esta **conclusión** las piedras Cunyac y Vicho han mejorado relativamente debido a la resistencia obtenida en los concretos que contienen maíz.

(Maxi, y otros, 2021), en su tesis, su **objetivo principal** fue evaluar el uso de fibra de vidrio a las características del hormigón. La **metodología** es de tipo aplicada, de nivel explicativo, de enfoque cuantitativo y de diseño cuasi experimental. Obteniendo los **resultados** en la edad de 28 días, para la resistencia a la compresión en las dosificaciones de 0% (237.08 kg/cm<sup>2</sup>), 0.5% (242.36 kg/cm<sup>2</sup>), 1.0 % (249.48 kg/cm<sup>2</sup>) y 1.5% (260.42 kg/cm<sup>2</sup>); para la resistencia a la flexión en las dosificaciones de 0% (34.42 kg/cm<sup>2</sup>), 0.5% (35.12 kg/cm<sup>2</sup>), 1.0 % (35.74 kg/cm<sup>2</sup>) y 1.5% (36.50 kg/cm<sup>2</sup>); para la trabajabilidad en las dosificaciones de 0% (3.00 pulg), 0.5% (2.6 pulg), 1.0 % (2.3 pulg) y 1.5% (2.0 pulg); y por último en el contenido de aire para las dosificaciones de 0% (3.0%), 0.5% (3.1%), 1.0 % (3.2%) y 1.5% (3.2%). La **conclusión** general es que la adición de 1,5% de fibra de vidrio aumenta las propiedades mecánicas en cuanto a  $f_c$  y a la flexión, por otro lado, la trabajabilidad se reduce significativamente, y la adición final de fibra de vidrio tiene poco efecto sobre el contenido de aire. de hormigón fresco.

Para profundizar en este tema, revisaremos los siguientes **artículos de investigación en español**; por (HUAQUISTO, y otros, 2018). Revista de Investigaciones Altoandinas Vol. 35 N° 3; en su investigación analizaron el proceso de mezclanza del hormigón con cenizas volantes, la metodología usada fue sustituyendo al cemento con cenizas volantes al 2.5%, 5.0%, 10.0% y 15.0% para las edades de 7 a 90 días, cuyos resultados después de 28 días, la  $f_c$  promedio del hormigón patrón es 221 kg/cm<sup>2</sup>, el concreto con 2,5 % de CV es 223 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia promedio del 5,0 % de CV es 231 kg/cm<sup>2</sup>, con 10,0 % de CV es de 200 kg/cm<sup>2</sup> y con un 15 % de CV es 192 kg/cm<sup>2</sup>; concluyéndose que las cenizas volantes deben utilizarse en reemplazo del cemento en un máximo de 10%, ya que al aumentar de este rango la resistencia del hormigón decrecerá, afectando el control de calidad.

(Nurtanto, y otros, 2020) Revista de ingeniería de construcción Vol. 35 N° 3; en su investigación compararon la mezcla de la ceniza de cascarilla de arroz y la ceniza de teja, cuya metodología utilizada es cuasi experimental, obteniéndose como resultados en comparación con las cenizas volantes, las raíces suplementadas con cenizas volantes siempre tuvieron menos compactación,

verificando que la resistencia era constante a los 28 días; concluyendo que los resultados de las pruebas de  $f'c$  muestran que el cemento 100% cenizas volantes pueden reemplazar al cemento Portland primario, secundario, cuarto y grado 5; Cemento Portland grado 4, 5.

(Farfán, y otros, 2018) Revista UCV – HACER Vol.7 N°3; su **propósito** es proponer el uso de cenizas de bagazo en la impermeabilización del hormigón. El **método** utilizado es hormigón simple con adición de ceniza de caña en lugar de cemento al 20% y 40%, respectivamente, para 7 y 28 días de destrucción. Los **resultados** muestran que la  $f'c$  del hormigón disminuye a medida que aumenta el contenido de cenizas en el grado de diseño. El concreto con 20% de CBCA tuvo mejor  $f'c$  después de 7 y 28 días de curado, a pesar de que ambos eran concreto estándar (control) de 59%. **Se ha encontrado** que se desaconseja el uso de CBCA debido a su baja resistencia a la compresión.

In **other languages** as background we have a (Da Silva, y otros, 2019). Res., Soc. Dev. 2019; 8(4): e2684861. For the purpose of analyzing the use of rice roots as an alternative aggregate and as a recycled aggregate, in aggregate, two types of concrete evaluated by physical and mechanical tests are the first natural cement and the synthetic one. second use 10%. rice ash and 25% synthetic mixture. The methodology used in this survey has been tested. In the results indicate that there are significant differences between natural and recycled clusters, especially in terms of absorbance and porosity. These differences lead to lower strength and lower elastic modulus. In conclusion, it can be confirmed the feasibility of using recycling machines in the production of structural concrete.

(Do Couto, y otros, 2018). Revista DYNA, 86 (208), p. 264-270. This study aimed to evaluate the possibility of using the natural results of microwave as a mineral admixture in concrete. The methodology used in this survey is empirical. The results showed that the ash was screened at 100 mesh and added to the cement mixture at the ratio of 5, 10, 15 and 20% by weight. Physical analysis shows that EWA has a higher density compared to other organic residues, while its BET specific surface area is not sufficient for enhanced charge and/or pozzolanic effect. residues have low organic matter content and are below the minimum required by the Brazilian standard, while FTIR mainly develops the presence of

calcium carbonate bonds. Asphalt is converted into concrete with mechanical performance. In conclusion, the EWA process is not sufficient to justify its use as a mineral blend..

(Abellán, y otros, 2021). Revista DYNA, 88(216), 38-47. The aim of this study was to design and manufacture a UHPC using locally available fly ash in Colombia. Numerical, plan-based test (DOE) and multi-criteria optimization. The methodology used in this survey is empirical. In the results of this study, it was made to obtain a mixture with the greatest fluidity and compressive strength, and at the same time with the minimum cement content. In conclusion, the results showed that despite the low quality of local ash in Colombia, the compressive strength value was 150 MPa without heat treatment.

En la presente investigación hemos utilizado las siguientes **bases teóricas**:

**Ceniza** define a: “A las cenizas volantes y las puzolanas naturales crudas o calcinadas para estructuras de hormigón” (ASTM C618, 2018).

“Son un material las cenizas volantes constituido por puzolanas artificiales utilizadas en la construcción, cuyas materias primas son el aluminio y la sílice, obtenidos mediante térmico tratamiento” (Gómez, 2016).

Para las **características de las cenizas**, explican que: “Las cenizas con sus características químicas, físicas y mineralógicas, también como sustancia puzolánico, es un compuesto que se descomponen en materiales silícicos convirtiéndose en su combinación con el cemento Portland y agua, reaccionado con los silicatos de calcio” (Salas, y otros, 2013 pág. 5).

**Tabla N° 1: Propiedades y análisis químicos de las cenizas volantes**

Descripción	Clase F (ASTM)	Clase C (ASTM)
Si O <sub>2</sub> ,%	52	35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,%	23	18
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ,%	11	6
CasO,%	5	21
So <sub>3</sub> ,%	0.8	4.1
Na <sub>2</sub> O,%	1.0	5.8
K <sub>2</sub> O ,%	2	0.7
Total Na eq. Alc ,%	2.2	6.3
Perdida por ingiccion	2.8	0.5
Finura blaine m <sup>2</sup> /kg	420	420
Masa ,especifica relativa	2.38	2.65

**Fuente:** (Huaquisto, y otros, 2018)

**Clasificación de cenizas:** “El tamaño y la morfología esférica, como la composición y fracción amorfa de las cenizas volantes, deben alterar las características del hormigón y mortero” (Salas, y otros, 2013 pág. 5).

Para determinar la **cal**, obtenidas por pirólisis calicós que contiene carbonato de calcio extraído de yacimientos denominados calica (Aguilar, y otros, 2021). En hornos a t° de 900-1000 °C, proceso conocido como calcinación, libera partículas de dióxido de carbono. Es blanco y muy fácil de corroer. Por lo general, se compone de óxido de magnesio y óxido de silicio pequeño. (American Concrete Institute, 1987). Y según la ACI (1987), los tipos de cal son los siguientes: “Las Cales aéreas”, “Las Cales vivas (Q)”, “Las Cales hidratadas (S)”, “Las Cales cálcicas (CL)”, “Las Cales dolomíticas (DL)”, “Las Cales dolomíticas semihidratadas”, “Las Cales dolomíticas”, “La Cal hidráulica natural (NHL)”, “La Cal hidráulica (HL)”, y “La Cal Formulada (FL)”.

El **agua** es: “Es necesario cumplir con lo establecido en la NTP 339.088.2014, por otro lado, teniendo en cuenta los requisitos de calidad de la mezcla de concreto, el agua ayuda a mezclar uniformemente todos los agregados y formar

una mezcla de concreto, cantidad de agua disponible, estudio de composición química se prueba como tal, para no tener un impacto negativo” (RNE - Norma E060, 2016).

Para la **demanda de agua en las cenizas**, las mezclas de hormigón que contienen cenizas volantes requieren generalmente menos agua que el hormigón que contiene solo cemento Portland, por lo que se deben tener en cuenta parámetros como el grado y la tasa de absorción de agua para diseñar las mezclas adecuadas (Salas, y otros, 2013 pág. 5).

En el **tiempo de fraguado de las cenizas**, las aplicaciones específicas pueden tener ventajas y desventajas en la coagulación y, por lo tanto, retrasarse un pequeño porcentaje de cenizas volantes, beneficiándose en los climas cálidos, reduciendo la velocidad de adición de cemento en invierno, fraguando lentamente siendo destructivo (Salas, y otros, 2013 pág. 6).

En la **resistencia del concreto con cenizas volantes**, indican que: “Puede aumentar la fuerza de crecimiento del hormigón; aumentar la cantidad de cemento en el hormigón; agregar cemento de alta resistencia inicialmente; reducir la relación agua-cemento del material; usar un acelerador para aumentar la temperatura de la mezcla” (ASTM C618, 2018).

Se define al **concreto** como: “La mezclanza de cemento, agua, áridos y posiblemente aditivos” (RNE - Norma E060, 2016).

El **agregado** como: “Varios materiales granulares de origen natural o artificial se utilizan como aglutinantes en la producción de hormigón, como arena, grava, escoria de alto horno y piedra triturada” (RNE - Norma E060, 2016).

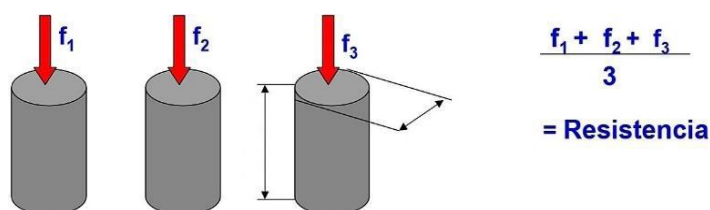
En los **factores que afectan a la resistencia del concreto**: “Superficies porosas que se encuentran externas sustancias como iones cloruro, monóxido de carbono y otras, que tienden a penetrar” (Salas, y otros, 2013).

Sobre los **pavimentos rígidos**, “Se llaman así porque están hechos de losas de concreto que ayudan a absorber la presión que el movimiento ejerce sobre el suelo y menos impacto en el suelo” (GERENCIA, 2015).



**Propiedades mecánicas del concreto;** de un material que afectan la resistencia mecánica y la capacidad de un material cuando se aplica una fuerza al material. Es decir, son propiedades que posee un material con respecto a su capacidad para resistir fuerzas o deformaciones (Caballero, 2017).

La resistencia del hormigón obtenida mediante pruebas representativas, determinan si la mezcla del hormigón cumple con los requisitos de diseño, verifica si la resistencia es uniforme y pudiendo ajustar en lo necesario para su producción (Baldoce, y otros, 2019). Para el ensayo al menos se utilizarán dos pilares de hormigón con medidas de 150 mm x 300 mm o al menos tres especímenes de 100 mm x 200 mm, ensayados a los 28 días (American Concrete Institute, 1987 pág. 76).



**Figura 3.** Ensayos de resistencia a la compresión promedio de laboratorio

**Fuente:** (Herrera, y otros, 2017)

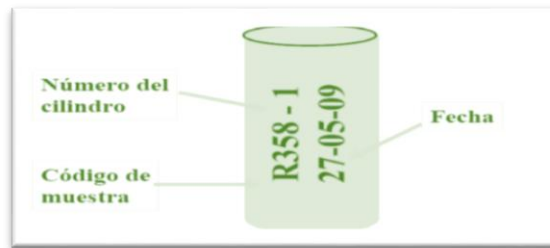
Se detallará al interpretar los datos límites de resistencia a la compresión, puesto que no es una propiedad esencial del hormigón hecho de algunos materiales, depende de la forma o tamaño de la muestra, el procedimiento de mezcolanza, muestreo, el molde y la fabricación, así como las condiciones ambientales húmedas durante el envasado (Herrera, y otros, 2017).

**Resistencia a la compresión;** “Esfuerzo máximo que puede soportar un soporte de hormigón antes de fallar, se ha especificado que la dureza debe alcanzarse en 28 días, este esfuerzo no da lugar a reensayos y se considera elemento de prueba” (HUAQUISTO, y otros, 2018 pág. 228).



**Figura 4.** Tipos de fractura o falla al realizar el ensayo a la compresión

**Fuente:** (Neyra, 2021)

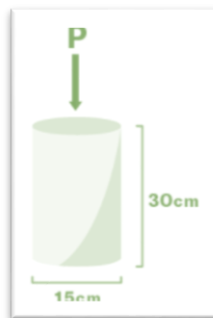


**Figura 5.** Probeta - Recomendaciones para identificar

**Fuente:** (BALDOCEDA, y otros, 2019)

Método sugerido para la determinación de la muestra: para la obtención de la  $f'c$ , se determinará mediante la siguiente fórmula, siendo  $Rc$  (esfuerzo a la rotura en  $kg/cm^2$ ),  $G$  (Carga aplicada en  $kg$ ),  $d$  (Diámetro en  $cm$ ).

$$Rc = \frac{4G\pi}{d^2} \quad \text{---} \quad (1)$$



**Figura 6.** Dimensiones de una probeta

**Fuente:** (Agudelo, y otros, 2017)

Debiendo ajustarse continuamente, se estima que el desplazamiento vertical de la cabeza al aflojar el tornillo es 1,3 mm/min. En equipos configurados hidráulicamente, siendo la aplicación de carga de 0,14 a 0,34 MPa/s para forzar una falla terminal (NTP 339.034, 2008).

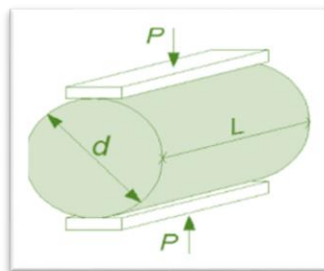
**Tabla N° 2: Ensayo de resistencia – Tiempo para realizar**

EDAD DE ENSAYO	TOLERANCIA PERMISIBLE NTP 339.034	
	%	Horas
24 h	2.1	± 0.5
3 d	2.1	± 2.0
7 d	2.1	± 6.0
28 d	2.1	± 20.0
90 d	2.1	± 2.0

**Fuente: (NTP 339.034, 2008 pág. 218).**

**Resistencia a la tracción;** Está dentro de 10,5, requisito de carga para comprimir una pieza de prueba de diámetro superior a lo largo de dos ejes de diámetro opuesto hasta la falla, obteniendo así estos datos (ABANTO, 2009). Y se calculara con la siguiente formula siendo  $R_t$  (esfuerzo en kg/cm<sup>2</sup>), P (Carga aplicada en kg), L(Longitud en cm) y D (Diámetro en cm).

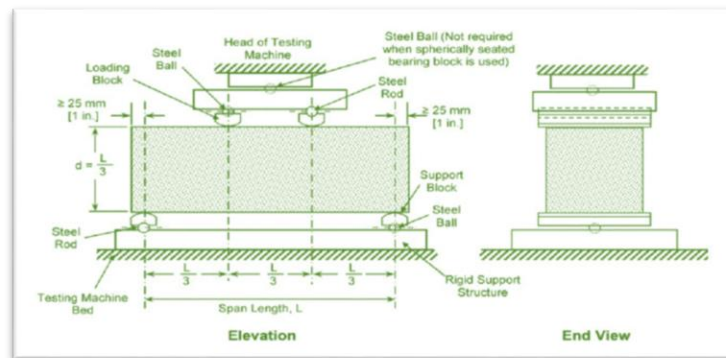
$$R_t = \frac{4P}{4LD} \quad \text{---} \quad (2)$$



**Figura 7.** Esfuerzos sometidos a la probeta en el ensayo de tracción

**Fuente: (Farfán, y otros, 2018)**

**Esfuerzo a la flexión** nos dijo que: “Para determinar la tensión que se produce durante la flexión simple del hormigón” (NTP 339.079, 2012). “Como ensayo se estándar consiste en crear una viga y luego esforzarla en un tercio del vano hasta que ocurra la falla” (NTP 339.183, 2013).



**Figura 8.** Esfuerzos aplicados en el ensayo de resistencia a flexión

**Fuente:** (Gómez, 2016)

Cuando se necesita ensayar una viga en un nivel de carga y se aumenta la carga hasta que se rompe, hay tres etapas: primero, el concreto no se agrieta en el campo, y segundo, cuando se prueba y es resiliente en el concreto. agrietado, y tercero. Este paso es el arrastre final. El módulo de fractura es la tensión eléctrica de flexión en la que el hormigón comienza a agrietarse, por lo que una carga que genere tensión que exceda el módulo de fractura no deberá exceder el módulo de fractura (McCORMAC, y otros, 2011).

**Propiedades físicas del concreto;** estos incluyen procesabilidad (trabajabilidad), separación (segregación), transpiración (exudación), contracción y flexibilidad. Se realizarán ensayos sobre hormigón fresco para verificar y revisar las propiedades del hormigón (Caballero, 2017).

**Trabajabilidad (Slump):** Para que el hormigón realice el trabajo requerido, el hormigón debe tener una consistencia correcta y puede ser seco, maleable, blando o líquido según el grado de sedimentación de la muestra y las características de mezcla del equipo (Abellán, y otros, 2021).

ACI se utiliza en el diseño de mezcla; para obtener la resistencia a la tracción, compresión y flexión del hormigón; esto se hará utilizando una tabla estándar de acuerdo con los métodos del Instituto Americano del Concreto (ACI 211). ACI (1994), tamaño de partícula y requisitos físicos basados en ASTM C33 para agregados; definiendo el agua como datos de precipitación en términos de volumen, total y SLUMP; es también el volumen del agregado grueso seco compactado y la relación agua-cemento.

La Asociación Colombiana de Fabricantes de Concreto (ASOCRETO, 2010) define fisuración como: “Una fisura que normalmente se presenta en una superficie de hormigón debido a la presencia de un esfuerzo mayor a su resistencia mecánica de un componente se convierte en fractura”; esto se debe a que el esfuerzo de tracción soportado por C° excede su propia capacidad de tracción.

Si el movimiento está bloqueado, el movimiento generado dentro del concreto creará arrastre. El material incrustado en el hormigón se expande. Condiciones externas por carga o deformación de la estructura principal (Herrera, y otros, 2017 pág. 37).

El fenómeno de la contracción plástica en el concreto, el fenómeno de la expansión plástica común es cuando el hormigón pasa de un estado a un nuevo nivel causado por un esfuerzo de tracción, lo que provoca grietas en la superficie, repentinamente las grietas aparecen dentro de dos a cuatro horas después del drenaje, desvaneciéndose cuando la mezcla esté lista para fraguar (TORIBIO, y otros, 2021 pág. 44). “Las fisuras provocadas por el desprendimiento del plástico son principalmente cosméticas, podemos penetrar en toda la losa, reduciendo significativamente el ancho de la superficie. El ancho de las grietas de remoción de material del orden de 2 a 3 mm” (ATEP-GEHO-FIP-CEB, 1996).

Algunos componentes tienen excelentes relaciones superficie-volumen, que son candidatos ideales para la condición de la placa, tales grietas aparecen paralelas a un ángulo de aproximadamente 45°, grietas irregulares diferentes grietas dentro de las grietas entre 0,2 - 0,9 metros (VÁSQUEZ, 2018 pág. 36).

En la prueba de física del **Contenido de Aire**: “El método ACI explica el proceso de diseño combinado bastante simple, basado en tablas, que permite obtener valores para materiales que componen los elementos del hormigón que aumentarán o reducirán el contenido de aire permisible al crear la mezcla de concreto. si el contenido de aire de diseño cambia con una nueva dosis” (American Concrete Institute, 1987).

Como **enfoques conceptuales** se tiene: El concreto armado con ceniza incluye cemento hidráulico, agregados de varios tamaños y ceniza. La ceniza de chala de maíz y cal es un aditivo que se distribuye en las mezclas de concreto para un mejor control de grietas después del asentamiento del asfalto y el concreto endurecido. Dosificación: la acción y el efecto de determinar una dosis, porción o cantidad de algo. Formulario de recopilación de datos: una herramienta para presentar información importante que descubrimos en el proceso y que nos gusta tener una gran cantidad de información a nuestro alcance.

Se fabrica cemento Portland mediante la pulverización de Clinker, componiéndose principalmente de silicato de calcio hidráulico, conteniendo se agregan una o más formas de sulfato de calcio durante el proceso de molienda. La compresión es un proceso mecánico o manual que tiende a reducir el volumen total de poros en una mezcla de concreto fresco. La consistencia es lo contrario de la calidad en el estado fresco y colado que ha sufrido. La trabajabilidad significa que puede mezclarse, asentarse, compactarse y terminarse fácilmente sin dividirse ni filtrarse durante estas operaciones. La separación de sus componentes después de la mezcla, lo que resulta en una distribución desigual de partículas en el hormigón fresco. La filtración es el fenómeno que ocurre cuando el agua de mezcla de la mezcla de concreto se eleva durante el proceso de solidificación. La unidad de masa es la fracción de material presente en un C° fresco (kg/m<sup>3</sup>) metro cúbico. El contenido de aire es el porcentaje de retención de aire en el hormigón. La permeabilidad es la cantidad de agua que pasa a través de los poros de un material en un tiempo determinado. En la hidratación del hormigón, la contracción plástica ocurre en el volumen absoluto de líquido y pulpa, el volumen de cemento después de la hidratación absoluta es menor que el volumen de cemento y agua antes de la hidratación. El curado es el proceso

de controlar las condiciones ambientales durante el fraguado y/o estabilizado del, mortero u hormigón. La curva de tamaño de partícula es una realización de un histograma en una vista de la distribución de tamaño de grano general obtenida calculando la apertura del tamiz logarítmico y estimando el porcentaje de paso o suma a 100, el inverso del producto acumulado. La densidad relativa es la relación entre la densidad de una sustancia y la densidad del agua destilada a una temperatura determinada dada, y el valor es adimensional. El esfuerzo a la compresión es la capacidad de soportar la carga por unidad de área en kg/cm<sup>2</sup>.

Explicamos que: “Entre las propiedades físicas de la densidad, para que el concreto tenga la trabajabilidad deseada, debe tener suficiente densidad y adherencia. La consistencia puede ser seca, maleable, blanda o líquida, dependiendo de la expansión de la muestra de concreto, las características del equipo de mezcla, el tiempo y el uso de aditivos apropiados, que son factores que mejoran el rendimiento del trabajo del concreto. La prueba de plástico en concreto consiste en verter la mezcla de concreto en un molde cónico dividido en tres partes para reducir la entrada de aire y aumentar la compactación en cada etapa. Retire el molde, luego coloque el molde en la mezcla y midiendo la altura de la forma” (NTP 339.034, 2008).

Explicamos: Sobre las propiedades físicas del contenido de aire: Se ha mencionado según ACI es un procedimiento de diseño combinado muy simple basado en tablas para tener valores distintos para los diferentes materiales que disponen la unidad aparente de hormigón. La cantidad de material por metro cúbico de concreto se puede determinar usando el ACI-211 de la siguiente manera: Selección de la f'c. Selección de durabilidad: tamaño nominal máximo del agregado, precipitación, consumo de agua por unidad de ingeniería, contenido de aire, relación agua-cemento, evaluación del coeficiente de cemento, materias primas del contenido del agregado, volumen absoluto total de cemento, agua de proceso, aire y agregados gruesos; Masa absoluta de agregado, masa seca de agregado fino, valor absoluto de diseño de masa de cemento, agua, aire, agregados finos y gruesos, valor exacto de diseño de humedad total (Salas, y otros, 2013).

Explicamos “Propiedad mecánica en compresión: Es la resistencia al daño de un elemento fijo y es la consecuencia de su aplicación de una fuerza de compresión. A medida que aumenta la dosis de cemento, el contenido de agua disminuye. La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón es de 150 kg para hormigón a granel, de 250 a 400 kg para hormigón armado y puede aumentarse en casos especiales con la aprobación del director de obra, tipo de fisura en la muestra, incluido el hormigón caja; En este ensayo determinamos la capacidad portante de la superficie cargada axialmente según la NTP 339.034 después de 28 días de f´c. Durante la prueba, los gránulos son retirados del almacén y se transportan al área donde se realiza la prueba de compresión axial y se recopilan los datos” (Abellán, y otros, 2021).

Explicamos que el pavimento duro consiste en una capa de hormigón Portland, sobre un subsuelo de grava que descansa sobre una capa de suelo compactado, conocida como subrasante. La resistencia estructural depende principalmente de la losa de hormigón (GIORDANI, y otros, 2022).



### **III. METODOLOGÍA**

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

**Tipo de Investigación:** Aplicada.

“Es la aplicación metodológica ayudándonos a comprender un conceptual campo más amplio y explorar problemas que puede enfrentar la sociedad” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Por ello la investigación es de tipo aplicada, pues se aplicarán procesos y conocimientos establecidos y detallados.

**Diseño de Investigación:** Experimental.

“Se desarrolla un plan de obtención de información necesaria, dando respuesta a la problemática planteada dentro de la investigación” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Siendo la investigación de tipo experimental, cuasiexperimental, ya que el propósito es estudiar de qué manera varían las propiedades del concreto en estado fresco, el esfuerzo a la compresión y flexión con la adición de muestras significativas de los dos componentes.

**Nivel de investigación:** Explicativo.

En esta parte se pretende llegar a determinar los efectos y causas de fenómenos de cualquier índole, estableciendo relaciones entre variable, hechos y conceptos, dando así a entender los problemas examinados (HERNADEZ -SAMPIERI Y MENDOZA, 2018) para esta investigación se determina la relación causa efecto existente entre adición de cal y ceniza de chala de maíz y las mejoras que estos pueden dar a la resistencia mecánica del hormigón principalmente al esfuerzo a la compresión.

**Enfoque de investigación.** Cuantitativo

Trata de estructurar, precisar y afinar la idea de la investigación, guiando el resto de proceso ajustándose a la revisión de la literatura dando una perspectiva (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). En esta investigación emplearemos la recopilación de valores numéricos para atestar la hipótesis, pues en esta

investigación se llegará a comparar los valores obtenidos mediante la realización ensayos de laboratorio

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

#### **Variables de estudio:**

**Variables independientes:** Adición de la cal y ceniza de Chala de maíz.

**Definición conceptual:** Ceniza Un polvo mineral de color gris claro que queda como residuo de una combustión completa. La ceniza de cáscara de arroz “tiene una gravedad específica mucho más baja que el cemento. Por lo tanto, la baja gravedad puede conducir a una ligera reducción del peso del hormigón, lo que puede resultar una mejora económica y constructiva en presencia de hormigón ligero. Por otro lado, la proporción de sílice en la ceniza es el factor más importante, ya que le otorga potencial puzolánico a la ceniza (Gómez, 2016). Así mismo la cal “Se denomina sustancia gris o blanca formada por óxido de calcio. La etimología del término se deriva de la palabra latina cal. La cal se forma por la combustión completa de los minerales de cal, que se utilizan para eliminar el ácido carbónico de sus componentes” (Galván, y otros, 2011).

**Definición Operacional:** Las dosificaciones de la cal (3%, 4% y 5%) y la ceniza de chala de maíz 5%, 10% y 12.5% En comparación con el peso del cemento, usando para las 10 mezclas o combinaciones incluida la muestra patrón (0%), con la finalidad de mejorar la consistencia, disminuir el contenido de aire, aumentar la flexión e incrementar la resistencia a la compresión.

**Dimensión:** Peso unitario, Granulometría y Dosificación

**Indicadores:** Diámetro de partícula, 0 % C.C.M. + 0% CAL, 3 % CAL + 5 % C.C.M, 3 % CAL + 10 % C.C.M, 3 % CAL + 12.5 % C.C.M, 4 % CAL + 5 % C.C.M, 4 % CAL + 10 % C.C.M, 4 % CAL + 12.5 % C.C.M, 5 % CAL + 5 % C.C.M, 5 % CAL + 10 % C.C.M, 5 % CAL + 12.5 % C.C.M.

**Escala de medición:** De razón

**Variable dependiente:** Propiedades físicas y mecánicas del Concreto

**Definición conceptual:** “Las características del hormigón en las etapas fresco y sólido, y estos factores determinan cómo responde el concreto al esfuerzo” (Toribio, y otros, 2021).

**Definición Operacional:** “Las características del hormigón se expresan por la resistencia con la que se produce, es decir, después de alcanzar la resistencia deseada. Durante la etapa de solidificación, dependerá de varios factores, a saber: maquinabilidad, peso unitario, resistencia y contenido de aire que determinan la densidad, que luego se analizará con base en pruebas de laboratorio que incluyen la flexión y compresión” (Toribio, y otros, 2021).

**Dimensión:** Propiedades físicas, Propiedades mecánicas

**Indicadores:** Trabajabilidad (ASTM C143), Contenido de aire (ASTM 231), Esfuerzo a la compresión (ASTM C109), Esfuerzo a la flexión (ASTM C78)

**Escala de medición:** De razón

### **3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

#### **Población:**

“Más concretamente, es un conjunto de componentes con características comunes, y los resultados del estudio serán muy amplios” (Arias, 2012 pág. 81).

La población incluirá todas las muestras cilíndricas de hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , provenientes de todos los diferentes ensayos de resistencia a la compresión, elaboradas con y sin ceniza de chala de maíz y cal. Con la población limitada incluyendo las muestras para analizar cilíndricas de hormigón (90 briquetas cilíndricas, 90 viguetas, 12 muestras para trabajabilidad, y 12 muestras para contenido de aire) de acuerdo a los criterios de la NTP 399.034.

#### **Criterios de inclusión:**

“El criterio en cuenta los diferentes aspectos, naturaleza y características de la población de estudio” (Arias, 2012). En el estudio se utilizarán del área alrededor de Urubamba.

### **Criterios de exclusión:**

“Límites en la población con exclusión por aspectos y rasgos de la población que se estudia” (Arias, 2012 pág. 105). En la prueba no se usarán cenizas que no sean Chala de maíz y cal.

### **Muestra:**

“Subconjunto de la población que se limita con mediciones o experimentos para obtener resultados, es decir, una muestra que forma parte de un conjunto representativo” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018).

Según las normas ASTM C39 y ASTM C496 se establecerá la muestra, donde depende del tamaño de la muestra, definiremos la Cal por (Aguilar, y otros, 2021), definió la relación óptima es (3%, 4% y 5%) de cal en la mejora de f'c del concreto, por lo que se elige como aditivo permanente en la mezcla; la tasa de aditivo es 5%, 10% y 12.5% de ceniza de cáscara de maíz.

La norma E-060 nos dice que un ensayo consta de 3 muestras; teniendo esto en cuenta, se cuenta con 04 diseños mixtos los días 7, 14 y 28 que probarán 90 muestras estadísticas óptima, por lo que el diseño de los números coincidirá con la muestra probada (ver tabla N° 03). Detallando la cantidad de muestras en la tabla N°03.

**Tabla N° 3: Dosificaciones**

<b>DISEÑO</b>	<b>DOSIFICACION</b>		
	<b>Cal</b>	<b>+</b>	<b>Ceniza de chala de maíz</b>
Patrón	0%		0%
D – 1	3%		5.00%
D – 2	3%		10.00%
D – 3	3%		12.50%
D – 4	4%		5.00%
D – 5	4%	+	10.00%
D – 6	4%		12.50%
D – 7	5%		5.00%
D – 8	5%		10.00%
D – 9	5%		12.50%

**Fuente:** Elaboración Propia (2022)

**Tabla N° 4: Muestra de Investigación**

DESCRIPCION	Axial	Flexión	Slump	Contenido de aire
Patrón	9	9	3	3
D – 1	9	9	3	3
D – 2	9	9	3	3
D – 3	9	9	3	3
D – 4	9	9	3	3
D – 5	9	9	3	3
D – 6	9	9	3	3
D – 7	9	9	3	3
D – 8	9	9	3	3
D – 9	9	9	3	3
TOTAL	90	90	30	30

**Fuente:** Elaboración Propia (2022)



**Figura 9.** Muestras elaboradas

Para complementar realizaremos los ensayos de peso unitario y granulometría de la ceniza de chala de maíz y cal.

### **Muestreo:**

“Se centra en la toma de una parte de los datos, para analizar sus características” (Arias, 2012). Por ello la presente investigación contara con muestreo, pues se elaborarán diseños de mezclas, no siendo probabilístico, determinando la idónea muestra.

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

#### **Técnica de investigación:**

“Preparación y aplicación de un anteproyecto, ayudando en la recopilación de necesaria información. Este estudio recopilara datos de laboratorio, tanto como

la interpretación y análisis” (Arias, 2012). En la observación directa revisamos la recolección de datos de manera precisa, ya que el diseño del experimento permite medir, observar y así comprender su causa y efecto.

### **Observación directa:**

“Consiste en que los estudiantes recopilan información y datos por sí mismos, utilizando el sentido de la observación directa sin resolver problemas” (Baena, 2017 pág. 72).

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

Herramientas con mayor precisión, es aquella que muestra todos los datos observables para describir los objetivos de investigación propuestos” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Las herramientas que se utilizarán son registradores de datos de laboratorio y el procesamiento de los datos.

### **Validez**

“La consistencia de un instrumento de medida, para medir la precisión del instrumento, es decir, demuestra su eficacia, describe o predice características, propiedades del instrumento de medida” (Lerma, 2012). La evaluación de tres (03) expertos pudiendo verificar las validaciones en el Anexo 04

**Tabla N° 5: Tabla de juicio de expertos**

<b>Experto</b>	<b>Exp. Académico</b>	<b>Apellidos y nombres</b>	<b>CIP</b>	<b>Validez</b>
A	Ingeniero Civil	Mamani Cutipa Ambrocio	41504	0.8
B	Ingeniero Civil	Cortez Vargas Juan Pedro Luciano	199843	0.8
C	Ingeniero Civil	Tunqui Cruz Max Roger Virgilio	197167	0.83
<i>Promedio de validez</i>				<i>0.81</i>

**Fuente:** Elaboración Propia (2022)

### **Confiabilidad**

“Referido a la medida del objetivo repite las mismas condiciones para obtener los mismos resultados” (Lerma, 2012). La confiabilidad se refiere al uso repetido

consistente de sujetos de prueba que, cuando se prueban continuamente, dan resultados entre ellos, formando así la base para los resultados obtenidos. Cuando se utilice en la pista de pruebas, se proporcionará un certificado de calibración del equipo utilizado.

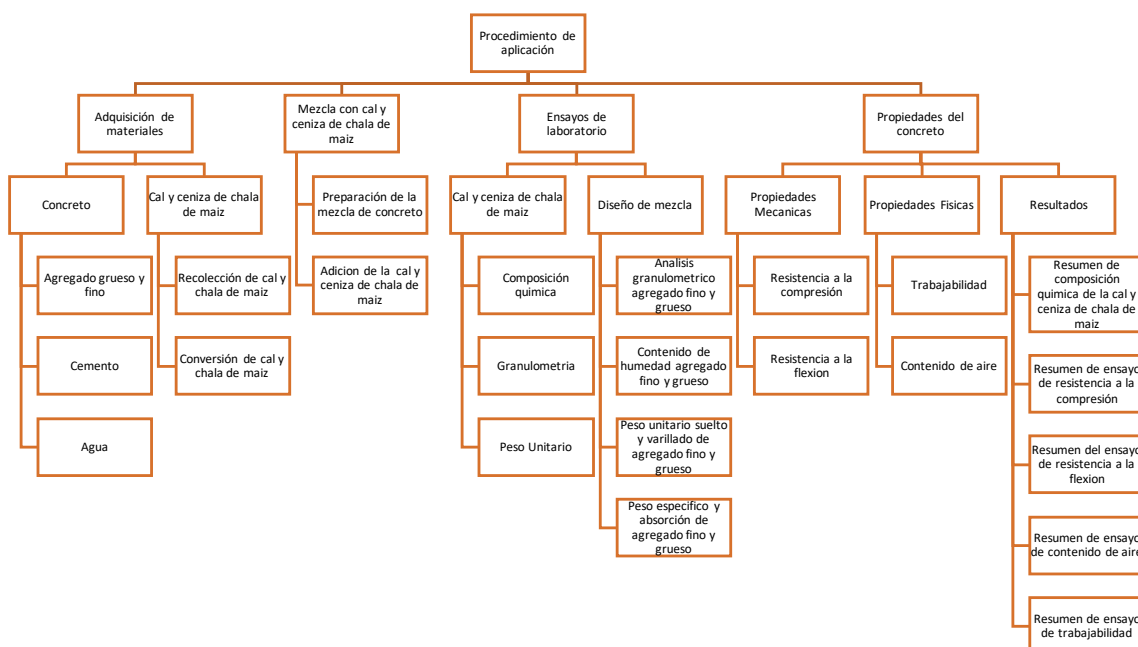
**Tabla N° 6: Tabla de escala de confiabilidad**

<b>Rangos</b>	0.81 a 1.00	0.61 a 0.80	0.41 a 0.60	0.21 a 0.40	0.01 a 0.20
<b>Magnitud</b>	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja

**Fuente:** (BOLIVAR, 2002)

### 3.5. Procedimientos

El procedimiento para obtener la mezcla para el concreto es contar con los insumos como los agregados fino y grueso, agua, cemento y la dosificación con cal y ceniza de chala de maíz, con los que se elaboran testigos cilíndricos de concreto ensayados en el laboratorio.



**Figura 10. Cuadro de procedimiento**

### 3.5.1 Obtención de cenizas de chala de maíz

#### Recolección

La recolección de la chala de maíz se realiza en la provincia de Urubamba distrito de Urubamba, ubicado en las coordenadas geográficas 813783.92 m E-8527244.98 m S.



**Figura 11.** *Recolección de materia prima*

#### Incineración

La quema de la chala de maíz se realiza en una cocina artesanal sobre una superficie metálica la cual permite que la ceniza no se contamine con sustancias externas.



**Figura 12.** *Incineración de materia prima*



## Tamizado

Una vez enfriada las cenizas estas son tamizadas a través de la malla #20, para eliminar las impurezas y restos de carbón, logrando una finura uniforme.



**Figura 13.** Tamizado de la ceniza

### 3.5.2 Estudios de laboratorio

Los ensayos llevados a cabo en el laboratorio INGEOMAT, la descripción de dichos ensayos y sus respectivos códigos se detallan a continuación.

- Ensayo de granulometría : ASTM C33
- Peso específico : ASTM C29
- Contenido de humedad : ASTM D854
- Módulo de fineza : ASTM C136
- Ensayo de compresión : ASTM C39 / NTP339.034:2015
- Ensayo a flexión : ASTM C293 / NTP339.079:2012
- Análisis químico de la ceniza: ASTM C618 / NTP 334.104:2018
- Diseño de mezclas : ACI 211 con adición de cal 3% ,4%y 5%y ceniza de chala de maíz 5%,10%y 12.5%.

### 3.6. Método de análisis de datos

#### Prospectivo:

“Se hará por observación directa, por lo que visualizaremos cada prueba, prueba de laboratorio y las anotaciones correspondientes requeridas de nuestros resultados para compararlos con la hipótesis” (Unidad Académica de estudios generales;, 2018).

Se realizan los ensayos en el laboratorio INGEOMAT:

En esta investigación se aplica el método inductivo, después de realizar los trabajos de campo y laboratorio se realiza el análisis de los datos obtenidos con los cuales se explican las conclusiones que se desarrollan en el capítulo 4, como la interpretación de gráficos, análisis de las variables y sus dimensiones, análisis estadístico referencial.

### **3.6.1. Cuantificación de la variación de las propiedades del concreto en estado fresco con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos.**

- Trabajabilidad : ASTM C144
- Contenido de Aire : ASTM C231

### **3.6.2. Determinación del cambio de la resistencia a la compresión con adición de cal y ceniza de chal de maíz en pavimentos rígidos.**

1. Características de los materiales, cal y ceniza de chala de maíz

#### **Agregado Grueso**

- Peso específico: 2.54gr/cm<sup>3</sup>
- Granulometría: Al realizar el análisis granulométrico por tamizado se determina que el tamaño máximo nominal de la piedra es de 3/4", teniendo un módulo de fineza de 6.94 por ello el agregado es óptimo para utilizar en diseño de mezclas de concreto.
- Contenido de humedad: 0.66%

#### **Agregado fino**

- Peso específico: 2.50gr/cm<sup>3</sup>
- Granulometría: Al realizar el análisis granulométrico por tamizado se determina que la arena cumple con la pasante malla #4 teniendo un módulo de fineza de 3.35 y pasante malla #100 menor a 5.19% por ello el agregado es óptimo para utilizar en diseños de mezclas de concreto.
- Contenido de humedad: 2.77%

## 2. Características de los materiales cal y ceniza de chala de maíz

### Cal

- Peso específico: 1.00 gr/cm<sup>3</sup>

### Ceniza de chala de maíz

- Peso específico: 1.81 gr/cm

#### a) Elaboración del concreto, obtener muestra y muestreo

**Tabla N° 7: Muestras y muestreos del concreto**

Descripción	EDAD DE CONCRETO Y PORCENTAJE DE ADICION											
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
	0%	0%	0%	3% + 5%	3% + 5%	3% + 5%	4% + 10%	4% + 10%	4% + 10%	5% + 12.5%	5% + 12.5%	5% + 12.5%
Resistencia a compresión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Resistencia a flexión	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

**Fuente:** Elaboración Propia (2022)

Determinación de la variación de la resistencia a la flexión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos. Las muestras se elaboraron de acuerdo a la norma E-060, los 04 tipos de diseños empleados, a las cantidades de ceniza de chala de maíz y cal; y a los tiempos que se ensayaron en el laboratorio en las edades de 7, 14 y 28 días, se someterán a los ensayos de rotura para la compresión axial y flexión, contenido de aire, y al Slump.

### 3.6.3. Caracterización de materiales.

Realizándose la observación directa de la muestra, obtendremos la evidencia de prueba en el laboratorio con las anotaciones necesarias emparejando con objetivos e hipótesis.

**La ceniza de Chala de Maíz,** El maíz es el principal cultivo del Valle de Urubamba o Valle Sagrado de los Incas ubicado a una altitud de 2750 a 2950 m sobre el nivel del mar, siendo el productor del maíz blanco gigante, cubriendo

más del 90% del área; Cerca de 7.000 hectáreas están sembradas con cereales y otras 1.000 hectáreas están sembradas con maíz. Los productores pesen los terrenos en las siguientes proporciones: el 81% de los productores tienen una superficie menor a 3 hectáreas; El 14,5% tiene una superficie de 3 a 9,9 ha y el 3% tiene una superficie de 10 a 49 ha. El 1,2% de los productores de fondo de valle también poseen.



**Figura 14:** Chala de Maíz



**Figura 15:** Ceniza de Chala de Maíz

Preparación de cenizas de Chala de Maíz: Según Diaz (2019, pág. 21) indica que: La ceniza es un residuo mineral resultante de la combustión completa de una determinada cantidad de materias primas de los productos de molienda. Finalmente, las cenizas del Chala de Maíz, son transportadas sin ningún tratamiento a los laboratorios o para las pruebas químicas, el cual se adjunta en el **Anexo 08.01.01 Análisis químico de ceniza de Chala de Maíz – Laboratorio Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco**. Dando el siguiente resumen:

**Tabla N° 8:** Análisis químico – ceniza de Chala de Maíz

Resultado de Análisis	Ceniza de Chala de Maíz
SiO <sub>2</sub> %	44.90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	9.80
CaO %	5.30
MgO %	4.03

La información es obtenida de los ensayos de laboratorio del **Anexo 08.02: Ensayo de diseño de mezclas**.

a) Características de la composición de la briqueta de concreto

- Peso Específico de la ceniza de chala de maíz 1.81 gr/cm<sup>3</sup>
- Tamizado de la ceniza de chala de maíz malla 200
- Peso Específico: Los valores expresados a continuación, proceden del anexo 4.

➤ Cemento	:	2.85 gr/cm <sup>3</sup>
➤ Agregado fino	:	2.50 gr/cm <sup>3</sup>
➤ Agregado grueso	:	2.54 gr/cm <sup>3</sup>
➤ Ceniza de Chala de Maíz	:	1.81 gr/cm <sup>3</sup>

- Tamizado: El proceso de tamizado se muestran en los anexos 4

➤ Agregado fino	:	Para la malla 100
➤ Agregado grueso	:	Pasa la malla ¾ pulg
➤ Ceniza de Chala de Maíz	:	Pasa la malla 200

b) Diseño de mezclas de la briqueta de concreto, ver anexo 08.02

### 3.6.4. Diseño de mezclas

Fue realizado según ACI 211, en el **Anexo 08.02: Ensayo de diseño de mezclas**, para el concreto patrón la resistencia diseño es  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y el concreto se realiza con una combinación de Ceniza de chala de maíz en las dosificaciones de 5%, 10% y 12.5%, y la cal en 3%, 4% y 5% se procedió con los datos por m<sup>3</sup> de concreto elaborado:

**Tabla N° 9:** Diseño de mezclas Patrón (p)

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
<b>TOTAL</b>	<b>122.89</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 10: Diseño P + 3%Cal + 5% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	1.07	5.00 %
cal (kg)	0.634	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 11: Diseño P + 3%Cal + 10% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	2.113	5.00 %
cal (kg)	0.634	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 12: Diseño P + 3%Cal + 12.5% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	2.642	5.00 %
cal (kg)	0.634	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 13: Diseño P + 4%Cal + 5% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	1.056	5.00 %
cal (kg)	0.845	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 14: Diseño P + 4%Cal + 10% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	2.113	5.00 %
cal (kg)	0.845	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 15: Diseño P + 4%Cal + 12.5% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	2.642	5.00 %
cal (kg)	0.845	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 16: Diseño P + 5%Cal + 5% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	1.057	5.00 %
cal (kg)	1.057	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 17: Diseño P + 5%Cal + 10% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	2.113	5.00 %
cal (kg)	1.057	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 18: Diseño P + 5%Cal + 12.5% C.C.M**

<b>Materiales</b>	<b>Kg</b>	<b>%</b>
Cemento(kg)	21.134	17.31
Agregado fino (kg)	35.615	29.17
Agregado Grueso (kg)	50.613	41.46
Agua (kg)	14.727	12.06
total	122.89	100.00%
ceniza de chala de maíz (kg)	2.642	5.00 %
cal (kg)	1.057	3.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)



**Tabla N° 19:** Cantidad de adiciones en relación al peso del cemento

Descripción	% Cal	Kg	% CCM	Kg
Peso del cemento	100.00%	365.925	100.00%	365.925
Patrón (P)	0.00%	0.000	0.00%	0.00
D - 1	3.00%	70.00	5.00%	117.00
D - 2	3.00%	70.00	10.00%	235.00
D - 3	3.00%	70.00	12.50%	294.00
D - 4	4.00%	94.00	5.00%	117.00
D - 5	4.00%	94.00	10.00%	235.00
D - 6	4.00%	94.00	12.50%	294.00
D - 7	5.00%	117.00	5.00%	117.00
D - 8	5.00%	117.00	10.00%	235.00
D - 9	5.00%	117.00	12.50%	294.00

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

Continuaremos Con el análisis de los datos desde el primer objetivo específico hasta lograr el objetivo general de la investigación:

### 3.6.5 Determinación de los efectos que tiene la chala de maíz y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos Cusco 2022

**Tabla N° 20:** Resultados de trabajabilidad

Dosificación	Slump obtenido	Desviación estándar Ss	Slump Corregido = Slump – Ss
P	3.7		3.2
D - 1	3.6		3.1
D - 2	3.5		3.0
D - 3	3.4		2.9
D - 4	3.2		2.7
D - 5	3.3	0.45	2.8
D - 6	3.2		2.7
D - 7	2.0		1.5
D - 8	3.0		2.5
D - 9	3.0		2.5

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**3.6.6 Determinación de los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos Cusco 2022.**

**Tabla N° 21: Resultados de contenido de aire**

Dosificación	Contenido de aire	Desviación estándar Ss	Contenido de aire Corregido = C.A – Ss
P	2.6		2.16
D - 1	2.2		1.76
D - 2	2		1.56
D - 3	1.5		1.06
D - 4	2		1.56
D - 5	1.8	0.44	1.36
D - 6	1.4		0.96
D - 7	2		1.56
D - 8	1.5		1.06
D - 9	1.0		0.56

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### 3.6.7 Determinación cambio de la resistencia a la compresión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos Cusco 2022.

**Tabla N° 22:  $f'c$  – 07 días briquetas**

N°	N° de Ensayo	% DE CAL	% DE C.E.	$f'c$ Diseño		Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% $f'c$ diseño de probeta	% $f'c$ diseño que debe tener
				Dial	Mpa					
1	1	0%	0%	15.021	210	153.17	154.51	143.61	72.94%	68.39%
2		0%	0%	15.111	210	154.09		143.61	73.37%	68.39%
3		0%	0%	15.325	210	156.27		143.61	74.41%	68.39%
4	2	3%	5%	15.658	210	159.66	160.10	143.61	76.03%	68.39%
5		3%	5%	15.748	210	160.58		143.61	76.47%	68.39%
6		3%	5%	15.696	210	160.05		143.61	76.22%	68.39%
7	3	3%	10%	16.021	210	163.37	164.44	143.61	77.79%	68.39%
8		3%	10%	16.212	210	165.31		143.61	78.72%	68.39%
9		3%	10%	16.145	210	164.63		143.61	78.40%	68.39%
10	4	3%	12.5%	15.412	210	157.16	156.45	143.61	74.84%	68.39%
11		3%	12.5%	15.332	210	156.34		143.61	74.45%	68.39%
12		3%	12.5%	15.285	210	155.86		143.61	74.22%	68.39%
13	5	4%	5%	16.021	210	163.37	163.88	143.61	77.79%	68.39%
14		4%	5%	16.141	210	164.59		143.61	78.38%	68.39%
15		4%	5%	16.051	210	163.67		143.61	77.94%	68.39%
16	6	4%	10%	16.656	210	169.84	170.80	143.61	80.88%	68.39%
17		4%	10%	16.854	210	171.86		143.61	81.84%	68.39%
18		4%	10%	16.741	210	170.71		143.61	81.29%	68.39%
19	7	4%	12.5%	16.021	210	163.37	164.66	143.61	77.79%	68.39%
20		4%	12.5%	16.141	210	164.59		143.61	78.38%	68.39%
21		4%	12.5%	16.281	210	166.02		143.61	79.06%	68.39%
22	8	5%	5%	16.525	210	168.51	169.71	143.61	80.24%	68.39%
23		5%	5%	16.656	210	169.84		143.61	80.88%	68.39%
24		5%	5%	16.747	210	170.77		143.61	81.32%	68.39%
25	9	5%	10%	17.021	210	173.56	174.38	143.61	82.65%	68.39%
26		5%	10%	17.214	210	175.53		143.61	83.59%	68.39%
27		5%	10%	17.069	210	174.05		143.61	82.88%	68.39%
28	10	5%	12.5%	16.585	210	169.12	168.58	143.61	80.53%	68.39%
29		5%	12.5%	16.847	210	171.79		143.61	81.80%	68.39%
30		5%	12.5%	16.166	210	164.84		143.61	78.50%	68.39%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 23: f'c – 14 días briquetas**

N° de Briqueta	N° de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE CHALA DE MAIZ	Dial	f'c (kg/cm2) Diseño	Resist. de Probeta	Promedio	Resist. que debe tener	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener
				Mpa		(kg/cm2)		(kg/cm2)	(kg/cm2)	%
1	1	0 %	0 %	18.141	210	184.98	185.98	179.42	88.09%	85.44%
2		0 %	0 %	18.323	210	186.84		179.42	88.97%	85.44%
3		0 %	0 %	18.251	210	186.11		179.42	88.62%	85.44%
4	2	3 %	5 %	18.965	210	193.39	192.99	179.42	92.09%	85.44%
5		3 %	5 %	18.859	210	192.31		179.42	91.57%	85.44%
6		3 %	5 %	18.955	210	193.28		179.42	92.04%	85.44%
7	3	3 %	10 %	19.211	210	195.89	196.45	179.42	93.28%	85.44%
8		3 %	10 %	19.321	210	197.02		179.42	93.82%	85.44%
9		3 %	10 %	19.265	210	196.45		179.42	93.55%	85.44%
10	4	3 %	12.5 %	18.541	210	189.06	189.78	179.42	90.03%	85.44%
11		3 %	12.5 %	18.641	210	190.08		179.42	90.52%	85.44%
12		3 %	12.5 %	18.652	210	190.19		179.42	90.57%	85.44%
13	5	4 %	5 %	19.214	210	195.93	196.53	179.42	93.30%	85.44%
14		4 %	5 %	19.325	210	197.06		179.42	93.84%	85.44%
15		4 %	5 %	19.281	210	196.61		179.42	93.62%	85.44%
16	6	4 %	10 %	19.968	210	203.61	203.30	179.42	96.96%	85.44%
17		4 %	10 %	19.859	210	202.50		179.42	96.43%	85.44%
18		4 %	10 %	19.985	210	203.79		179.42	97.04%	85.44%
19	7	4 %	12.5 %	18.985	210	193.59	193.09	179.42	92.19%	85.44%
20		4 %	12.5 %	18.859	210	192.31		179.42	91.57%	85.44%
21		4 %	12.5 %	18.965	210	193.39		179.42	92.09%	85.44%
22	8	5 %	5 %	19.968	210	203.61	203.35	179.42	96.96%	85.44%
23		5 %	5 %	19.858	210	202.49		179.42	96.42%	85.44%
24		5 %	5 %	19.999	210	203.93		179.42	97.11%	85.44%
25	9	5 %	10 %	20.210	210	206.08	207.17	179.42	98.13%	85.44%
26		5 %	10 %	20.325	210	207.25		179.42	98.69%	85.44%
27		5 %	10 %	20.415	210	208.17		179.42	99.13%	85.44%
28	10	5 %	12.5 %	19.858	210	202.49	200.78	179.42	96.42%	85.44%
29		5 %	12.5 %	19.658	210	200.45		179.42	95.45%	85.44%
30		5 %	12.5 %	19.555	210	199.40		179.42	94.95%	85.44%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 24: f'c – 28 días briquetas**

N° de Briqueta	N° de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE CHALA DE MAIZ	Dial	f'c (kg/cm2) Diseño	Resist. de Probeta	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener
				Mpa		(kg/cm2)		%	%
1	1	0 %	0 %	21.321	210	217.41	217.31	103.53%	100.00%
2		0 %	0 %	21.251	210	216.70		103.19%	100.00%
3		0 %	0 %	21.362	210	217.83		103.73%	100.00%
4	2	3 %	5 %	21.965	210	223.98	223.69	106.66%	100.00%
5		3 %	5 %	21.859	210	222.90		106.14%	100.00%
6		3 %	5 %	21.988	210	224.21		106.77%	100.00%
7	3	3 %	10 %	22.032	210	224.66	226.67	106.98%	100.00%
8		3 %	10 %	22.141	210	225.77		107.51%	100.00%
9		3 %	10 %	22.514	210	229.58		109.32%	100.00%
10	4	3 %	12.5 %	21.565	210	219.90	220.96	104.71%	100.00%
11		3 %	12.5 %	21.695	210	221.22		105.34%	100.00%
12		3 %	12.5 %	21.747	210	221.75		105.60%	100.00%
13	5	4 %	5 %	22.156	210	225.92	226.83	107.58%	100.00%
14		4 %	5 %	22.254	210	226.92		108.06%	100.00%
15		4 %	5 %	22.325	210	227.65		108.40%	100.00%
16	6	4 %	10 %	23.210	210	236.67	236.34	112.70%	100.00%
17		4 %	10 %	23.101	210	235.56		112.17%	100.00%
18		4 %	10 %	23.220	210	236.77		112.75%	100.00%
19	7	4 %	12.5 %	22.141	210	225.77	227.89	107.51%	100.00%
20		4 %	12.5 %	22.325	210	227.65		108.40%	100.00%
21		4 %	12.5 %	22.581	210	230.26		109.65%	100.00%
22	8	5 %	5 %	22.858	210	233.08	233.86	110.99%	100.00%
23		5 %	5 %	22.965	210	234.17		111.51%	100.00%
24		5 %	5 %	22.980	210	234.33		111.58%	100.00%
25	9	5 %	10 %	23.969	210	244.41	244.10	116.39%	100.00%
26		5 %	10 %	23.859	210	243.29		115.85%	100.00%
27		5 %	10 %	23.988	210	244.61		116.48%	100.00%
28	10	5 %	12.5 %	22.656	210	231.02	232.02	110.01%	100.00%
29		5 %	12.5 %	22.858	210	233.08		110.99%	100.00%
30		5 %	12.5 %	22.747	210	231.95		110.45%	100.00%

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 25:** Resultados de la resistencia a la compresión

<b>Dosificación</b>	<b>f c obtenido</b>	<b>Desviación estándar Ss</b>	<b>f c corregido =f c-Ss kg/cm2</b>
P	217.31		209.86
D - 1	223.7		216.25
D - 2	226.67		219.22
D - 3	220.96		213.51
D - 4	226.83	7.45	219.38
D - 5	236.33		228.88
D - 6	227.89		220.44
D - 7	233.86		226.41
D - 8	244.1		236.65
D - 9	232.02		224.57

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

### 3.6.8 Determinación la variación de la resistencia a la flexión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos Cusco 2022

**Tabla N° 26:  $f'c$  – 07 días viguetas**

N°	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)		P	R	Promedio
1	0 %	0 %	1965.33 kg	26.19 kg/cm <sup>2</sup>	
2	0 %	0 %	1985.54 kg	26.46 kg/cm <sup>2</sup>	26.32 kg/cm <sup>2</sup>
3	0 %	0 %	1974.26 kg	26.31 kg/cm <sup>2</sup>	
4	3 %	5 %	2012.36 kg	26.82 kg/cm <sup>2</sup>	
5	3 %	5 %	2011.45 kg	26.81 kg/cm <sup>2</sup>	26.96 kg/cm <sup>2</sup>
6	3 %	5 %	2045.24 kg	27.26 kg/cm <sup>2</sup>	
7	3 %	10 %	2086.69 kg	27.81 kg/cm <sup>2</sup>	
8	3 %	10 %	2096.45 kg	27.94 kg/cm <sup>2</sup>	27.82 kg/cm <sup>2</sup>
9	3 %	10 %	2078.11 kg	27.70 kg/cm <sup>2</sup>	
10	3 %	12.5 %	2004.36 kg	26.71 kg/cm <sup>2</sup>	
11	3 %	12.5 %	2011.65 kg	26.81 kg/cm <sup>2</sup>	26.76 kg/cm <sup>2</sup>
12	3 %	12.5 %	2008.41 kg	26.77 kg/cm <sup>2</sup>	
13	4 %	5 %	2065.36 kg	27.53 kg/cm <sup>2</sup>	
14	4 %	5 %	2075.14 kg	27.66 kg/cm <sup>2</sup>	27.57 kg/cm <sup>2</sup>
15	4 %	5 %	2064.11 kg	27.51 kg/cm <sup>2</sup>	
16	4 %	10 %	2101.36 kg	28.01 kg/cm <sup>2</sup>	
17	4 %	10 %	2105.45 kg	28.06 kg/cm <sup>2</sup>	28.12 kg/cm <sup>2</sup>
18	4 %	10 %	2122.34 kg	28.29 kg/cm <sup>2</sup>	
19	4 %	12.5 %	2012.66 kg	26.82 kg/cm <sup>2</sup>	
20	4 %	12.5 %	2032.45 kg	27.09 kg/cm <sup>2</sup>	27.05 kg/cm <sup>2</sup>
21	4 %	12.5 %	2044.12 kg	27.24 kg/cm <sup>2</sup>	
22	5 %	5 %	2102.65 kg	28.02 kg/cm <sup>2</sup>	
23	5 %	5 %	2141.31 kg	28.54 kg/cm <sup>2</sup>	28.35 kg/cm <sup>2</sup>
24	5 %	5 %	2136.26 kg	28.47 kg/cm <sup>2</sup>	
25	5 %	10 %	2231.31 kg	29.74 kg/cm <sup>2</sup>	
26	5 %	10 %	2241.59 kg	29.88 kg/cm <sup>2</sup>	29.94 kg/cm <sup>2</sup>
27	5 %	10 %	2265.21 kg	30.19 kg/cm <sup>2</sup>	
28	5 %	12.5 %	2105.77 kg	28.07 kg/cm <sup>2</sup>	
29	5 %	12.5 %	2141.36 kg	28.54 kg/cm <sup>2</sup>	28.49 kg/cm <sup>2</sup>
30	5 %	12.5 %	2165.11 kg	28.86 kg/cm <sup>2</sup>	

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 27: f'c – 14 días viguetas**

N°	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)		P	R	Promedio
1	0 %	0 %	2012.36 kg	26.82 kg/cm2	
2	0 %	0 %	2033.41 kg	27.10 kg/cm2	26.91 kg/cm2
3	0 %	0 %	2011.25 kg	26.81 kg/cm2	
4	3 %	5 %	2096.56 kg	27.94 kg/cm2	
5	3 %	5 %	2089.11 kg	27.84 kg/cm2	27.93 kg/cm2
6	3 %	5 %	2099.99 kg	27.99 kg/cm2	
7	3 %	10 %	2112.31 kg	28.15 kg/cm2	
8	3 %	10 %	2145.30 kg	28.59 kg/cm2	28.54 kg/cm2
9	3 %	10 %	2165.43 kg	28.86 kg/cm2	
10	3 %	12.5 %	2096.26 kg	27.94 kg/cm2	
11	3 %	12.5 %	2084.69 kg	27.78 kg/cm2	27.81 kg/cm2
12	3 %	12.5 %	2078.26 kg	27.70 kg/cm2	
13	4 %	5 %	2121.42 kg	28.27 kg/cm2	
14	4 %	5 %	2144.39 kg	28.58 kg/cm2	28.43 kg/cm2
15	4 %	5 %	2134.26 kg	28.45 kg/cm2	
16	4 %	10 %	2210.31 kg	29.46 kg/cm2	
17	4 %	10 %	2213.35 kg	29.50 kg/cm2	29.57 kg/cm2
18	4 %	10 %	2232.15 kg	29.75 kg/cm2	
19	4 %	12.5 %	2136.25 kg	28.47 kg/cm2	
20	4 %	12.5 %	2155.44 kg	28.73 kg/cm2	28.57 kg/cm2
21	4 %	12.5 %	2139.26 kg	28.51 kg/cm2	
22	5 %	5 %	2231.21 kg	29.74 kg/cm2	
23	5 %	5 %	2236.58 kg	29.81 kg/cm2	29.81 kg/cm2
24	5 %	5 %	2241.19 kg	29.87 kg/cm2	
25	5 %	10 %	2314.20 kg	30.84 kg/cm2	
26	5 %	10 %	2362.21 kg	31.48 kg/cm2	31.25 kg/cm2
27	5 %	10 %	2358.15 kg	31.43 kg/cm2	
28	5 %	12.5 %	2219.51 kg	29.58 kg/cm2	
29	5 %	12.5 %	2251.26 kg	30.00 kg/cm2	29.82 kg/cm2
30	5 %	12.5 %	2241.02 kg	29.87 kg/cm2	

**Fuente:** Elaboración propia (2022)



**Tabla N° 28:  $f'c$  –28 días viguetas**

N°	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)		P	R	Promedio
1	0 %	0 %	2261.26 kg	30.14 kg/cm <sup>2</sup>	
2	0 %	0 %	2241.57 kg	29.88 kg/cm <sup>2</sup>	29.92 kg/cm <sup>2</sup>
3	0 %	0 %	2232.21 kg	29.75 kg/cm <sup>2</sup>	
4	3 %	5 %	2302.12 kg	30.68 kg/cm <sup>2</sup>	
5	3 %	5 %	2304.16 kg	30.71 kg/cm <sup>2</sup>	30.73 kg/cm <sup>2</sup>
6	3 %	5 %	2311.51 kg	30.81 kg/cm <sup>2</sup>	
7	3 %	10 %	2365.22 kg	31.52 kg/cm <sup>2</sup>	
8	3 %	10 %	2385.49 kg	31.79 kg/cm <sup>2</sup>	31.63 kg/cm <sup>2</sup>
9	3 %	10 %	2369.22 kg	31.58 kg/cm <sup>2</sup>	
10	3 %	12.5 %	2296.25 kg	30.60 kg/cm <sup>2</sup>	
11	3 %	12.5 %	2284.26 kg	30.44 kg/cm <sup>2</sup>	30.46 kg/cm <sup>2</sup>
12	3 %	12.5 %	2274.69 kg	30.32 kg/cm <sup>2</sup>	
13	4 %	5 %	2396.41 kg	31.94 kg/cm <sup>2</sup>	
14	4 %	5 %	2385.19 kg	31.79 kg/cm <sup>2</sup>	31.90 kg/cm <sup>2</sup>
15	4 %	5 %	2399.41 kg	31.98 kg/cm <sup>2</sup>	
16	4 %	10 %	2411.25 kg	32.14 kg/cm <sup>2</sup>	
17	4 %	10 %	2406.29 kg	32.07 kg/cm <sup>2</sup>	32.21 kg/cm <sup>2</sup>
18	4 %	10 %	2432.19 kg	32.42 kg/cm <sup>2</sup>	
19	4 %	12.5 %	2365.96 kg	31.53 kg/cm <sup>2</sup>	
20	4 %	12.5 %	2385.45 kg	31.79 kg/cm <sup>2</sup>	31.67 kg/cm <sup>2</sup>
21	4 %	12.5 %	2377.74 kg	31.69 kg/cm <sup>2</sup>	
22	5 %	5 %	2452.12 kg	32.68 kg/cm <sup>2</sup>	
23	5 %	5 %	2432.62 kg	32.42 kg/cm <sup>2</sup>	32.65 kg/cm <sup>2</sup>
24	5 %	5 %	2465.11 kg	32.85 kg/cm <sup>2</sup>	
25	5 %	10 %	2515.36 kg	33.52 kg/cm <sup>2</sup>	
26	5 %	10 %	2511.45 kg	33.47 kg/cm <sup>2</sup>	33.54 kg/cm <sup>2</sup>
27	5 %	10 %	2523.64 kg	33.64 kg/cm <sup>2</sup>	
28	5 %	12.5 %	2415.33 kg	32.19 kg/cm <sup>2</sup>	
29	5 %	12.5 %	2411.06 kg	32.13 kg/cm <sup>2</sup>	32.40 kg/cm <sup>2</sup>
30	5 %	12.5 %	2466.00 kg	32.87 kg/cm <sup>2</sup>	

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 29: Ensayo de flexión a los 28 días**

Dosificación	R flexión obtenido	Desviación estándar Ss	R flexión corregido = flexión - Ss kg/cm2
P	29.92	1.036	28.88
D - 1	30.73		29.69
D - 2	31.63		30.59
D - 3	30.46		29.42
D - 4	31.9		30.86
D - 5	32.21		31.17
D - 6	31.67		30.63
D - 7	32.65		31.61
D - 8	33.54		32.50
D - 9	32.4		31.36

*Fuente: Elaboración propia (2022)*

### 3.6.9 Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos Cusco 2022.

**Tabla N° 30: Resultados obtenidos de los concretos modificados**

Dosificación	Trabajabilidad (pulg)	Contenido de aire (%)	Compresión (kg/cm2)	Flexión (kg/cm2)
<b>Patrón</b>	3.7	2.6	217.31	29.92
<b>D - 1</b>	3.6	2.2	223.7	30.73
<b>D - 2</b>	3.5	2	226.67	31.63
<b>D - 3</b>	3.4	1.5	220.96	30.46
<b>D - 4</b>	3.2	2	226.83	31.9
<b>D - 5</b>	3.3	1.8	236.33	32.21
<b>D - 6</b>	3.2	1.4	227.89	31.67
<b>D - 7</b>	2.0	2	233.86	32.65
<b>D - 8</b>	3.0	1.5	244.1	33.54
<b>D - 9</b>	3.0	1	232.02	32.4

*Fuente: Elaboración propia (2022)*

### 3.7. Aspectos éticos

Como futuro ingeniero civil, el presente proyecto desarrollaremos con honestidad, credibilidad, respeto y confianza, no copiando partes del trabajo de otros autores, respetando las opiniones de sus aportes, notando que todos los manuales, especificaciones y herramientas contenidas en las resoluciones correspondientes fueron utilizados en el estudio del proyecto y, en última instancia, comparados mediante el uso de la herramienta en línea de Turnitin.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la zona de estudio

#### Ubicación política

La presente investigación del proyecto: “Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022”, Se desarrollo en la cuenca central del Valle Sagrado en el distrito de Urubamba provincia de Urubamba y en el departamento del Cusco



**Figura 16.** Perú - Mapa

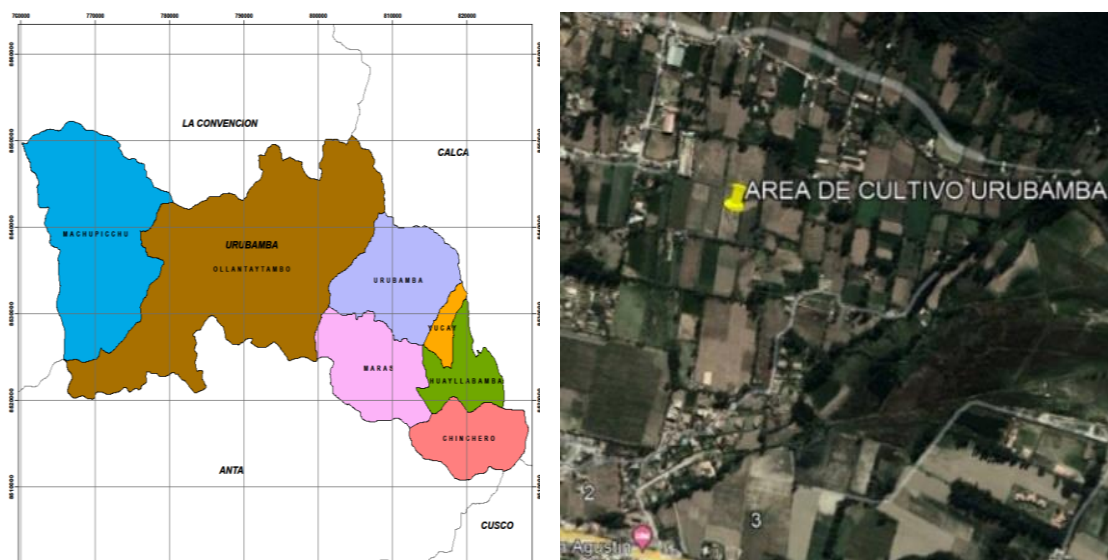
Fuente: Google Search



**Figura 17.** Cusco – Mapa de la Región

Fuente: Google Search

## Ubicación de proyecto



**Figura 18.** Mapa del Distrital de Urubamba

Fuente: Google Search

## Límites

Norte : con la provincia de La Convención.

Sur : Con la provincia del Cusco y Anta.

Este : Con la provincia de Calca.

Oeste : con la provincia de La Convención y Ollantaytambo.

## Ubicación Geográfica:

El distrito de Urubamba presenta las siguientes coordenadas geográficas: por norte 8527264 y por este 812270 contando con un área de 128.28km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud media entre los 2869 m.s.n.m. Según el INEI hasta el 2007 contaba con una población 17787 habitantes.

**Clima:** El clima de Urubamba se clasifica como cálido. Urubamba Es una ciudad con fuertes lluvias. Incluso en los meses más secos, llueve mucho. La temperatura media aquí es de 9,6 °C y la precipitación se estima en 1612 mm.

## 4.2. Resultados

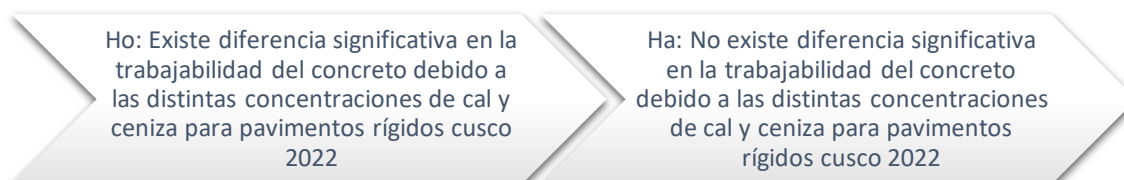
**4.2.1 Objetivo específico 1:** Determinación de los efectos de la ceniza de chala de maíz y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos Cusco 2022.

**Tabla N° 31:** Resultados de medición de la trabajabilidad Slump.

		3%	Cal 4%	5%
Cenizas	5%	3.60	3.20	2.00
		3.54	3.19	2.10
		3.66	3.21	1.90
	10%	3.50	3.30	3.00
		3.49	3.29	3.06
		3.51	3.31	2.94
	12.50%	3.40	3.20	3.01
		3.39	3.25	2.99
		3.41	3.15	3.00

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

### Hipótesis 01

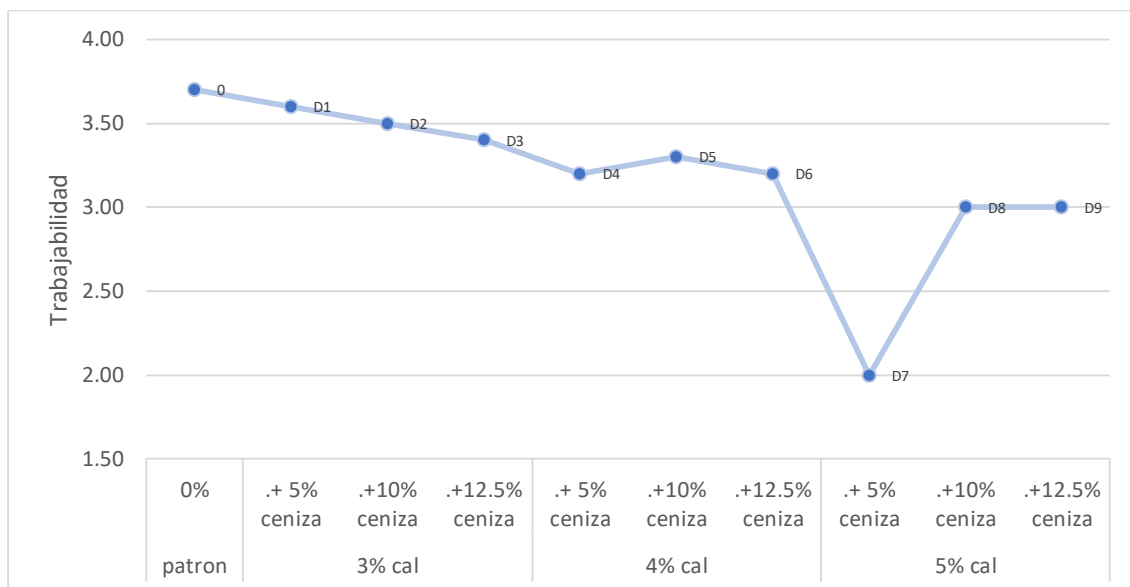


**Tabla N° 32:** Análisis factorial para trabajabilidad

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F critico	Sig.	decisión
Cal	3.260	2	1.630	726.238	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	0.560	2	0.280	124.752	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	1.520	4	0.380	169.307	2.927	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Error	0.040	18	0.002				
Total	5.380	26					

R al cuadrado = ,997

**Fuente:** Elaboración propia (2022)



**Figura 19.** Relación de trabajabilidad según la de dosificación

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 33:** Promedios de la trabajabilidad Slump.

		patrón (0%)	3%	Cal 4%	5%
Cenizas	patrón (0%)	3.7			
	5%		3.60	3.20	2.00
	10%		3.50	3.30	3.00
	12.5%		3.40	3.20	3.00

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

### Interpretación

Del análisis factorial con un sig de 0.000 para el tratamiento de cal, ceniza y la interacción de los dos indica que si existe diferencia significativa entre la trabajabilidad debido a los tratamientos propuestos.

Donde en la tabla 33 de los promedios y figura 19, la trabajabilidad del concreto modificado ensayados al momento de la elaboración la muestra D - 8 con 3.0 pulg, es el que presenta mejor trabajabilidad de todos los tratamientos estando en el margen de 2" a 4" según norma E060 – ASTM C 143.

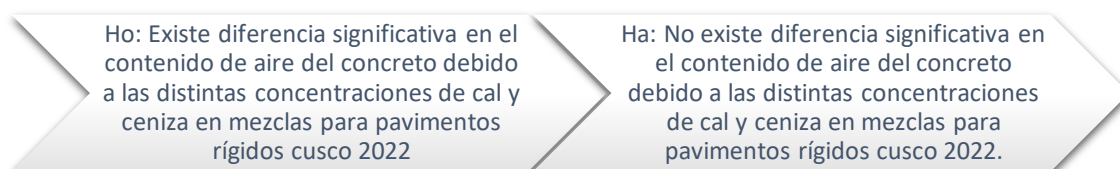
**4.2.2 Objetivo específico 2:** Determinación los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos Cusco 2022.

**Tabla N° 34:** Resultados del contenido de aire.

		Cal		
		3%	4%	5%
Cenizas	5%	2.20	2.00	2.00
		2.21	1.90	1.93
		2.19	2.10	2.07
	10%	2.00	1.80	1.50
		2.10	1.81	1.52
		1.90	1.79	1.48
	12.50%	1.50	1.40	1.00
		1.60	1.38	0.95
		1.40	1.42	1.05

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

### Hipótesis 02

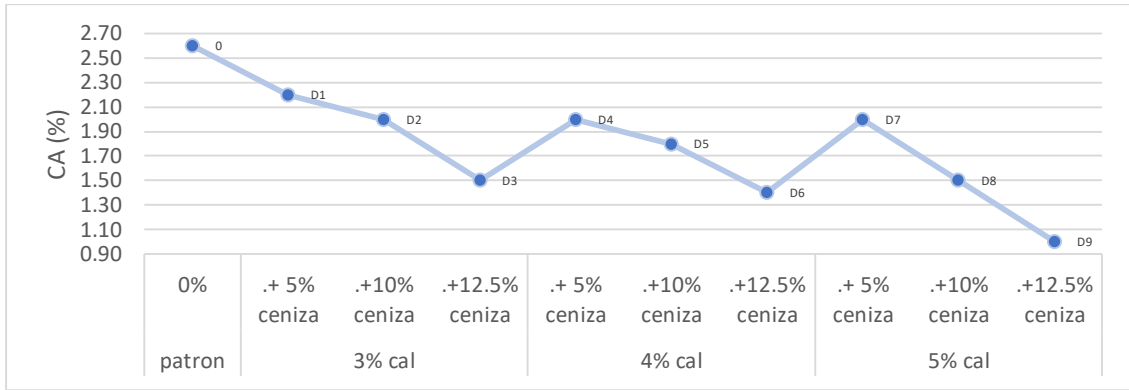


**Tabla N° 35:** Análisis factorial para contenido de aire.

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F critico	VP Sig.	decisión
Cal	0.727	2	0.363	85.156	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	2.687	2	1.343	314.844	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	0.153	4	0.038	8.984	2.927	,000	Se acepta h0
Error	0.077	18	0.004				
Total	3.643	26					

R al cuadrado = ,990

**Fuente:** Elaboración propia (2022)



**Figura 20.** Relación de contenido de aire según la dosificación

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 36:** Promedios del contenido de aire.

	patrón (0%)	3%	Cal 4%	5%
patrón (0%)	2.6			
5%		2.20	2.00	2.00
10%		2.00	1.80	1.50
12.5%		1.50	1.40	1.00

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

### Interpretación:

En la prueba de análisis factorial para la concentración de aire debido a las distintos tratamientos se observa valores sig de 0.000 indicando que los tratamientos propuestos sí tiene efecto en la concentración de aire en las mezclas propuestas

Donde en la tabla 36 y figura 20, el contenido de aire del concreto modificado, ensayados al momento de elaboración. La mezcla D – 8 es de 1.5% siendo la combinación con menor concentración de aire estando en el margen de 1% al 3% según norma E060 – ASTM C 231.

**4.2.3 Objetivo específico 3:** Determinación del cambio de la resistencia a la compresión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos cusco 2022.



**Tabla N° 37:** Resultados de la resistencia a compresión.

	día 7			día 14			día 28		
	3% cal	4% cal	5% cal	3% cal	4% cal	5% cal	3% cal	4% cal	5% cal
<b>5% ceniza</b>	159.66	163.37	168.51	193.39	195.93	203.61	223.98	225.92	233.08
	160.58	164.59	169.84	192.31	197.06	202.49	222.90	226.92	234.17
	160.05	163.67	170.77	193.28	196.61	203.93	224.21	227.65	234.33
<b>10% ceniza</b>	163.37	169.84	173.56	195.89	203.61	206.08	224.66	236.67	244.41
	165.31	171.86	175.53	197.02	202.50	207.25	225.77	235.56	243.29
	164.63	170.71	174.05	196.45	203.79	208.17	229.58	236.77	244.61
<b>12.5% ceniza</b>	157.16	163.37	169.12	189.06	193.59	202.49	219.90	225.77	231.02
	156.34	164.59	171.79	190.08	192.31	200.45	221.22	227.65	233.08
	155.86	166.02	164.84	190.19	193.39	199.40	221.75	230.26	231.95

	repetición	Día 7	día 14	día 28
<b>patrón</b>	1	153.17	184.98	217.41
	2	154.09	186.84	216.70
	3	156.27	186.11	217.83
<b>promedio</b>		154.51	185.98	217.31

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

### Hipótesis 03



**Tabla N° 38:** Análisis factorial para compresión día 7

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F critico	VP Sig.	decisión
Cal	506,012	2	253,006	117,189	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	222,381	2	111,191	51,502	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	16,585	4	4,146	1,920	2.927	,151	Se acepta h0
Error	38,861	18	2,159				
Total, corregido	783,839	26					

R al cuadrado = ,950

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 39:** Análisis factorial para compresión día 14

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F critico	VP Sig.	decisión
Cal	517,973	2	258,986	359,475	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	274,567	2	137,284	190,550	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	16,062	4	4,015	5,573	2.927	,004	Se rechaza H0 y acepta H1
Error	12,968	18	,720				
Total, corregido	821,570	26					

R al cuadrado = ,984

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Tabla N° 40:** Análisis factorial para compresión día 28

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F critico	VP Sig.	decisión
Cal	747,417	2	373,709	205,621	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	405,633	2	202,817	111,593	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	60,322	4	15,080	8,298	2.927	,001	Se rechaza H0 y acepta H1
Error	32,714	18	1,817				
Total, corregido	1246,086	26					

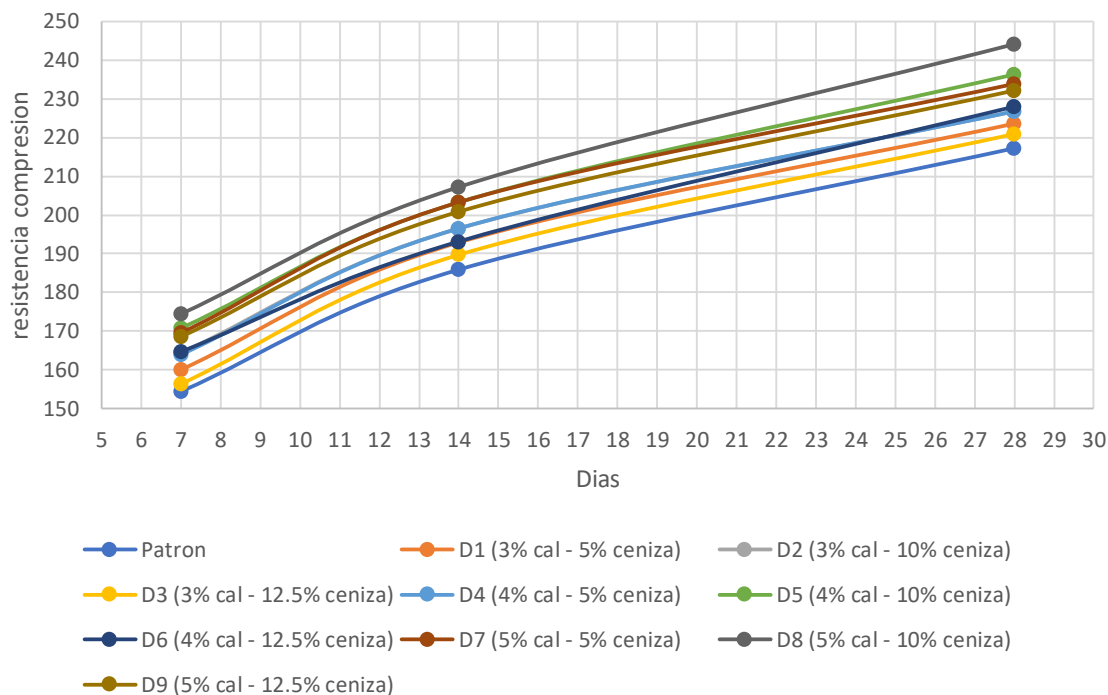
R al cuadrado = ,974

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

### **Interpretación:**

Se observa que en todos los tiempos evaluados el análisis factorial de resistencia a la compresión presenta niveles de significancia de 0.000 indicando que en el día 7, 14, 28 existe variación debido a los tratamientos propuestos.

Se observó el caso del día 7 donde la interacción de cal y ceniza es baja. Pero si son significativas los factores independientes de cal y ceniza.



**Figura 21.** Relación de compresión y de dosificación de cal y ceniza

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 41:** Promedios del nivel de compresión tolerado por días.

	día 7				día 14				día 28			
	Cal				Cal				Cal			
	patrón (0%)	3%	4%	5%	patrón (0%)	3%	4%	5%	patrón (0%)	3%	4%	5%
patrón (0%)	154.5				186.0				217.3			
5%		160.1	163.9	169.7		193.0	196.5	203.3		223.7	226.8	233.9
Cenizas 10%		164.4	170.8	174.4		196.5	203.3	207.2		226.7	236.3	244.1
12.5%		156.5	164.7	168.6		189.8	193.1	200.8		221.0	227.9	232.0

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Interpretación:**

En la tabla 41 de comparación de los promedios y figura 21, la resistencia a la compresión en las briquetas de concreto modificado a los 28 días en la dosificación D – 8 es de 244.10 kg/cm<sup>2</sup> es el que consigue la mayor resistencia a compresión superando la fuerza mínima de diseño según norma E060, teniendo

en cuenta el diseño de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Lo cual también se observa en el día 7 y 14 donde el tratamiento D8 es el de mayor resistencia.

**4.2.4 Objetivo específico 4:** Determinar la variación de la resistencia a la flexión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos cusco 2022.

**Tabla N° 42:** Resultados de la resistencia a la flexión.

	día 7			día 14			día 28		
	3% cal	4% cal	5% cal	3% cal	4% cal	5% cal	3% cal	4% cal	5% cal
<b>5% ceniza</b>	26.82	27.53	28.02	27.94	28.27	29.74	30.68	31.94	32.68
	26.81	27.66	28.54	27.84	28.58	29.81	30.71	31.79	32.42
	27.26	27.51	28.47	27.99	28.45	29.87	30.81	31.98	32.85
<b>10% ceniza</b>	27.81	28.01	29.74	28.15	29.46	30.84	31.52	32.14	33.52
	27.94	28.06	29.88	28.59	29.50	31.48	31.79	32.07	33.47
	27.70	28.29	30.19	28.86	29.75	31.43	31.58	32.42	33.64
<b>12.5% ceniza</b>	26.71	26.82	28.07	27.94	28.47	29.58	30.60	31.53	32.19
	26.81	27.09	28.54	27.78	28.73	30.00	30.44	31.79	32.13
	26.77	27.24	28.86	27.70	28.51	29.87	30.32	31.69	32.87

	repetición	día 7	día 14	día 28
<b>patrón</b>	1	26.19	26.82	30.14
	2	26.46	27.10	29.88
	3	26.31	26.81	29.75
<b>promedio</b>		26.32	26.91	29.92

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

#### Hipótesis 04

Ho: Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022

Ha: No existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022

**Tabla N° 43: Análisis factorial para flexión día 7**

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F crítico	VP Sig.	decisión
Cal	14,989	2	7,495	150,860	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	7,340	2	3,670	73,878	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	,884	4	,221	4,450	2.927	,011	Se rechaza H0 y acepta H1
Error	,894	18	,050				
Total, corregido	24,108	26					

R al cuadrado = ,963

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Tabla N° 44: Análisis factorial para flexión día 14**

Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F crítico	VP Sig.	decisión
Cal	22,498	2	11,249	258,044	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	6,729	2	3,364	77,176	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas	,643	4	,161	3,690	2.927	,023	Se rechaza H0 y acepta H1
Error	,785	18	,044				
Total, corregido	30,655	26					

R al cuadrado = ,974

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

**Tabla N° 45: Análisis factorial para flexión día 28**

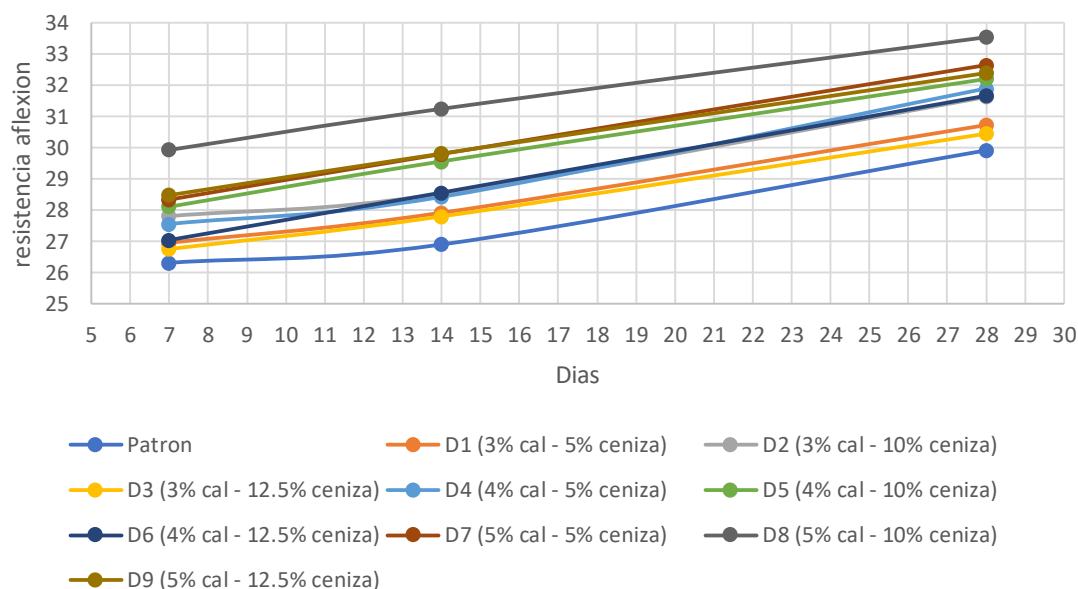
Origen	suma de cuadrados	gl	Media cuadrada	F calculado	F crítico	VP Sig.	decisión
Cal	16,676	2	8,338	229,839	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cenizas	4,380	2	2,190	60,368	3.554	,000	Se rechaza H0 y acepta H1
Cal * Cenizas (interacción)	,494	4	,124	3,405	2.927	,031	Se rechaza H0 y acepta H1
Error	,653	18	,036				
Total, corregido	22,203	26					

R al cuadrado = ,971

**Fuente:** *Elaboración propia (2022)*

## Interpretación:

La resistencia a flexión si varia debido a los y tratamientos propuestos con nivel de significancia inferiores a 0.05 en todos los factores de estudio a los 7, 14, 28 días.



**Figura 22:** Relación de flexión y dosificaciones de cal y ceniza

**Fuente:** Elaboración propia (2022)

**Tabla N° 46:** Promedios del nivel de flexión tolerado por días.

	día 7				día 14				día 28			
	patrón (0%)	Cal			patrón (0%)	Cal			patrón (0%)	Cal		
		3%	4%	5%		3%	4%	5%		3%	4%	5%
patrón (0%)	26.3				26.9				29.9			
Cenizas	5%	27.0	27.6	28.3	27.9	28.4	29.8		30.7	31.9	32.7	
	10%	27.8	28.1	29.9	28.5	29.6	31.3		31.6	32.2	33.5	
	12.5%	26.8	27.1	28.5	27.8	28.6	29.8		30.5	31.7	32.4	

## Interpretación:

En la tabla 46 y figura 22, la flexión en las viguetas de concreto modificado, ensayados a los 28 días en la dosificación D – 8 es de 33.54kg/cm<sup>2</sup>, superando el esfuerzo mínimo de 25 kg/cm<sup>2</sup> según norma E060 – ASTM C-78. Y siendo el mejor tratamiento respectiva al a flexión. Lo mismo que se observa a los días 7 y 14.

## V. DISCUSIÓN

### **Discusión 01: Determinación los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.**

En esta investigación, los resultados de la prueba de Slump para los ensayos a compresión y flexión, evidenciaron que, adicionando ceniza de chala de maíz y de cal, el asentamiento se redujo en un rango de 3.6 plg a 3.0 plg respecto a la muestra patrón de 3.7plg. la dosificación de mejor resultado presento al ensayo de compresión y flexión es la dosificación D-8 teniendo un slump de 3 plg siendo una mezcla blanda.

(Aguilar, y otros, 2021), concluyeron que la adición de cal para el concreto en el ensayo de trabajabilidad (SLUMP), fueron en las dosificaciones de 0% (3.7 pulg), 4% (3.5 pulg), 8% (3.5 pulg) y 12% (3.2 pulg). Por lo tanto, afectando el realizar el control de calidad. Estando en el margen de 2" a 4" según norma E060 – ASTM C 143. Se puede observar que se logró el objetivo 1 de la tesis.

### **Discusión 02: Determinación los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.**

En los resultados de la prueba de contenido de aire para los ensayos realizados se evidenciaron que, al adicionar la ceniza de chala de maíz y cal, el contenido de aire se reduce de 2.2% a 1% con respecto al diseño patrón que es de 2.6% teniendo en cuenta nuestra dosificación en estudio que es la D-8 con un contenido de aire de 1.5% estando en el (rango de variación), de 1% al 3% según norma E060 – ASTM C 231

(Oblitas, 2021), concluyo que la adición con cal hidratada para el concreto en el ensayo de contenido de aire, fueron en las dosificaciones de 0% (2.2%), 3% (2.0%), 5% (1.85%), 7% (1.75%), 10% (1.70%), y 15% (1.50%). Estando en el margen de 1% al 3% según norma E060 – ASTM C 231. Se puede observar que se logró el objetivo 2 de la tesis.

### **Discusión 03: Determinación cambio de la resistencia a la compresión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos.**

En esta investigación se ha realizado la combinación de dos materiales, porque se no han encontrado antecedentes con estos compuestos combinados, por ende estos sirven solo como referencia para comprobar si la resistencia a compresión cambia, pero la magnitud no es comparable, por ellos se utilizaron probetas cilíndricas para ser ensayadas donde obtuvimos un resultado a los 28 días en la dosificación de 10% de ceniza de chala de maíz y 5% de cal dando un resultado de 244.10 kg/cm<sup>2</sup> y el concreto patrón que es de 217.31 kg/cm<sup>2</sup>. Supera el esfuerzo mínimo de diseño según norma E060, teniendo en cuenta el diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

El resultado obtenido con la mezcla D-8 es inferior a la dosificación 2 con adición de 10% de ceniza de chala de maíz de (Alfaro, 2019), concluyo que la adición con ceniza de chala de maíz para el concreto en el ensayo de resistencia a la compresión axial, fueron en las dosificaciones de 0% (267.85 kg/cm<sup>2</sup>), 5% (280.52 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (296.15 kg/cm<sup>2</sup>), 12.5% (324.36 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (310.52 kg/cm<sup>2</sup>), 17.5% (284.71 kg/cm<sup>2</sup>), y 20% (254.85 kg/cm<sup>2</sup>); por lo que se encuentra que la  $f'c$  máx. de la tiempo en los cilindros adicionados con cenizas volantes a los 28 días encontrándose que la mescolanza del hormigón con la adición de cenizas volantes, esto está cerca de los resultados obtenidos con la mezcla estándar. Se puede observar que se logró el objetivo 3 de la tesis.

### **Discusión 04: Determinar la variación de la resistencia a la flexión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos.**

En esta investigación se ha realizado la combinación de dos materiales, por no que se han encontrado antecedentes con estos compuestos combinados, por ende, estos sirven solo como referencia para comprobar si la esfuerzo a flexión cambia, pero la magnitud no es comparable, aclarando que este ensayo es muy sensible que alcanza baja resistencia al esfuerzo de flexión por ellos se utilizaron viguetas prismáticas para ser ensayadas. donde obtuvimos un resultado a los 28 días en la dosificación de 10% de ceniza de chala de maíz y 5% de cal es de



33.54 kg/cm<sup>2</sup> estando en el (rango de variación), superando la fuerza mínima de 25 kg/cm<sup>2</sup> según norma E060 – ASTM C-78.

(Díaz, 2021) es inferior donde concluyo que la adición con ceniza de panca de maíz para el concreto en el ensayo de resistencia a la compresión flexión, fueron en las dosificaciones de 0% (73.44 kg/cm<sup>2</sup>), 5% (80.44 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (68.08 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% (64.64 kg/cm<sup>2</sup>). Se puede observar que se logró el objetivo 5 de la tesis.

#### **Discusión 05: Determinar la variación de las propiedades física con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos.**

En esta investigación se ha realizado la combinación de la ceniza de chala de maíz y cal, en distintos porcentajes y así obtener la mejor incidencia en la variabilidad de las propiedades físico mecánicas del concreto , donde se obtuvo en la dosificación D-8 con la adición de 10%de ceniza de chala de maíz y 5% de cal ,teniendo resultados una trabajabilidad de 3.0 plg , el contenido de aire de 1.5 % y a los 28 días ,el esfuerzo a la compresión es 244.10 kg/cm<sup>2</sup> y el esfuerzo ala flexión de 33.54 kg/cm<sup>2</sup> .

(Aguilar, y otros, 2021), determino que la adición de cal para el concreto en el ensayo de trabajabilidad (SLUMP), fueron en las dosificaciones de 0% (3.7 pulg), 4% (3.5 pulg), 8% (3.5 pulg) y 12% (3.2 plg) Estando en el margen de 2” a 4” según norma E060 – ASTM C 143. (Oblitas, 2021), concluyo que la adición con cal hidratada para el concreto en el ensayo de contenido de aire, fueron en las dosificaciones de 0% (2.2%), 3% (2.0%), 5% (1.85%), 7% (1.75%), 10% (1.70%), y 15% (1.50%). Estando en el rango de 1% al 3% según norma E060 – ASTM C 231. (Alfaro, 2019), concluyo que la adición con ceniza de chala de maíz para el concreto en el ensayo de resistencia a la esfuerzo axial, fueron en las dosificaciones de 0% (267.85 kg/cm<sup>2</sup>), 5% (280.52 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (296.15 kg/cm<sup>2</sup>), 12.5% (324.36 kg/cm<sup>2</sup>), 15% (310.52 kg/cm<sup>2</sup>), 17.5% (284.71 kg/cm<sup>2</sup>), y 20% (254.85 kg/cm<sup>2</sup>), por lo que se encuentra que la f<sub>c</sub> máx. del tiempo en los cilindros adicionados con cenizas volantes a los 28 días encontrándose que la mescolanza del hormigón con la adición de cenizas volantes, esto está cerca de los resultados obtenidos con la mezcla estándar. (Díaz, 2021) concluyo que la

adición con ceniza de panca de maíz para el concreto en el ensayo de resistencia a la compresión flexión, fueron en las dosificaciones de 0% (73.44 kg/cm<sup>2</sup>), 5% (80.44 kg/cm<sup>2</sup>), 10% (68.08 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% (64.64 kg/cm<sup>2</sup>). Se puede apreciar que se ha logrado el objetivo general de la tesis.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 01:** La trabajabilidad del concreto modificado óptimo es de la dosificación D-8 (10% de ceniza y 5% de cal) y su valor es de 3 plg siendo una mezcla blanda con respecto a la muestra patrón con 3.7plg

**Conclusión 02:** El contenido de aire del concreto modificado varió debido a las variaciones de cal y ceniza donde la mezcla D – 8 (10% de ceniza y 5% de cal) es de 1.5%, siendo el de menor concentración de aire estando en el rango establecido por la norma E060 – ASTM C 231 de 1% al 3%.

**Conclusión 03:** la resistencia a la compresión sí varía debido a los tratamientos propuestos donde la compresión a los 28 días más alta corresponde a la mezcla D – 8 (5% cal y 10% ceniza) con 244.10 kg/cm<sup>2</sup> que es 10.97% mayor que el diseño patrón.

**Conclusión 04:** la resistencia a la flexión sí varía debido a los tratamientos propuestos donde la flexión a los 28 días. Mas alta corresponde a la mezcla D-8 (5% cal y 10% ceniza) con 33.54 kg/cm<sup>2</sup> superando por 7.39% al concreto patrón.

**Conclusión 05:** las propiedades del concreto modificado con 5% de cal y 10% de ceniza de chala de maíz son la mejor dosificación dando los mejores resultados a los 28 días tanto en resistencia a la compresión con 244. 10 kg/cm<sup>2</sup> como en la resistencia a la flexión. Con 33.54 kg/cm<sup>2</sup>.

Con relación al contenido de aire y la trabajabilidad el que mejor resultado da es la dosificación de D-8 (5% cal y 10% ceniza) con un contenido de aire de 1.5% y trabajabilidad de 3 plg.

## RECOMENDACIONES

**Recomendación 01:** Para facilitarlos el trabajo en obra se recomienda utilizar la dosificación de la mezcla modificado D – 8, de (5% cal + 10% ceniza), cuya trabajabilidad es de 3.0 pulg, dando una mezcla blanda

**Recomendación 02:** Para facilitarlos el trabajo en obra se recomienda utilizar la dosificación de la mezcla modificado D – 8, de (5% cal + 10% ceniza), donde cuyo contenido de aire es de 1% encontrándose a en el rango permitido según la norma E060 – ASTM C 231 de (1% al 3%).

**Recomendación 03:** Se recomienda no exceder 5% de cal y10% de ceniza de chala de maíz que superado los porcentajes mencionados tienden a reducir la resistencia a la compresión.

**Recomendación 04:** Se recomienda no exceder 5% de cal y10% de ceniza de chala de maíz que superado los porcentajes mencionados tienden a reducir la resistencia a la flexión.

**Recomendación 05:** Se recomienda utilizar la dosificación del concreto modificado D – 8 de 5% de cal y 10% de ceniza de chala de maíz como máximo que superado los porcentajes mencionados tienden a reducir el contenido de aire y la trabajabilidad, como también reduce la resistencia a la compresión y flexión.

## REFERENCIAS

1. ABANTO, Flavio. 2009. Concreto, definicion. *Tecnología del concreto*. Lima : San Marcos, 2009, págs. 11-13.
2. Abellán, Joaquin, y otros. 2021. *Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash*. Colombia : DYNA, 2021. Vol. 88. ISSN: 0012-7353 / ISSN: 2346-2183.
3. —. 2021. *Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash*. Colombia : DYNA, 2021. Vol. 88. ISSN: 0012-7353 / ISSN: 2346-2183.
4. Agudelo, Angie y Espinosa, Bryan. 2017. *Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de Termopaipa*. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2017.
5. Aguilar, J. y Díaz, Víctor. 2021. *Adición de cal para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Moyobamba – San Martín*. Moyobamba : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
6. Ahmaruzzaman. 2010. 2010. pág. 2.
7. Alfaro, E. 2019. *Mejoramiento de la resistencia a la compresión de un concreto simple con adiciones de ceniza de chala de maíz en la localidad de Chilcayoc, provincia de Sucre, Ayacucho*. Ayacucho : Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, 2019.
8. Aliaga, J. y Badajos, B. 2018. *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ , Atalaya, Ucayali – 2018*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2018.
9. American Concrete Institute. 1987. *Guía práctica para el diseño de mezcla de hormigón*. Colombia : Medellín, 1987.
10. Arias, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela : Caracas, 2012.
11. Arrieta, M. y Pinzón, C. 2019. *Análisis del comportamiento mecánico de muestras de concreto adicionadas con ceniza volante sometidas a la exposición de sulfatos*. Bogotá : Universidad Católica de Colombia, 2019.
12. ASTM C128. 2004. *Método de ensayo estándar para determinar la densidad, densidad*. USA : ASTM INTERNATIONAL, 2004.
13. ASTM C192. 2014. *Práctica estándar para la preparación y curado de especímenes de prueba de hormigón en el laboratorio*. USA : ASTM INTERNATIONAL, 2014.

14. ASTM C470. 2018. *Standard Specification for Molds for Forming Concrete Test Cylinders Vertically*. USA : ASTM INTERNATIONAL, 2018.
15. ASTM C618. 2018. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. USA : ASTM INTERNATIONAL, 2018.
16. ATEP-GEHO-FIP-CEB. DEL POZO, Vindel, F.J. 1996. 202, 1996, Hormigón Y Acero, Vol. 47.
17. Baena, Guillermina. 2017. *Metodología de la investigación*. Mexico : Patria, 2017.
18. Baldoce, Josué y Vega, Daniel. 2019. *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante*. Lima : Tesis, 2019.
19. BALDOCE, Josué y VEGA, Daniel. 2019. *Diseño de concreto de alta densidad reforzado con escoria de cobre para atenuar la transmisión de la radiación ionizante*. Lima : Tesis, 2019.
20. BOLIVAR, RUIZ. 2002. 2002.
21. Caballero, Karen. 2017. *Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas*. 2017. págs. 18-23. Vol. 8.
- 22.—. 2017. *Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2017. págs. 18-23. Vol. 8.
23. Caiza, Klever. 2017. *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE EL HORMIGÓN ( $f_c = 240 \text{ KG/CM}^2$ ), HORMIGÓN CON ADICIÓN DE MICROSÍLICE Y HORMIGÓN CON ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO UTILIZANDO AGREGADOS PERTENECIENTES A LA PLANTA DE TRITURACIÓN "JAIME VACA"*. Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2017.
24. Ccana, E. 2021. *Influencia de la ceniza de madera del capulí sobre las propiedades físico mecánicas para un diseño de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , Cusco 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
25. Cherre, D. y Sandoval, I. 2019. *Influencia de las cenizas de rastrojo de maíz sobre la resistencia a la compresión axial y la consistencia en un concreto de  $f_c= 210 \text{ kg/cm}^2$* . Piura : Universidad Nacional de Piura, 2019.
26. Chumacero, C. y Suarez, R. 2021. *Evaluación del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con la aplicación de la ceniza de bagazo de caña de azúcar, Moyobamba, 2021*. . Moyobamba : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
27. Coyasimin, O. 2016. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón tradicional, con hormigón adicionado con cenizas de*

- casaca de arroz y hormigon adicionado con cenizas de bagazo de caña de azucar.* Ambato - Ecuador : Universidad Tecnica de Ambato, 2016.
28. Da Silva, Larissa, y otros. 2019. *Concrete with rice husk ash and construction and demolition wastes.* Brasil : Res., Soc. Dev. 2019; 8(4):e2684861, 2019. Vol. 8. ISSN 2525-3409.
  29. *Definición, Propiedad Intelectual e Industria.* Lozada, J. 2014. 1, Quito : Universidad Tecnológica Indoamericana, 2014, Vol. 3. ISSN: 1390-9592.
  30. Díaz, K. 2021. *Evaluacion del concreto adicionado ceniza de panca de maiz.* Chota : Universidad Nacional Autonoma de Chota, 2021.
  31. Do Couto, Álison, y otros. 2018. *Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete.* Medellin : DYNA, 2018. págs. 264-270. Vol. 86. ISSN 0012-7353.
  32. Escalante, E. y Huamán, C. 2020. *Adición de cenizas volantes de carbón en el concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  para el diseño de la Vivienda Unifamiliar ATE - 2020.* 2020 : Universidad Cesar Vallejo, 2020.
  33. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en.* HERRERA, Sergio y POLO, Melvin. 2017. Arequipa : s.n., 2017, Tesis de grado.
  34. FAO. 1981. *Public forestry administrations in Latin America.* Rome : Organizacion de las naciones unidas para la alimentacion y agricultura, 1981.
  35. Farfán, Marlon y Pastor, Hary. 2018. *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto.* Lima : UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura, 2018. Vol. 7. id=521758012002.
  36. Galicia y Velasquez. 2016. *Análisis comparativo de la  $f'c$  (resistencia a la compresión) de un  $C^\circ$  (Concreto) adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un  $C^\circ$  patrón de calidad  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .* Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2016.
  37. Galván, M. y Velázquez, R. 2011. *Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción.* Distrito Federal - Mexico : Ingenieria. Investigación y Tecnologia, 2011. págs. 93-102. Vol. XII. ISSN: 1405-7743.
  38. Garcia, Alcira y Quito, Lorena. 2021. *Influencia de la ceniza de carbón vegetal en las propiedades del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en el barrio centenario, Huaraz, Ancash – 2021.* Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
  39. GERENCIA, INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y. 2015. 2015.
  40. GIORDANI, C. y LEONE, D. 2022. *pavimentos.* s.l. : UTP, 2022.

41. Gómez, J. 2016. *Tecnología del concreto en la modernidad*. Lima : Universidad Tecnológica Indoamericana, 2016. ISSN 1390 - 9592.
42. Hernandez-Sampieri, R y Mendoza, C. 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018.
43. Herrera, Sergio y Polo, Melvin. 2017. Arequipa : UCSM, 2017, Tesis de grado. 12.026404.
44. Herrera, Sergio y Polo, Melvin. 2017. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica*. Arequipa : UCSM, 2017. 12.026404.
45. HUAQUISTO, Samuel y BELIZARIO, German. 2018. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. Puno : s.n., 2018. pág. 228. Vol. 20.
46. Huaquisto, Samuel y Belizario, Germán. 2018. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018. Vol. 20. ISSN 2313-2957.
47. Lerma, H. 2012. *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Bogota : ECOE Ediciones, 2012.
48. Maxi, A. y Mamani, M. 2021. *Implementación de la Fibra de Vidrio, en las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto  $F'c=210 \text{ Kg/Cm}^2$ , Cusco - 2021* . Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
49. McCORMAC, Jack C. y BROWN, Russell H. 2011. *Diseño de Concreto Reforzado*. Mexico DF : Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V, 2011. pág. 724.
50. Neyra, Carlo. 2021. *Evaluación del concreto simple con aplicación de ceniza de fibra de coco para elevar la resistencia a compresión – Tarapoto 2021*. Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
51. NTP 339.034. 2008. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas CONCRETE*. Lima : INDECOPI, 2008.
52. NTP 339.079. 2012. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*. Lima : INDECOPI, 2012.
53. NTP 339.183. 2013. *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima : INDECOPI, 2013.
54. NTP 339.185. 2013. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima : INDECOPI, 2013.



55. NTP 400.012. 2001. *Análisis granulométrico del agregado fino y grueso*. Lima : INDECOPI, 2001.
56. NTP 400.017. 2011. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad*. Lima : INDECOPI, 2011.
57. NTP 400.021. 2018. *Método de ensayo normalizado para la densidad, densidad relativa y absorción del agregado grueso*. Lima : INDECOPI, 2018.
58. NTP 400.022. 2013. *Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico, y absorción del agregado fino*. Lima : INDECOPI, 2013.
59. NTP 400.037. 2018. *Requisitos para agregado*. Lima : INDECOPI, 2018.
60. Nurtanto, D., y otros. 2020. *Comparación de la adición de cenizas de cascarilla de arroz y cenizas de tejas a cemento de geopolímero en base a cenizas volantes con cemento Portland*. Jember : Universitas Jember, 2020. Vol. 35. ISSN 0718-5073.
61. Oblitas, E. 2021. *Evaluación del concreto para edificaciones adicionado cal hidratada, Bambamarca*. Chota : Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2021.
62. Ortiz, Javier, Rojas, Andrés y Triana, Juan. 2021. *Comportamiento del mortero y el concreto hidráulicos con adición de ceniza de cascarilla de café*. Ibagué : Universidad Cooperativa de Colombia, 2021.
63. Palacios, L. 2021. *Evaluación de resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de ceniza de coronta y nuez, Vilcashuamán, Ayacucho 2021*. Lima : Universidad César Vallejo, 2021.
64. RNE - Norma E060. 2016. *Concreto armado*. Lima : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016.
65. Salas, y otros. 2013. *Propiedades de ingeniería de concretos adicionados con cenizas de cascarilla de arroz y metacaolín colombianos*. Colombia : Universidad del Valle , 2013. ISSN: 0123-3033.
66. Sampieri, R. 2003. *Metodología de la investigación*. México D.F. : McGraw-Hill Interamericana, 2003.
67. Toribio, Deivid y Ugaz, Junior. 2021. *Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido*. Universidad San Martín de Porres. Lima : Tesis, 2021.
68. TORIBIO, Deivid y UGAZ, Junior. 2021. *Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido*. Universidad San Martín de Porres. Lima : Tesis, 2021.
69. Unidad Académica de estudios generales;. 2018. *Metodología de la Investigación*. Lima : Universidad San Martín de Porres, 2018.

70. Vargas, Katya. 2021. *Adición de ceniza de Quinual para mejorar la resistencia del concreto – Yanacancha, Cerro de Pasco – 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
71. VÁSQUEZ, Julio. 2018. *Incremento de la resistencia flexional del concreto mediante la aplicación de fibras de acero de neumáticos reciclados en la ciudad de Lima 2018*. Universidad Cesar Vallejo. Lima : Tesis, 2018.
72. Vasquez, W. y Talaverano, J. 2021. *Comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de tufo de piedra volcánica Cusco, 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.

## **ANEXOS**

**Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables**

**Anexo 02: Matriz de consistencia**

**Anexo 03: Instrumentos de recolección de datos**

**Anexo 04: Validez**

**Anexo 05: Mapas y Planos**

**Anexo 06: Panel fotográfico**

**Anexo 06.01 Análisis Químico de Cenizas de Chala de Maíz.**

**Anexo 06.02 Diseño de Mezclas.**

**Anexos 06.03 Contenido de Aire**

**Anexos 06.04. Flexión en Vigas**

**Anexos 06.05 Rotura de Briquetas**

**Anexos 06.06 Slump**

**Anexo 07: Hojas de cálculos**

**Anexo 07.01 Análisis Químico de Cenizas de Chala de Maíz.**

**Anexo 07.02 Diseño de Mezclas.**

**Anexos 07.03 Contenido de Aire**

**Anexos 07.04. Flexión en Vigas**

**Anexos 07.05 Rotura de Briquetas**

**Anexos 07.06 Slump**

**Anexo 08: Certificados de laboratorio de los ensayos**

**Anexo 08.01 Análisis Químico de Cenizas de Chala de Maíz.**

**Anexo 08.01.01 Análisis químico de ceniza de Chala de Maíz – Laboratorio Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.**

**Anexo 08.02 Diseño de Mezclas.**

**Anexos 08.03 Contenido de Aire**

**Anexos 08.04. Flexión en Vigas**

**Anexos 08.05 Rotura de Briquetas**

**Anexos 08.06 Slump**

**Anexo 09: Certificados de calibración del equipo**

**Anexo 10: Boleta de ensayos de laboratorio – Constancia de permanencia en laboratorio**

**Anexo 11: Recibo de uso de laboratorio**

**Anexo 12: Cronograma de elaboración de tesis**

**Anexo 13: Pantallazo del Turnitin.**

## Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1: Ceniza de Chala de Maíz (CCM) y cal (Aguilar, J. & Diaz, V. 2021 - 4% de Cal)	La ceniza de chala de maíz "tiene un peso específico mucho menor que el cemento. Por ende, la baja gravedad puede llevar a una liviana disminución en el peso del concreto, lo cual podría convertirse en una mejoría económica y constructiva al tener concretos de poco peso. Por otro lado, el porcentaje de sílice en la ceniza, es elemento más importante, ya que le cede la capacidad puzolánica a la ceniza" (Gómez, 2016). Así mismo la cal "se denomina a una sustancia de tonalidad grisácea o blanquecina que está formada por óxido de calcio. El término tiene su origen etimológico en el vocablo latino calx. La cal se produce cuando un mineral calcáreo es abrasado por completo, con lo cual el fuego elimina el ácido carbónico de su composición" (Galván, y otros, 2011).	Las dosificaciones de la cal (4%) y la ceniza de chala de maíz 4%, 5% y 6% respecto al peso del cemento, empleándose para las 04 muestras o combinaciones incluida la muestra patrón (0%), con el objetivo de mejorar la trabajabilidad, disminuir el contenido de aire, aumentar la flexion e incrementar la resistencia a la compresión.	Peso unitario	Diámetro de partícula	Gt/cm3, kg/m3
			Granulometría	Diámetro de partícula	% que pasa
			Dosificación	Dosificación CAL 3%,4%Y 5% CENIZA 5%,10%Y 12.5%	Balanza calibrada (kg)
Variable 2: Propiedades físicas y mecánicas de concreto	"El comportamiento mecánico y físico son las propiedades del concreto más importante en su etapa de concreto fresco como también en la sólida, estos factores para determinar la capacidad de respuesta a los esfuerzos con las que tiene el concreto; en estas propiedades se cuenta con el fraguado, expansión, fluidez, densidad, consistencia, compresión, tracción y flexión" (Toribio, y otros, 2021 pág. 25).	"Las propiedades físico mecánicas del concreto se ven representadas en el alcance de la resistencia para la cual fue elaborada, es decir si se logra alcanzar la resistencia deseada. En la etapa de fraguado dependerá de diferentes factores los cuales son: trabajabilidad, peso unitario, durabilidad y contenido de aire, esto determina la consistencia, esta será analizada posteriormente de acuerdo a las pruebas de laboratorio, tanto de resistencia en tracción, flexión y compresión" (Toribio, y otros, 2021 pág. 45).	Propiedades físicas	Trabajabilidad (ASTM C-143)	Pulg.
				Contenido de aire (ASTM – 231)	Porcentaje de aire (%)
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (ASTM C-109)	Kg/cm2
				Resistencia a la flexion (ASTM C-293)	Kg/cm2

## Anexo 02: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos General	Hipótesis General	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
¿Cómo varían las Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos cusco 2022	Las propiedades físico mecánicas con adición de cal y ceniza de chala de maíz en pavimentos rígidos varían significativamente, cusco 2022	Variable 1: Cal y ceniza de chala de maíz	D1 Peso específico	11: peso específico de la cal 12: peso específico de la ceniza de chala de maíz	Balanza calibrada y horno	Tipo de investigación: <b>Aplicada</b> Enfoque de investigación: <b>Cuantitativo</b> El diseño de la investigación: <b>Cuasiexperimental</b> El nivel de la investigación: <b>Causa Efecto</b> Población: <b>Concreto f<sub>c</sub>= 210 kg/cm<sup>2</sup></b> Muestra: <b>Representativas por dosificación</b> Muestreo: <b>No probabilístico</b>
				D2 Granulometría	11: granulometría de la cal 12: granulometría de la ceniza de chala de maíz	Tamices	
				D3 Dosificación del concreto	11: adición de cal 3% y ceniza de chala de maíz 5%, 10% y 12.5 12: adición de cal 4% y ceniza de chala de maíz 5%, 10% y 12.5% 13: adición de cal 5% y ceniza de chala de maíz 5%, 10% y 12.5%	Balanza calibrada	
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	Variable 2: Propiedades físicas y mecánicas de concreto	D1 Propiedades del concreto en estado fresco	Trabajabilidad (ASTM C-143)	Ensayo de consistencia - cono de Abrahams	
¿Cómo varían la trabajabilidad de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos cusco 2022.	Existe diferencia significativa en la trabajabilidad del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022		Contenido de aire (ASTM – 231)	Ensayo de contenido de aire – Olla de Washington		
¿Cómo varían el contenido de aire del concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar los efectos que tiene la ceniza de chala de maíz y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.	Existe diferencia significativa en el contenido de aire del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza en mezclas para pavimentos rígidos cusco 2022		D2 Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (ASTM C-109)	11 :7 días 12 :14 días 13:28 días	
¿Cómo varían la resistencia a la compresión de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar el cambio de la resistencia a la compresión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos cusco 2022.	Existe diferencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022		Resistencia a la flexión (ASTM C-73)	Ensayo de resistencia a la flexión - Maquina de flexión		
¿Cómo varían la resistencia a la flexión de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022?	Determinar la variación de la resistencia a la flexión con adición de cal y ceniza de chala de maíz para pavimentos rígidos cusco 2022	Existe diferencia significativa en la resistencia a la flexión del concreto debido a las distintas concentraciones de cal y ceniza para pavimentos rígidos cusco 2022					

## Anexo 03: Instrumentos de recolección de datos



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto:

Solicita:

  
Mgt. Ing. Germán Mendoza Morales  
CIP 110074

  
Ambrosio Mamán Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
-17-41904

  
Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 198843

### DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO CEMENTO YURA TIPO IP

$f'c =$  210 kg/cm<sup>2</sup>

slump= 3 pulg

Sin Aditivo

TMAX AGREGADO 1/2pulg

Canteras			
Fino		Grueso	

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

**MARZO, 2022**

Cusco-Peru



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L. - Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, BPN: #998990111

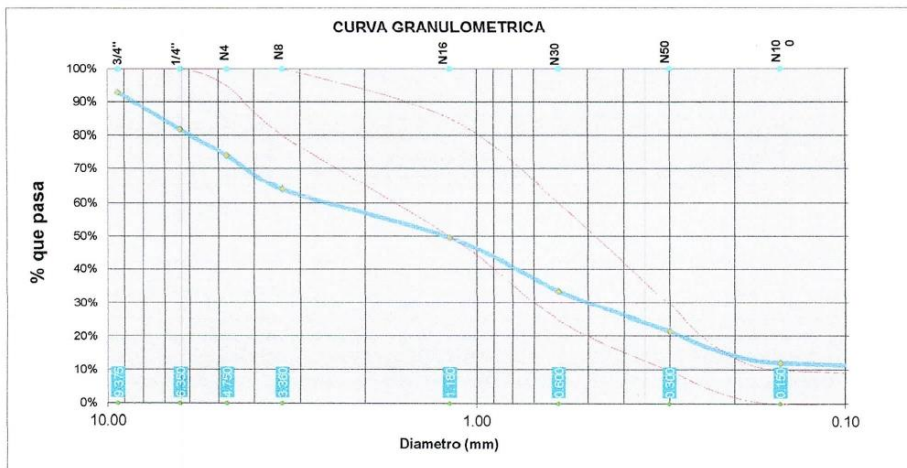
Proyecto: 0

Cantera: -  
Fecha: MARZO, 2022  
Solicitante: 0

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO POR TAMIZADO MTC E-107-200  
PARAMETROS  
ASTM C 33

Tamiz Nº	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
3/8 pulg	9.375	144.70	7.12%	7.12%	92.88%	100.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	225.47	11.10%	18.22%	81.78%	100.00%	100.00%
N 4	4.750	157.87	7.77%	25.98%	74.02%	100.00%	95.00%
N 8	3.340	201.95	9.94%	35.92%	64.08%	100.00%	80.00%
N 16	1.180	294.41	14.49%	50.41%	49.59%	85.00%	50.00%
N 30	0.600	323.51	15.92%	66.33%	33.67%	60.00%	25.00%
N 50	0.300	240.95	11.86%	78.19%	21.81%	30.00%	10.00%
N 100	0.150	195.18	9.60%	87.79%	12.21%	10.00%	0.00%
bandeja	0.000	248.10	12.21%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		2032.14	100.00%			SERIE "C" (Tyller)	



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100)}{100}$$

MF = 3.52      Arena Gruesa      ⇒      Aumentar Arena Fina

Mgt. Ing. *[Signature]*  
CIP 41607

*[Signature]*  
CIP 11304

Mt. Ing. *[Signature]*  
INGENIERO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 199843



Proyecto: 0

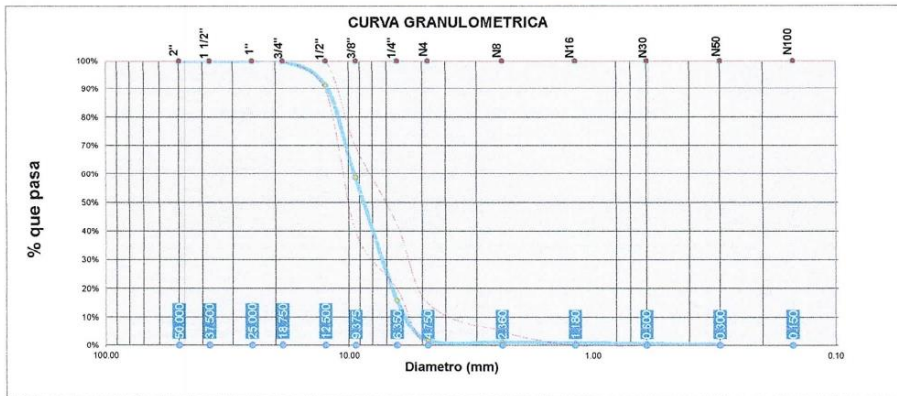
Cantera: -  
 Fecha: MARZO, 2022  
 Solicitante: 0

Realizada por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200**

PARAMETROS  
 ASTM C 33

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2 pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4 pulg	18.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2 pulg	12.500	258.32	8.55%	8.55%	91.45%	100.00%	90.00%
3/8 pulg	9.375	984.32	32.58%	41.13%	58.87%	70.00%	40.00%
1/4 pulg	6.350	1296.32	42.91%	84.04%	15.96%	42.50%	20.00%
Nº4	4.750	425.62	14.09%	98.13%	1.87%	15.00%	0.00%
Nº8	2.360	20.45	0.68%	98.81%	1.19%	3.00%	0.00%
Nº16	1.180	10.32	0.34%	99.15%	0.85%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	6.52	0.22%	99.36%	0.64%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	3.62	0.12%	99.48%	0.52%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	5.26	0.17%	99.66%	0.34%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	10.36	0.34%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		3021.11	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos: } 1/2, 3/4, 3/8, 1/4, \text{N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100}{100}$$

MF = 6.36

Tamaño Maximo Absoluto= 3/4 pulg  
 Tamaño Maximo Nominal= 1/2 pulg

*[Signature]*  
 Ing. Juan Mendoza Morales  
 CIP: 116074

*[Signature]*  
 Ambrosio Mamani Cutipa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 41504

*[Signature]*  
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: Nº 199843

Proyecto: 0

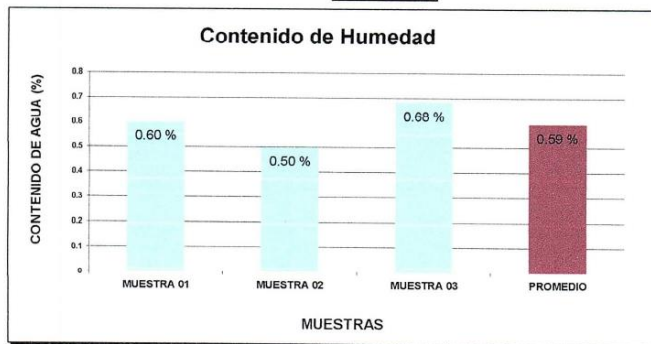
Muestra: -  
Fecha: MARZO, 2022  
Solicitante: 0

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL FINO

PESO DE CAPSULA	29.00	26.79	24.16	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	119.63	114.49	114.17	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	119.09	114.06	113.56	
PESO DEL AGUA	0.54	0.43	0.61	
PESO DEL SUELO SECO	90.09	87.27	89.40	
CONTENIDO DE AGUA (%)	0.60	0.50	0.68	0.59

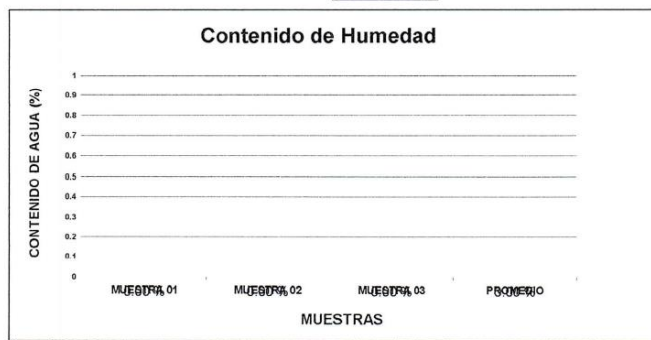
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 0.59%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO

PESO DE CAPSULA				
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO				
PESO CAPS + MATERIAL SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL SUELO SECO				
CONTENIDO DE AGUA (%)	#1 DIV/OI	#1 DIV/OI	#1 DIV/OI	#1 DIV/OI

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = #1 DIV/OI



Mg. Ing. Carmelo Maná  
CIP N° 11007

Ambrosio Mamaní Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 504

M. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
RUS/CIP N° 106843



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: 998990111

Proyecto: 0

Muestra: -  
 Fecha: MARZO, 2022  
 Solicitante: 0

**PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL FINO**

PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12885.00gr	12882.00gr	12886.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm <sup>3</sup>	3211.81cm <sup>3</sup>	3211.81cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1508.49 kg/m <sup>3</sup>	1507.56 kg/m <sup>3</sup>	1508.80 kg/m <sup>3</sup>	1508.29 kg/m <sup>3</sup>

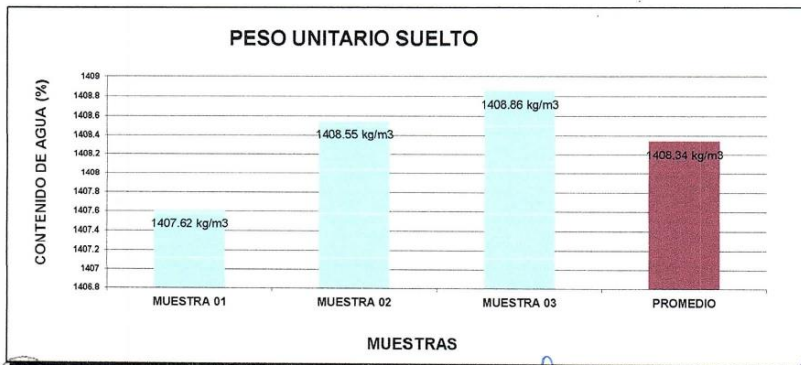
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1508.29 kg/m<sup>3</sup>



**PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL GRUESO**

PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12561.00gr	12564.00gr	12565.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm <sup>3</sup>	3211.81cm <sup>3</sup>	3211.81cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1407.62 kg/m <sup>3</sup>	1408.55 kg/m <sup>3</sup>	1408.86 kg/m <sup>3</sup>	1408.34 kg/m <sup>3</sup>

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1408.34 kg/m<sup>3</sup>



*[Signature]*  
 Mg. Ing. Germán Andoza Morales  
 CIP: 110074

*[Signature]*  
 Ambrocio Mamani Cuzpa  
 INGENIERO  
 CIP: 411504

*[Signature]*  
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 199543



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.  
 Ub. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, IR 270342, Celos: 974279241, Movilcel: 998990111, RPA: 998990111

Proyecto: 0

Muestra: -

Fecha: MARZO, 2022

Solicitante: 0

PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL FINO

PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13529.00gr	13528.00gr	13527.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm3	3211.81cm3	3211.81cm3	
PESO UNITARIO SUELTO	1709.00 kg/m3	1708.69 kg/m3	1708.38 kg/m3	1708.69 kg/m3

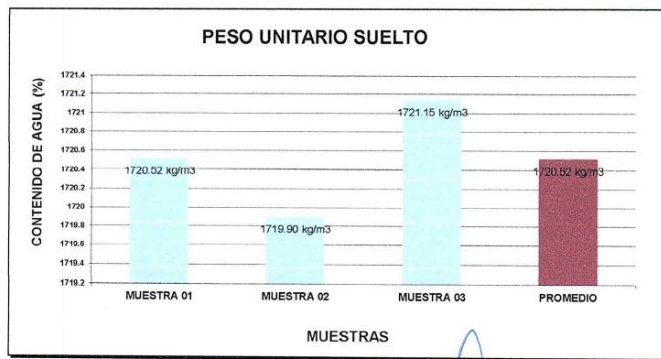
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1708.69 kg/m3



PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL GRUESO

PESO DE MOLDE	8040.00 gr	8040.00 gr	8040.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13566.00gr	13564.00gr	13568.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3211.81cm3	3211.81cm3	3211.81cm3	
PESO UNITARIO SUELTO	1720.52 kg/m3	1719.90 kg/m3	1721.15 kg/m3	1720.52 kg/m3

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1720.52 kg/m3



*[Signature]*  
 Ing. Germán Mendoz...  
 CIP 116374

*[Signature]*  
 Ambrocio...  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 116304

*[Signature]*  
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 190843



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.  
 - Urb. El Eden lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

Proyecto: 0

Muestra: -  
 Fecha: MARZO, 2022  
 Solicitante: 0

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84**

**Peso Especifico de masa (P<sub>em</sub>)**

W<sub>0</sub>= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 496.90 gr  
 V= Volumen de frasco en cm<sup>3</sup> : 500.00 cm<sup>3</sup>  
 V<sub>a</sub>= Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el frasco : 305.00 cm<sup>3</sup>

$$P_{em} = \frac{W_0}{(V - V_a)} = 2.55 \text{ gr/cm}^3 \quad Ab = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100 = 0.62\%$$

$$P_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.56 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{aparente} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} = 2.59 \text{ gr/cm}^3$$

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84**

A= PESO SECO EN EL AIRE : 1675.00 gr  
 B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1688.00 gr  
 C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 1025.20 gr

$$\gamma_{sp} = \frac{A}{B - C} = 2.53$$

$$\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.58$$

$$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.55$$

$$Absorcion = \frac{B - A}{A} = 0.78\%$$

  
 Mgt. Ing. Ambrósio Mamani Morales  
 CIP: 116074

  
 Ambrósio Mamani Morales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 41504

  
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 109543



Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Curico, Tlf. 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RFM: #998990111  
Proyecto: 0

Muestra: Fino= 0  
Grueso= 0  
Fecha: MARZO, 2022  
Solicitante: 0

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
--------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:  
 $f'c'r=$  295 kg/cm<sup>2</sup>

**4.- Calculo del volumen unitario de agua**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Tmax Nominal	1/2 pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M3	205.00 l/m <sup>3</sup>

**5.- Selección del contenido de aire atrapado**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AIRE ATRAPADO	2.00%

**6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
A/C	0.55

**7.- Factor Cemento**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Factor Cemento	373 kg/m <sup>3</sup>
Factor Cemento	8.78 bolsas

**8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento x m3	0.131 m <sup>3</sup>
AGUA X M3	0.205 m <sup>3</sup>
Aire x m3	0.020 m <sup>3</sup>
Vol. de la Pasta	0.356 m <sup>3</sup>

**9.- Volumen Absoluto del Agregado**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Vol. de los Agreg.	0.644 m <sup>3</sup>

**10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
mf	3.52
Tmax nominal	1/2 pulg
b/bo	0.560 m <sup>3</sup>
Peso Unit. Seco Var.	1720.52 kg/m <sup>3</sup>
Peso A.G.	963.49 kg
VAG	0.381 m <sup>3</sup>
VAF	0.263 m <sup>3</sup>

  
Ing. Cecilio  
CIP: 115374

  
Ambrosio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 41504

  
Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 150643

Proyecto: 0

Muestra:

Fino=

0

Grueso=

0

Fecha: MARZO, 2022

Solicitante:

0

**11.- Pesos Secos de los Agregados**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AF	670 kg/m <sup>3</sup>
AG	963 kg/m <sup>3</sup>

**12.- Valores de Diseño**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	373 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	205 l/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	670 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	963 kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2211 kg/m<sup>3</sup></b>

**13.- Correccion por Humedad del Agregado**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AF	674 kg/m <sup>3</sup>
AG	#¡DIV/0!

**Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorcion)**

AF	-0.03%
AG	#¡DIV/0!

**Aporte de Agua de Los agregados**

AF	-0.20 kg/m <sup>3</sup>
AG	#¡DIV/0!

**Agua Efectiva**

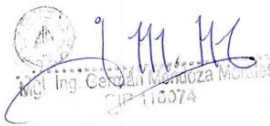
Agua inicial	205.00 kg/m <sup>3</sup>
Aporte de lo Agreg.	#¡DIV/0!
Agua final	#¡DIV/0!

**14.- Valores de Diseño corregidos por humedad**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	373 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	#¡DIV/0!
Agregado Fino	674 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	#¡DIV/0!
Aire	2.00%
<b>Peso Total</b>	<b>#¡DIV/0!</b>

**15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento**

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.00
Agua de Diseño	#¡DIV/0!
Agregado Fino	1.80
Agregado Grueso	#¡DIV/0!

  
Ing. Cesar Mendoza Morales  
CIP 115374

  
Ambrosio Yamani Luján  
INGENIERO CIVIL  
CIP 41504

  
Ma. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 199843





Urb. El Eden Lote C-3 - San Sebastian - Cusco. Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: 0

Muestra:

Fino=  
Grueso=

0/  
0

Fecha: MARZO, 2022

Solicitante:

0

16.- Peso por tandas de una bolsa

f'c=	210 kg/cm2
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	#jDIV/0!
Agregado Fino	76.7 kg/bolsa
Agregado Grueso	#jDIV/0!

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie3 de cemento

f'c=	210 kg/cm2
Cemento	1.00 pie3/pie3
Agua de Diseño	#jDIV/0!
Agregado Fino	1.8 pie3/pie3
Agregado Grueso	#jDIV/0!

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m3 de concreto

f'c=	210 kg/cm2
Cemento	8.78 bls/m3
Agua de Diseño	#jDIV/0!
Agregado Fino	0.45 m3/m3
Agregado Grueso	#jDIV/0!

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

		f'c=	210 kg/cm2	
BRIQUETA	Diámetro		15 cm	
	Altura		30 cm	
	Cantidad de Testigos		1	
	Volumen		5301 cm3	
	Factor por desperdicios		1.1	
	Volumen corregido		0.0058 m3	
	Cemento		2.503 kg	
	Agua de Diseño		#jDIV/0!	
	Agregado Fino		3.928 kg	
	Agregado Grueso		#jDIV/0!	
	Suma		#jDIV/0!	
	Peso por Testigo		#jDIV/0!	
	VIGA	f'c=		210 kg/cm2
		Ancho		15 cm
Altura			12 cm	
Largo			54 cm	
Cantidad de Testigos			1	
Volumen por testigo			9720 cm3	
Factor por desperdicios			1.2	
Volumen total corregido			0.0117 m3	
Cemento			4.789 kg	
Agua de Diseño			#jDIV/0!	
Agregado Fino			7.856 kg	
Agregado Grueso			#jDIV/0!	
Suma			#jDIV/0!	
Peso por Testigo			#jDIV/0!	

Ambrosio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP-41504

Ambrosio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP-41504

Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
R.U. CIP N° 199843



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lole C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto:

### INFORME N°01

Solicita:

Departamento :

Provincia :

Distrito :

Direccion :

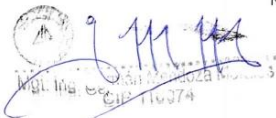
## ENSAYO DE COMPRESION

## ROTURA DE BRIQUETAS

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

**MARZO, 2022**  
Cusco-Peru

  
Mo. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

  
**Ambrosio Mamani Gutierrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 411504

  
**Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas**  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 199843



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 - Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 084-270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

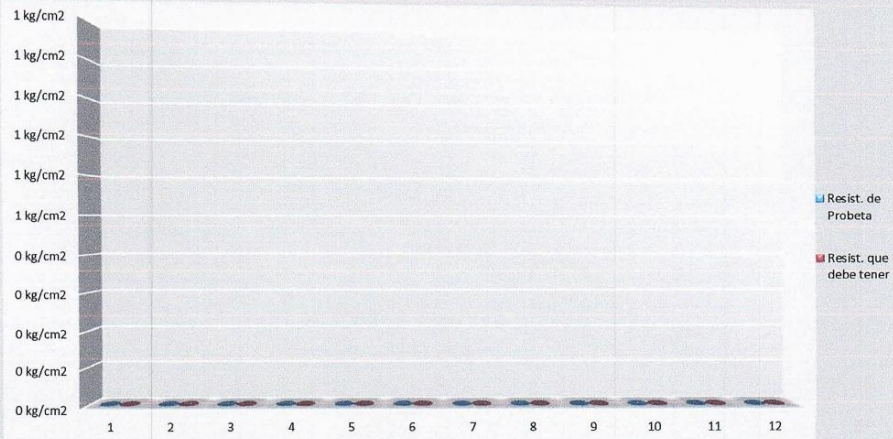
SOLICITADO : 0  
 PROYECTO : 0

UBICACIÓN : ---  
 FECHA : 00/01/1900  
 MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO  
 EDAD DE ENSAYO: 28 días

N° de Briqueña	N° de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLE?
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener	
1	1					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
2						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
3						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
4	2					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
5						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
6						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
7	3					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
8						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
9						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
10	4					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
11						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
12						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

#### RESISTENCIAS



*[Signature]*  
 Ing. ...  
 CIP 116374

*[Signature]*  
 Ambrocio Mariani Cutipa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP-41504

*[Signature]*  
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 199843



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
 - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 - Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 084 - 270342, Clara: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel: #47265580

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

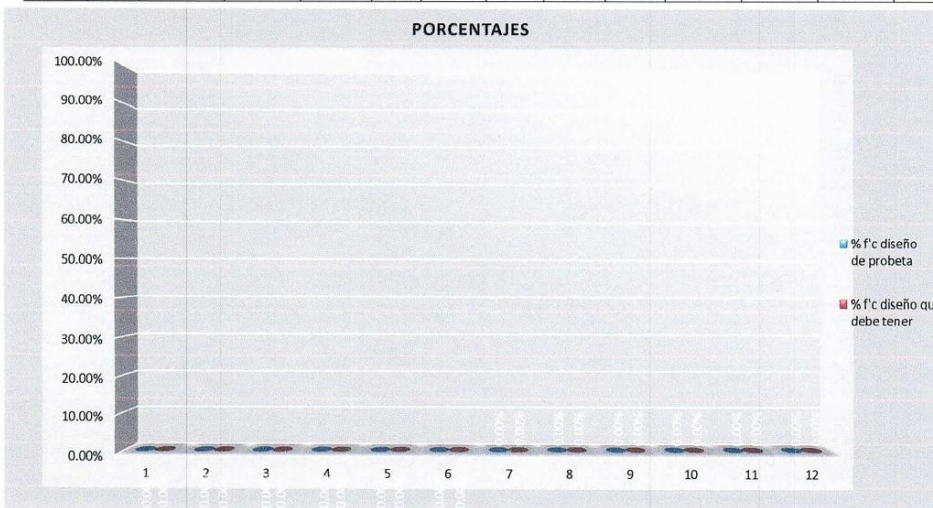
SOLICITADO : 0  
 PROYECTO : 0

UBICACIÓN : ---  
 FECHA : 00/01/1900  
 MUESTRA : BRIQUETAS DE CONCRETO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO  
 EDAD DE ENSAYO: 28 días

N° de Briqueta	N° de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f <sub>c</sub>		CUMPLE?
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% f <sub>c</sub> diseño de probeta	% f <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
2						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
3						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
4	2					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
5						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
6						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
7	3					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
8						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
9						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
10	4					Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
11						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	
12						Evolucion		0.00	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	

PORCENTAJES



Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589

Ambrocio Mamani Cutipa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 81504

Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 196843



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICION DE PIEDRA POMES VOLCANICA DEL DISTRITO DE COYA, CUSCO - 2021.

### INFORME N°01

Solicita: BACH. CHALCO BENAVENTE, RUBEN DARIO

Departamento :CUSCO  
Provincia : CALCA  
Distrito : COYA  
Direccion : CP. COYA

## ENSAYOS EN UNIDADES DE CONCRETO

## FLEXION Y TRACCION

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

FEBRERO, 2022  
Cusco-Peru

  
Mar. Ing. German Mendez Morales  
CIP 110374

  
Ambrocio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP 41504

  
Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 100843



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tel: 084 - 270342, Claro: 084-974279249, RPA: #999990111, Nextel: 947285500

**INFORME DE TRACCION DE TESTIGOS DE CONCRETO**

DICITADO: BACH CHALCO BENAVENTE, RUBEN DARIO  
PROYECTO: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICION DE PIEDRA POMES VOLCANICA DEL DISTRITO DE COYA, CUSCO - 2021.  
UBICACION: CUSCO, CALCA, COYA - CP, COYA  
FECHA: FEBRERO, 2022  
MUESTRA: BRIQUETAS  
P.R.: Ing. Huco Cuba Benavente CIP 126589

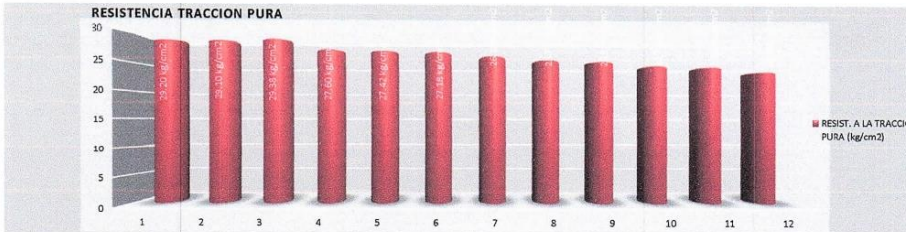
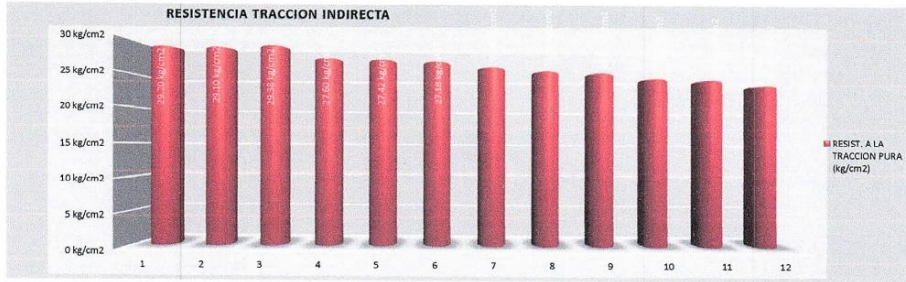
CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LENTO

EDAD DE ENBAYO: 28 dias

RESISTENCIA DEL CONCRETO	210.00 kg/cm <sup>2</sup>
RESISTENCIA MAXIMA REQUERIDA	31.50 kg/cm <sup>2</sup>

N° de Briqueta	DESCRIPCION	PESO (kg)	DIMENSIONES			Fecha		Estado	Ensayo o Evolucion	LECTURA kg	RESIST. A LA TRACCION INDIRECTA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESIST. A LA TRACCION PURA (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	CUMPLE
			LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Moldeo	Rotura (dias)							
1	PATRON	13.25	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	17545.00	24.82	29.201	210	SI
2		13.26	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	17485.00	24.74	29.101	210	SI
3		13.41	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	17664.00	24.98	29.383	210	SI
4	10% DE POMES	13.32	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16582.00	23.46	27.599	210	SI
5		13.35	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16475.00	23.31	27.420	210	SI
6		13.29	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16328.00	23.10	27.176	210	SI
7	30% DE POMES	13.35	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	15848.00	22.42	26.377	210	SI
8		13.22	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	15498.00	21.88	25.744	210	SI
9		13.41	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	15326.00	21.68	25.508	210	SI
10	30% DE POMES	13.38	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	14858.00	21.02	24.729	210	SI
11		13.26	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	14747.00	20.86	24.544	210	SI
12		13.28	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	14232.00	20.13	23.887	210	SI



ECUACION GENERAL

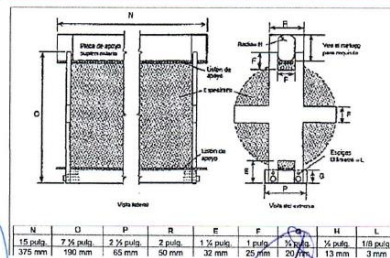
$$T = 2 * \frac{P}{\pi * l * d}$$

DONDE:

T: Resistencia a la traccion indirecta, Mpas (kg/cm<sup>2</sup>)  
P: Maxima carga aplicada por la maquina de ensayo, kg (lbf)  
l: Longitud, cm (pulg)  
d: Diametro, cm (pulg)

**\*\*NOTA:** LA CARGA APLICADA DE LA MAQUINA DE ENSAYO SERA DE 50 A 100 KN/MN, POR CILINDROS DE 6" X 12 PULG.

PLANO DETALLADO DEL DISPOSITIVO DE ALINEACION DE ESPECIMENES DE 150 mm x 300 mm



PARA EL PRESENTE CASO:

T: 22.70 kg/cm<sup>2</sup>  
T: 2.23 Mpa

P: 16045.87 kg  
l: 30.00 cm  
d: 1.50 cm

**Ambrosio Mamani Gutierrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 41504

**Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas**  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
CIP: N° 199843



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tel: 084 - 270342, Claro: 084-97427249, RUC: #998990111, Hdad: 94728580

**INFORME DE TRACCION DE TESTIGOS DE CONCRETO**

OLICITADO : BACH. CHALCO BENAVENTE, RUBEN DARIO  
PROYECTO : ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICION DE PIEDRA POMES VOLCANICA DEL DISTRITO DE COYA, CUSCO - 2021.  
UBICACION : CUSCO-CALCA-COYA-CP. COYA  
FECHA : FEBRERO, 2022  
MUESTRA : BRIQUETAS  
P.R.: Ing. Huaco Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Purolanico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO  
EDAD DE ENSAYO: 28 dias

RESISTENCIA DEL CONCRETO	210.00 kg/cm <sup>2</sup>
RESISTENCIA MAXIMA REQUERIDA	31.50 kg/cm <sup>2</sup>

N° de Briqueta	DESCRIPCION	PESO (kg)	DIMENSIONES			Fecha		Edad	Ensayo o Evolucion	LECTURA kg	RESIST. A LA TRACCION INDIRECTA (kg/cm <sup>2</sup> )	RESIST. A LA TRACCION PURA (kg/cm <sup>2</sup> )	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	COMPLET
			LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	Moldeo	Rotura							
1	PATRON	13.25	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	17545.00	24.82	29.201	210	SI
2		13.26	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	17485.00	24.74	29.101	210	SI
3		13.41	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	17854.00	24.98	29.383	210	SI
4	10% DE POMES	13.32	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16582.00	23.46	27.599	210	SI
5		13.35	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16475.00	23.31	27.420	210	SI
6		13.29	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16328.00	23.10	27.176	210	SI
7	20% DE POMES	13.35	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	15848.00	22.42	26.377	210	SI
8		13.22	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	15468.00	21.88	25.744	210	SI
9		13.41	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	15328.00	21.68	25.508	210	SI
10	30% DE POMES	13.38	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	14958.00	21.02	24.729	210	SI
11		13.26	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	14747.00	20.86	24.544	210	SI
12		13.28	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	14232.00	20.13	23.687	210	SI

d: 16.00 cm

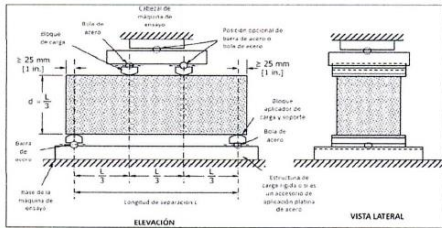
Mg. Ing. Germán Mendiola Morales  
CIP 110074

Ambrojo Guadalupe Gutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 41504

Ma. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
INGENIERO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 100843

SOLICITADO: BACH. CHALCO BENAVENTE, RUBEN DARIO  
PROYECTO: ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 CON ADICION DE PIEDRA POMES VOLCANICA DEL DISTRITO DE COYA, CUSCO - 2021  
UBICACION: CP. COYA - COYA - CALCA-CUSCO  
FECHA: 13/09/2019  
MUESTRA: BRIQUETAS DE CONCRETO  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 126589  
CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO  
EDAD DE ENSAYO: 28 días

**FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078**



ESPECIMENES A ENSAYAR: **10 Unidades**

FOTOGRAFIA DE UNIDADES DE CONCRETO

OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:

**CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES**

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.17 \text{ N/min}$$

r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 16875.00 N/min  
S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min ((lb/pulg2)/min) : 1.50 Mpas/min  
b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm  
d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm  
L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg) : 300.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.90 a 1.20 Mpas/min
	(125 (lb/pulg2)/min a 175 (lb/pulg2)/min)
CUMPLE??	SI

**DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA**

CASO 01:  
Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, el cálculo del módulo de ruptura se hace como sigue:

$$R = \frac{P * L}{b * d^2}$$

R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)  
P: Carga máxima aplicada por la maquina de ensayo, N (lb)  
L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)  
b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)  
d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

CASO 02:  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)  
P: Carga máxima aplicada por la maquina de ensayo, N (lb)  
a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg)  
b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)  
d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

CASO 03:  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo

PARA EL PRESENTE PROYECTO: CASO 01

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.37 \text{ Mpas}$$

DONDE:  
P: 11904.95 N  
L: 450.00 mm  
b: 150.00 mm  
d: 120.00 mm

ENTONCES: R: 24.21 Kg/cm2

FECHA DE MOLDEO	13/01/2022
FECHA DE ROTURA	20/01/2022
EDAD	7 Dias

EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO		P	L	b	d	R
PATRON	1	1220.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.49 Mpas
	2	1254.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.56 Mpas
	3	1262.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.58 Mpas
10% DE POMES	4	1222.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.45 Mpas
	5	1203.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.46 Mpas
20% DE POMES	6	1208.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.47 Mpas
	7	1185.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.42 Mpas
	8	1148.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.34 Mpas
30% DE POMES	9	1196.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.44 Mpas
	10	1023.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.09 Mpas
	11	1041.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.13 Mpas
	12	1021.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.08 Mpas
PROMEDIO		1162.76 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.37 Mpas



*[Signature]*  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 110374

*[Signature]*  
Ambrosio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 41504

*[Signature]*  
Mg. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
RPA: CIP N° 100543





- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.
- Urb. El Eden Lote C-3 , San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

TESIS:

### INFORME N°01

Solicita:

Departamento:

Provincia :

Distrito :

## PRUEBRAS EN CONCRETO FRESCO

## SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO)

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

ENERO, 2022  
Cusco-Peru

  
Mag. Ing. Germán Benchoza Morales  
CIP 116074

  
Ambrosio Mamani Cutipa  
INGENIERO CIVIL  
CIP- 41504

  
Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
MAESTRO EN GESTION PUBLICA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 199843



**CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.**

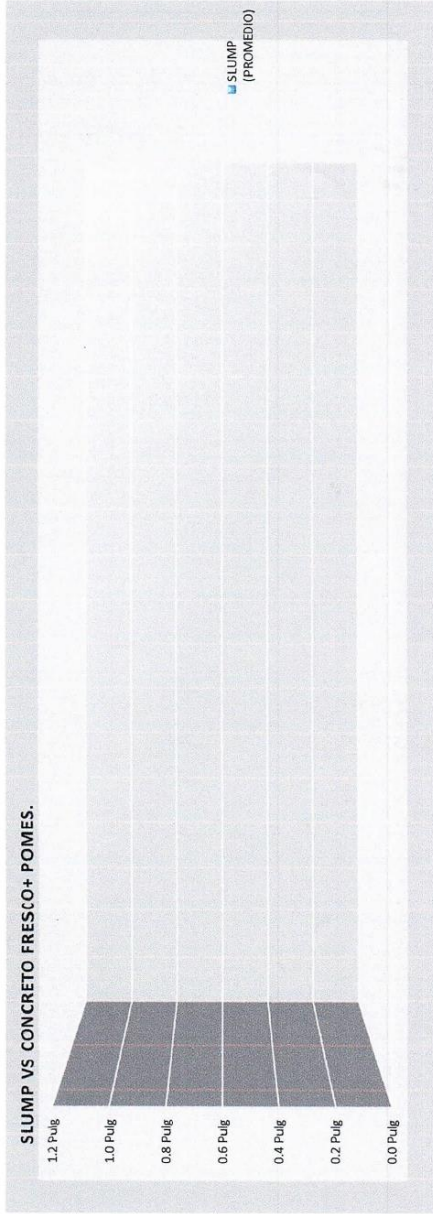
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 Lib. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 - 770342, Claro: 084-974272949, RPM: #998990111, Nextel: 97285580

**SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705**

SOLICITADO : 0  
 PROYECTO : 0  
 UBICACION : --  
 FECHA : ENERO, 2022  
 MUESTRA : CONCRETO FRESCO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128899

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO

	1	2	3	4
Nº de Etiqueta				
Estructura o elemento				
SLUMP (PROMEDIO)				



*[Handwritten signature]*  
 Ing. Germán Hernández Morales  
 CIP: 46074

*[Handwritten signature]*  
 Ambito Civil  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 41504

*[Handwritten signature]*  
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 198843

# Anexo 04: Validez

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS						
PROYECTO: "Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022"						
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>						
UBICACIÓN:						
DISTRITO:			ALTITUD:			
PROVINCIA:			LATITUD:			
REGION:			LONGITUD:			
<b>II.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	7 Dias		21 Dias		28 Dias	
<b>III.- RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	7 Dias		21 Dias		28 Dias	
<b>IV.- RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
	7 Dias		21 Dias		28 Dias	
<b>V.- PESO ESPECIFICO</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
<b>VI.- GRANULOMETRIA</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
<b>VII.- DOSIFICACION</b>						
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:						
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und	
APELLIDOS Y NOMBRES: <i>Tungui CRUZ Max Rober Virgilio</i>						
PROFESION: <i>ING. Civil</i>						
REGISTRO CIP No: <i>197167</i>						
EMAIL: <i>TunguiCRUZ@gmail.com</i>						
TELEFONO: <i>997730099</i>						

EXPERTO

C

0.8

0.9

0.7

0.9

0.8

0.9

0.83

ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS					
PROYECTO: "Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022"					
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:	Urubamba			ALTITUD:	
PROVINCIA:	Urubamba			LATITUD:	
REGION:	Cusco			LONGITUD:	
<b>II.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	7 Dias		21 Dias		28 Dias
<b>III.- RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	7 Dias		21 Dias		28 Dias
<b>IV.- RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	7 Dias		21 Dias		28 Dias
<b>V.- PESO ESPECIFICO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
<b>VI.- GRANULOMETRIA</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
<b>VII.- DOSIFICACION</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
APELLIDOS Y NOMBRES: Cortez Vargas Juan Pedro Luciano					
PROFESION: Ingeniero Civil					
REGISTRO CIP No: 199843					
EMAIL: pedro.cortez1992@gmail.com					
TELEFONO: 903574017					

EXPERTO

B

0.9

0.9

0.9

0.5

0.8

0.8

0.8


  
 Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
   
 INGENIERO CIVIL
   
 N° 199843

ANÁLISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS					
PROYECTO: "Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022"					
<b>I.- INFORMACION GENERAL:</b>					
UBICACIÓN:					
DISTRITO:		ALTITUD:			
PROVINCIA:		LATITUD:			
REGION:		LONGITUD:			
<b>II.- RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	7 Dias		21 Dias		28 Dias
<b>III.- RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	7 Dias		21 Dias		28 Dias
<b>IV.- RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
	7 Dias		21 Dias		28 Dias
<b>V.- PESO ESPECIFICO</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
<b>VI.- GRANULOMETRIA</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
<b>VII.- DOSIFICACION</b>					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Und	Indicador 2:	Und	Indicador 3:	Und
APELLIDOS Y NOMBRES: MAMANI CUTIPA AMBRACIO					
PROFESION: Ing. Civil					
REGISTRO CIP No: 41504					
EMAIL: AMACCUSCO@GMAIL.COM					
TELEFONO: 984234627					

EXPERTO

A

0.5

0.9

0.8

0.9

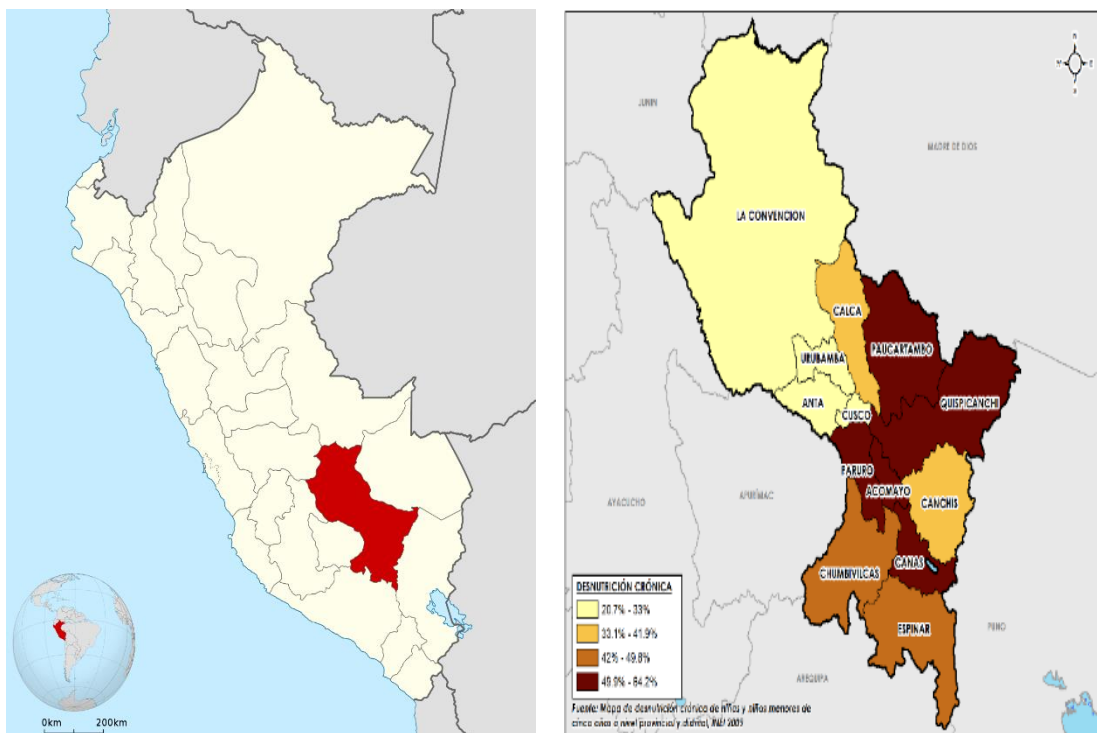
0.8

0.9

0.8

 *Ambrocio Mamani Cutipa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 41504

## Anexo 05: Mapas y Planos



## Anexo 06: Panel fotográfico

### Anexo 06.01 Análisis Químico de Cenizas de Chala de Maíz

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO  
CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS,  
CUSCO 2022  
BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO



#### 4 PANEL FOTOGRAFICO.



Fotografía 1 Análisis granulométrico.



Fotografía 2 Determinación del peso específico.



Fotografía 3 Agresividad química.

INGEOMAT  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexo 06.02 Diseño de Mezclas.

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO  
GENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO  
2022  
REALIZADO POR: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO



### PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO

#### AGREGADO FINO



Fotografía 1 Y Fotografía 2 IZQUIERDA: Determinación del peso específico, DERECHA: Determinación del peso unitario varillado.



Fotografía 3 Y Fotografía 4: IZQUIERDA: Análisis granulométrico, DERECHA: Lavado de muestras para posterior análisis granulométrico.

  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



**AGREGADO GRUESO**



Fotografía 5 Y Fotografía 6 IZQUIERDA: Análisis granulométrico, DERECHA: Colocación de las muestras en el horno para posterior análisis granulométrico.



Fotografía 7 Y Fotografía 8 IZQUIERDA: Peso unitario varillado, DERECHA: Determinación del peso específico.

**INGEOMA**  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP: 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 06.03 Contenido de Aire

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022.

REALIZADO POR:  
BACH. BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO




### PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía 1 y 2 Determinación del contenido de aire del concreto.

INGEOMAT  
INGENIEROS Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 06.04. Flexión en Vigas



**PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022**

**PANEL FOTOGRAFICO**

**7 DIAS**





**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
C.I. 129689

<b>Dirección</b>	Urb. M. Edén Lote C-3, San Sebastián de Andacollo, Esquina Av. Prado y Jr. Casco - Ahuacay	<b>Celular: Entel:</b> 974 279 249, <b>Telf:</b> 217232
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:Ingeomat_cusco@hotmail.com">Ingeomat_cusco@hotmail.com</a> / <a href="mailto:Ingeomat_apurimac@hotmail.com">Ingeomat_apurimac@hotmail.com</a>	<b>Bitel:</b> 921126988

14 DIAS



**INGEOMAT**  
INGENIERÍA DE MATERIALES E.I.R.L.  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
CIP. 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

<b>Dirección</b>	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián - Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	<b>Celular: Entel:</b> 974 279 249, Telf: 217232
<b>E- mail</b>	<a href="mailto:Ingeomat_cusco@hotmail.com">Ingeomat_cusco@hotmail.com</a> - / <a href="mailto:Ingeomat_apurimac@hotmail.com">Ingeomat_apurimac@hotmail.com</a>	<b>Bitel:</b> 921126988

28 DIAS



**INGEOMAT**  
INGENIERÍA Y MATERIALES S.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP. 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

<b>Dirección</b>	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Casco - Ahacay	<b>Celular: Entel:</b> 974 279 249, <b>Telf:</b> 217232
<b>E- mail</b>	<a href="mailto:Ingeomat_cusco@hotmail.com">Ingeomat_cusco@hotmail.com</a> - / <a href="mailto:Ingeomat_apurimac@hotmail.com">Ingeomat_apurimac@hotmail.com</a>	<b>Biel:</b> 921126988

## Anexos 06.05 Rotura de Briquetas

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAÍZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022”  
BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITITO



### PANEL FOTOGRAFICO - LABORATORIO



Fotografía 1 Y Fotografía 2 Compresión uniaxial de unidades del patrón de 7 días y de 14 días.



Fotografía 3 Y Fotografía 4 Compresión uniaxial de unidades de concreto con 3% de cal y 5% de ceniza de chala de maíz a los 7 días y 14 días.


  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cubano480@hotmail.com, Ingeomat\_cusco@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco 4  
Telf. 084-270342 Cel. Claro 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111, Nextel: 947285580



Fotografía 5 Y Fotografía 6 Compresión uniaxial de unidades de concreto con 4% de cal y 5% de ceniza de chala de maíz a los 7 días y 14 días.



Fotografía 7 Y Fotografía 8 Compresión uniaxial de la unidad de concreto con 5% de cal y 12.5% de ceniza de chala de maíz a los 7 días y Compresión uniaxial de la unidad de concreto con 5% de cal y 5% de ceniza de chala de maíz a los 14 días.

**INGEOMAT**  
INGENIERÍA EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 06.06 Slump

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAÍZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022  
REALIZADO POR:  
BACH. AMAT TTITO, ELIAS FORTUNATO



### PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía 1 y Fotografía 2 Determinación del SLUMP.



Cubano480@hotmail.com, Ingeotmat\_cusco@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco  
Telf. 084-270342 Cel. Claro 974279249, Movistar: 998990111 RPM: #998990111, Nextel: 947285580



## Anexo 07: Hojas de cálculos

### Anexo 07.01 Análisis Químico de Cenizas de Chala de Maíz.



- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, TE: 054 - 27040, FPG: 01427040, RPN: 466000111

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Ubicación: -CUSCO-CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

P.R.: HUGO CUBA BENAVENTE

J.L.: JEFFERSON CHARA HOLGUIN

PESO INICIAL= 610.00 gr

% de pérdidas= 0.41%

PESO FINAL= 607.51 gr

% Max de Pérdida= 2.00% OK

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E-107-200

Tamiz N°	Diam.(mm)	Peso retenido	%retenido	%que pasa
4"	100	0.00	0.00%	100.00%
2"	50	0.00	0.00%	100.00%
1"	25	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	18.75	0.00	0.00%	100.00%
4	4.750	0.00	0.00%	100.00%
10	2.000	0.00	0.00%	100.00%
20	0.840	0.00	0.00%	100.00%
40	0.425	0.00	0.00%	100.00%
60	0.250	0.00	0.00%	100.00%
100	0.150	45.79	7.54%	92.46%
200	0.075	65.36	10.76%	81.70%
bandeja	0.000	496.36	81.70%	0.00%
		607.51	100.00%	



% de gruesos= 18.30%

% de finos= 81.70%

% de grava= 0.00%

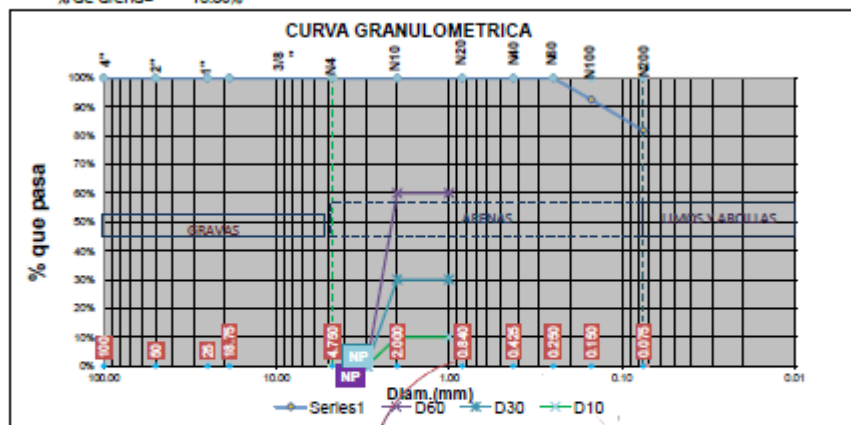
% de arena= 18.30%

% de la fraccion gruesa retenida en la malla N 4= 0.00%

% de la fraccion gruesa pasa la malla N 4= 100.00%

(Grava)

(Arena)



INGEOMA INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cu= NP  
Cc= NP

PESO INICIAL=	610.00 gr
% de perdidas=	0.41%
PESO FINAL=	607.51 gr
% Max de Perdidas=	2.00% <b>OK</b>

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

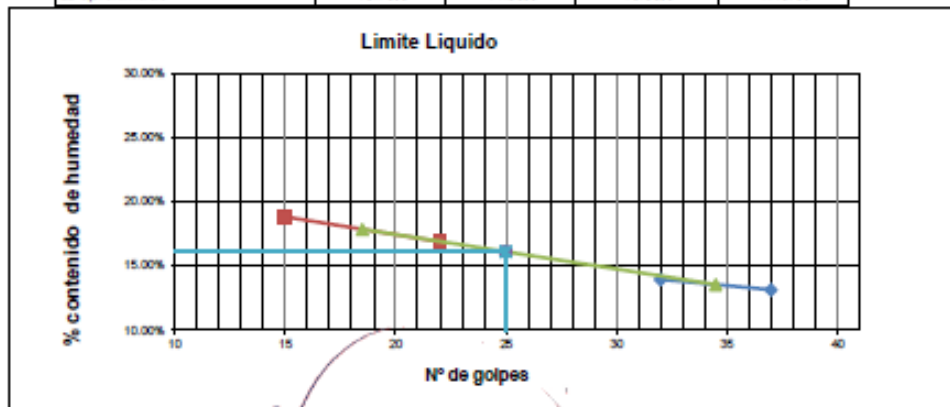
**LIMITE PLASTICO**

Nº de lata	1	2	3
peso de suelo humedo + lata(gr)	11.05	11.38	11.28
peso de suelo seco + lata(gr)	10.32	10.66	10.56
peso de lata(gr)	5.37	5.63	5.60
peso de suelo seco(gr)	4.95	5.03	4.96
peso de suelo humedo(gr)	5.68	5.75	5.68
peso de agua(gr)	0.73	0.72	0.72
contenido de humedad	14.78%	14.34%	14.48%



**LIMITE LIQUIDO MIC E-110**

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	97.39	87.52	97.73	93.54
peso de suelo seco + lata(gr)	87.65	78.46	85.57	80.87
peso de lata(gr)	13.41	13.43	13.44	13.46
peso de suelo seco(gr)	74.24	65.03	72.13	67.41
peso de suelo humedo(gr)	83.98	74.09	84.29	80.08
peso de agua(gr)	9.74	9.06	12.16	12.67
contenido de humedad	13.12%	13.93%	16.86%	18.80%
Numero de golpes:N	37	32	22	15
LL aproximado	13.76%	14.35%	16.60%	17.67%



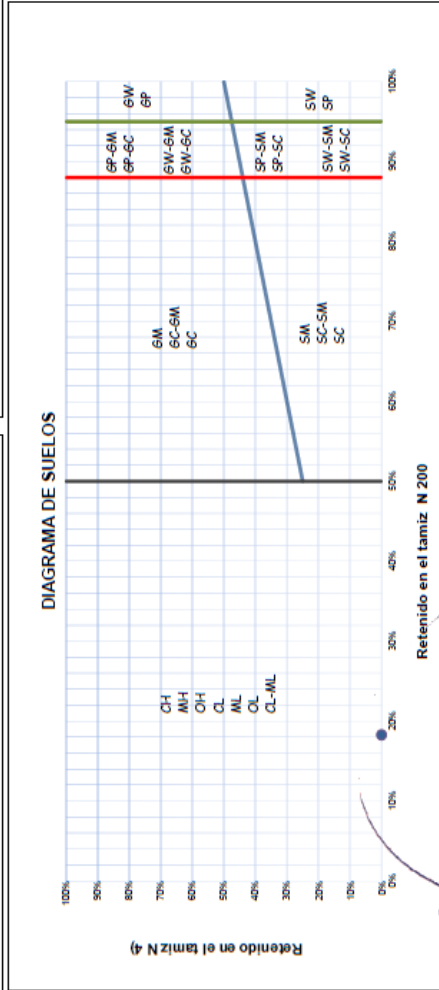
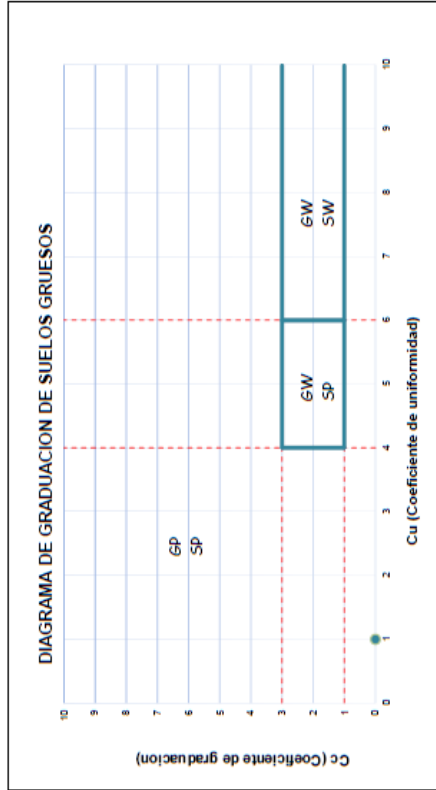
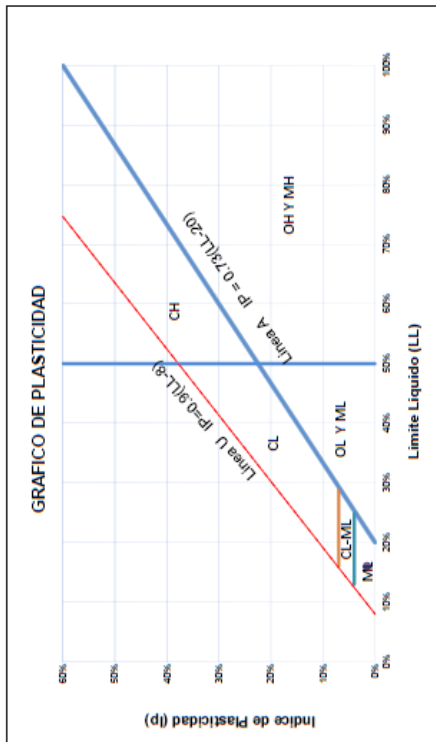
**INGEOMA**  
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.

*Ing. Hugo Cuba Benavente*  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LL= 16.08%  
LP= 14.53%  
IP= 1.54%



Proyecto: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022



Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Ubicación: --CUSCO-CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicita: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

P.R.: HUGO CUBA BENAVENTE

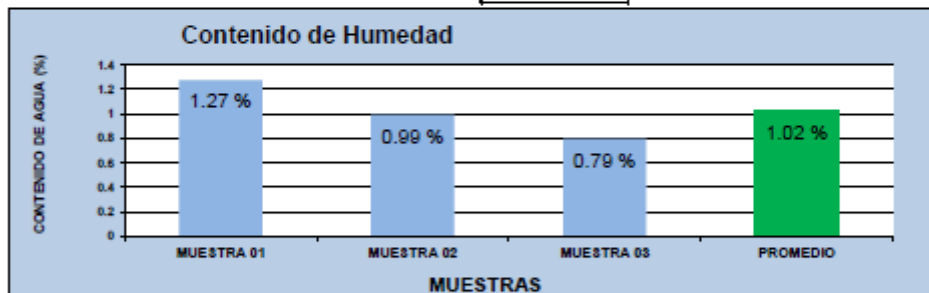
J.L.: JEFFERSON CHARA HOLGUIN

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**

NTP-339.127 - ASTM-D2216

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.10	27.64	29.33	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	124.27	118.82	115.46	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	123.07	117.93	114.78	
PESO DEL AGUA	1.20	0.89	0.68	
PESO DEL SUELO SECO	93.97	90.29	85.45	
CONTENIDO DE AGUA (%)	1.27	0.99	0.79	1.02

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 1.02%



**PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS ASTM D854 - 58**

**Peso Especifico de masa (P<sub>m</sub>)**

- W<sub>s</sub>= Peso del solido, gr : 66.89 gr
- W<sub>o</sub>= Peso de inicial, gr : 955.44 gr
- W<sub>f</sub>= Peso final de la muestra, gr : 985.36 gr
- γ<sub>w</sub>= Peso especifico del agua : 1.00 gr/cm<sup>3</sup>

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_s}{\frac{W_o + W_s - W_f}{\gamma_w}} = 1.81 \text{ gr/cm}^3$$

INGEOMA  
INGENIERIA DE SUELOS Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.**

Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tl: 270342, Cel: 974272549, Movilcel: 998990111, RPA: 998990111

Proyecto: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022

Ubicación: --CUSCO-CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

MUESTRA	CENIZA
---------	--------

POTENCIAL HIDROGENO (PH) - MTC E 129		
PH	7.6	Neutro

ACIDA	NEUTRA	BASICA O ALCALINA
0-1-2-3-4-5-6	7	8-9-10-11-12-13-14

ENSAYO DE SALES SOLUBLES (SST) - NTP 339.152		
RELACION DE MEZCLA SUELO - AGUA DESTILADA	1 :3	
PESO DE BAKER	110.887 gr	113.409 gr
PESO DE BAKER + RESIDUOS DE SALES	110.895 gr	113.419 gr
PESO DE RESIDUO DE SALES	0.008 gr	0.010 gr
VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA	99.00 ml	99.00 ml
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN LICUOTA	80.8 ppm	101.0 ppm
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN MUESTRA	242.4 ppm	303.0 ppm
CONSTITUYENTES DE S.S. EN PESO SECO	0.024 %	0.030 %

ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES (SO4) - NTP 339.178		
VOLUMEN DEL AGUA DESTILADA	300.00 ml	
PESO DEL SUELO SECO	100.00 gr	
PESO DEL CRISOL	21.093 gr	22.841 gr
PESO DEL CRISOL + RESIDUOS DE SULFATOS	21.106 gr	22.853 gr
PESO DEL RESIDUO DE SULFATOS	0.013 gr	0.012 gr
VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA O FACTOR DE DISOLUCION	76.00 ml	76.00 ml
PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION	25.333 gr	25.333 gr
CONCENTRACION DE ION SULFATO	130.0 ppm	120.0 ppm
CONTENIDO DE SULFATO	0.013 %	0.012 %
EXPOSICION A SULFATOS	INSIGNIFICANTE	

ENSAYO DE CLORUROS SOLUBLES (Cl-) - NTP 339.177		
VOLUMEN DEL AGUA DESTILADA	200.00 ml	
PESO DEL SUELO SECO	100.00 gr	
VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA O FACTOR DE DISOLUCION	35.00 ml	35.00 ml
TITULACION DE LA SOLUCION DE NITRATO DE PLATA	1.7	1.7
CONSUMO DE LA SOLUCION DEL NITRATO DE PLATA	7.50 ml	9.10 ml
PESO DE MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION - S	17.50 gr	17.50 gr
Ph DE ENSAYO	7.2	7.2
CONTENIDO DE CLORUROS	728.6 ppm	884.0 ppm
CONTENIDO DE CLORUROS	0.073 %	0.088 %
EXPOSICION A CLORUROS	INSIGNIFICANTE	

INGEOMA  
INGENIERÍA DE GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Ubicación: --CUSCO-CUSCO

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO

Fecha: JUNIO, 2022

Muestra: CENIZA

N° DE ENSAYO	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP	SUCS	P.E.
1	CENIZA	0.00 %	18.30 %	81.70 %	16.08 %	14.53 %	1.54 %	ML	1.81
N° DE ENSAYO	MUESTRA	SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	CLORUROS SOLUBLES	PH				
1	CENIZA	272.73 ppm	125.00 ppm	806.29 ppm	7.6				
SEGÚN NORMA		1500.00 ppm	600.00 ppm	1000.00 ppm	5 a 8				
CUMPLE??		SI	SI	SI	SI				

DESCRIPCION	LIMITES PERMISIBLES	REFERENCIA
SULFATO (Ion SO4)	600 ppm	Comité 318-83 ACI
SALES SOLUBLES	15000 ppm	Walsh Perú S.A. 2015
CLORUROS (Ion Cl)	1000 ppm	Walsh Perú S.A. 2015
Ph	5 a 8	NTP 339.088

**LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES**

## Anexo 07.02 Diseño de Mezclas.

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO  
GENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO  
2022

REALIZADO POR: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO



# MEMORIA DE CALCULO





Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

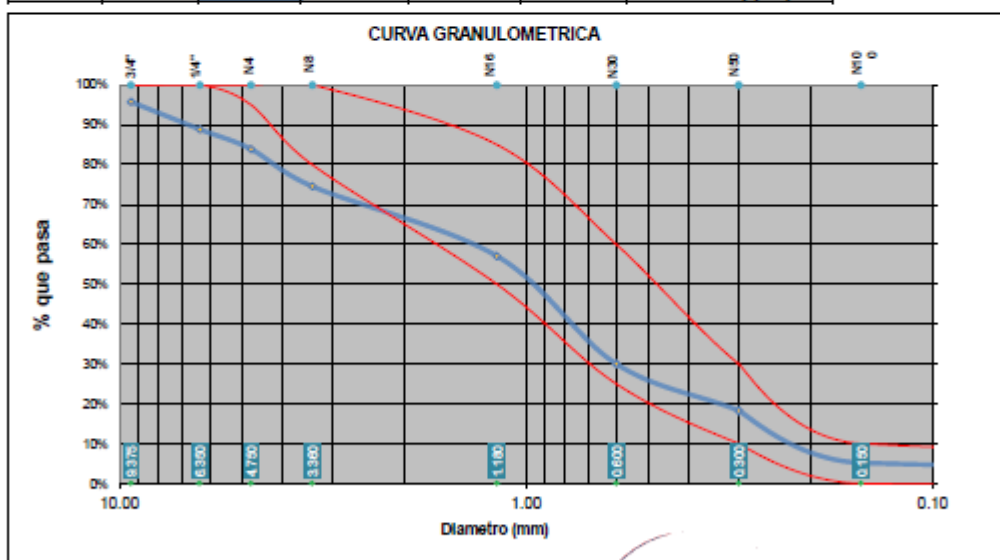
Cantera: HUAMBUTIO-VICHO  
 Fecha: MAYO, 2022  
 Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO POR TAMIZADO MTC E-107-200

PARAMETROS  
 ASTM C 33

Tamiz N°	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
3/8 pulg	9.375	70.20	4.25%	4.25%	95.75%	100.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	113.50	6.88%	11.13%	88.87%	100.00%	100.00%
N 4	4.750	82.06	4.97%	16.10%	83.90%	100.00%	95.00%
N 8	3.360	154.12	9.34%	25.44%	74.56%	100.00%	80.00%
N 16	1.180	288.70	17.49%	42.94%	57.06%	85.00%	50.00%
N 30	0.600	446.48	27.05%	69.99%	30.01%	60.00%	25.00%
N 50	0.300	193.30	11.71%	81.71%	18.29%	30.00%	10.00%
N 100	0.150	216.20	13.10%	94.81%	5.19%	10.00%	0.00%
bandeja	0.000	85.71	5.19%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		1650.27	100.00%			SERIE "C" (Tyler)	



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos}(1\frac{1}{2}, 3\frac{1}{4}, 3\frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{\dots}$$

MF = 3.35

Arena Gruesa

Aumentar Arena Fina

INGEOMA  
 INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

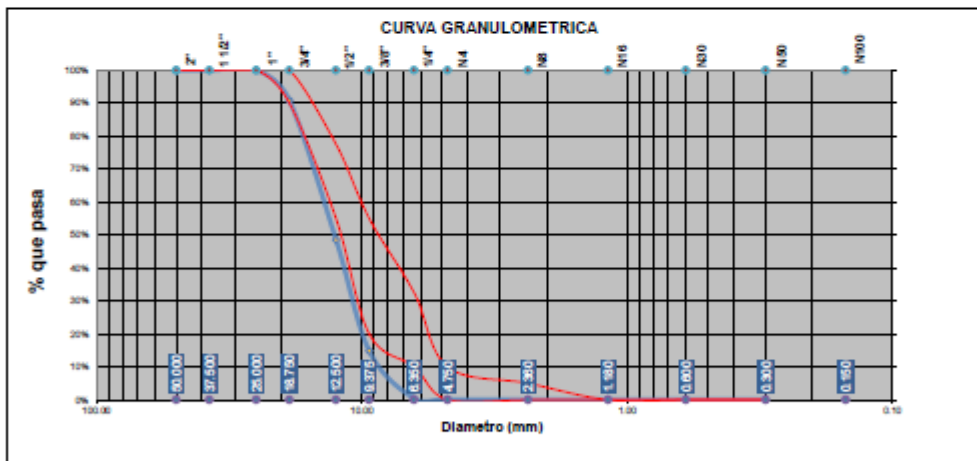
Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Cantera: HUAMBUTIO-VICHO Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
 Fecha: MAYO, 2022 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
 Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

**ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200**

**PARAMETROS  
ASTM C 33**

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	Superior	Inferior
2 pulg	50.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 1/2pulg	37.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1 pulg	25.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3/4pulg	18.750	114.20	9.17%	9.17%	90.83%	100.00%	90.00%
1/2pulg	12.500	526.20	42.25%	51.42%	48.58%	77.50%	55.00%
3/8pulg	9.375	420.30	33.75%	85.17%	14.83%	55.00%	20.00%
1/4pulg	6.350	178.90	14.36%	99.53%	0.47%	32.50%	10.00%
Nº4	4.750	3.48	0.28%	99.81%	0.19%	10.00%	0.00%
Nº8	2.360	0.16	0.01%	99.83%	0.17%	5.00%	0.00%
Nº16	1.180	0.22	0.02%	99.84%	0.16%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	0.25	0.02%	99.86%	0.14%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	0.37	0.03%	99.89%	0.11%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	0.59	0.05%	99.94%	0.06%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	0.74	0.06%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		1245.41	100.00%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos}(1\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

MF = 694

Tamaño Máximo Absoluto= 1 pulg  
 Tamaño Máximo Nominal= 3/4pulg

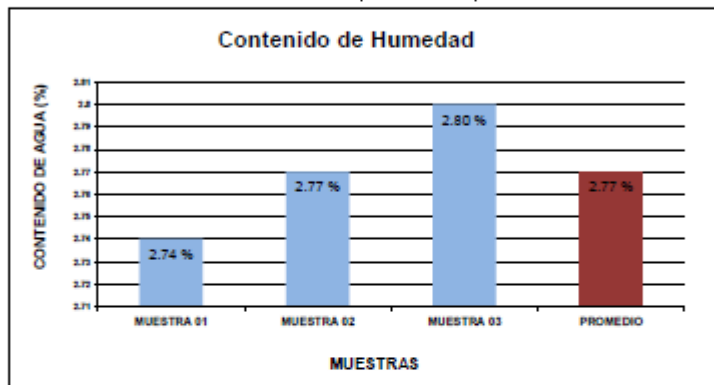
**INGEOMA**  
 INGENIERIA Y MATERIALES  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
Muestra: HUAMBUTIO-VICHO Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
Fecha: MAYO, 2022 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMATITTEO

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL FINO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.00	26.79	24.16	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	120.76	117.52	119.66	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	118.31	115.07	117.06	
PESO DEL AGUA	2.45	2.45	2.60	
PESO DEL SUELO SECO	89.31	88.28	92.90	
CONTENIDO DE AGUA (%)	2.74	2.77	2.80	2.77

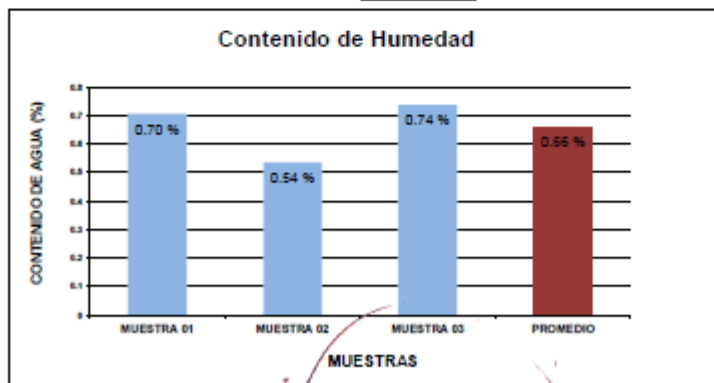
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 2.77%



**CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	39.46	33.25	29.56	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	245.30	239.60	241.65	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	243.86	238.50	240.10	
PESO DEL AGUA	1.44	1.10	1.55	
PESO DEL SUELO SECO	204.41	205.25	210.54	
CONTENIDO DE AGUA (%)	0.70	0.54	0.74	0.66

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 0.66%



**INGEOMA**  
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Ubicación: -

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO

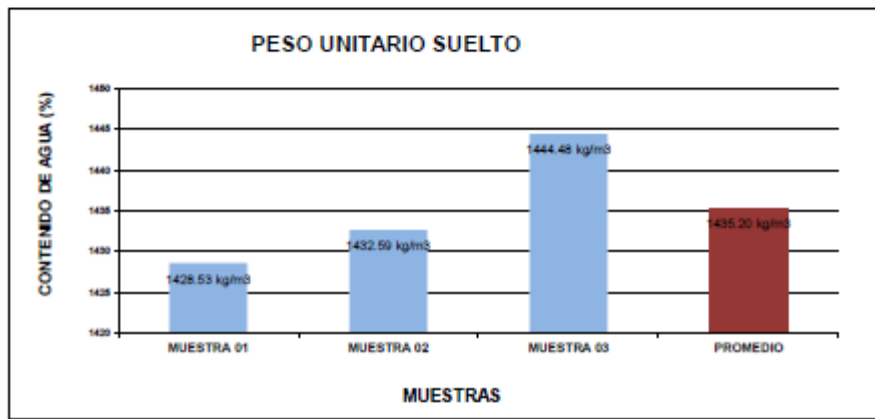
Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

**PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL FINO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7195.00 gr	7195.00 gr	7195.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12122.00gr	12136.00gr	12177.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1428.53 kg/m <sup>3</sup>	1432.59 kg/m <sup>3</sup>	1444.48 kg/m <sup>3</sup>	1435.20 kg/m <sup>3</sup>

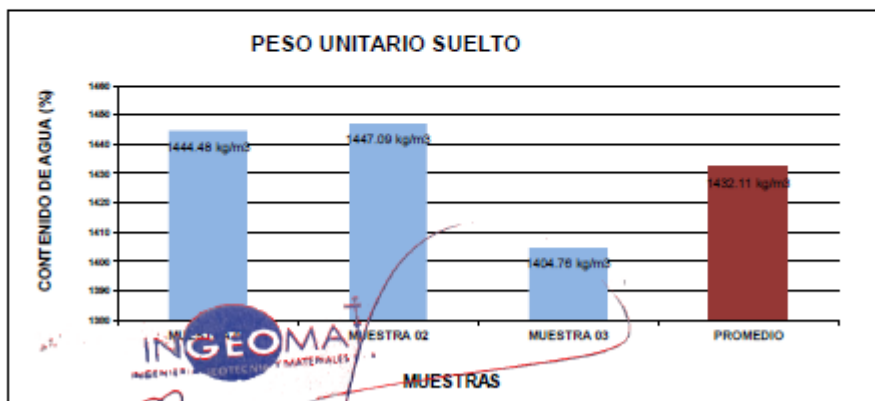
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1435.20 kg/m<sup>3</sup>



**PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL GUESO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7195.00 gr	7195.00 gr	7195.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12177.00gr	12186.00gr	12040.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	3449.00cm <sup>3</sup>	
PESO UNITARIO SUELTO	1444.48 kg/m <sup>3</sup>	1447.09 kg/m <sup>3</sup>	1404.76 kg/m <sup>3</sup>	1432.11 kg/m <sup>3</sup>

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1432.11 kg/m<sup>3</sup>



Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP. 128589  
INGENIERIA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO

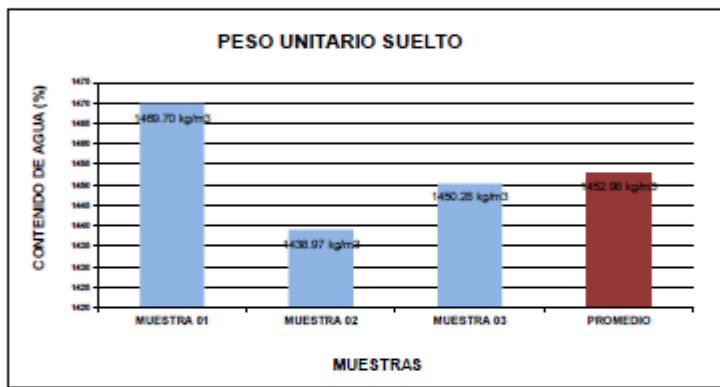
Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

**PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL FINO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	7195.00 gr	7195.00 gr	7195.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	12264.00gr	12158.00gr	12197.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm3	3449.00cm3	3449.00cm3	
PESO UNITARIO SUELTO	1469.70 kg/m3	1438.97 kg/m3	1450.28 kg/m3	1452.98 kg/m3

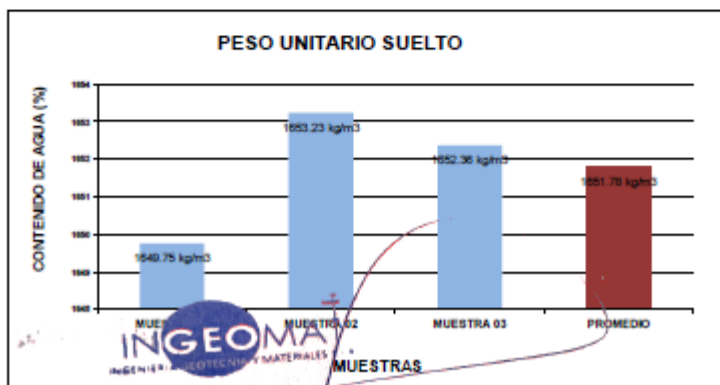
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1452.98 kg/m3



**PESO UNITARIO SUELTO VARILLADO MATERIAL GRUESO**

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	8187.00 gr	8187.00 gr	8187.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	13877.00gr	13889.00gr	13886.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	3449.00cm3	3449.00cm3	3449.00cm3	
PESO UNITARIO SUELTO	1649.75 kg/m3	1653.23 kg/m3	1652.36 kg/m3	1651.78 kg/m3

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1651.78 kg/m3



**INGEOMA**  
INGENIERIA Y MATERIALES S.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84

#### Peso Especifico de masa (P<sub>m</sub>)

W<sub>0</sub>= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 492.00 gr  
 V= Volumen de frasco en cm<sup>3</sup> : 500.00 cm<sup>3</sup>  
 V<sub>a</sub>= Peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> de agua añadida en el frasco : 303.00 cm<sup>3</sup>

$$P_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} = 2.50 \text{ gr/cm}^3 \quad A) \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100 = 1.63\%$$

$$P_{ms} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.54 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{gama} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} = 2.60 \text{ gr/cm}^3$$

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84

A= PESO SECO EN EL AIRE : 1341.00 gr  
 B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1354.00 gr  
 C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 827.00 gr

$$\gamma_{ep} = \frac{A}{B - C} = 2.54$$

$$\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.61$$

$$\gamma_s = \frac{B}{B - C} = 2.57$$

$$Absorcion = \frac{B - A}{A} = 0.97\%$$



INGEOMA  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES  
 Ing. Hugo Cuba Behavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022

Muestra: Fno= HUAMBUTO  
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

### DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI

#### 1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

$f_c$ = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
SLUMP= 4 pulg  
Consistencia= Plástica  
Uso de aditivo Sin Aditivo

#### 2.- Características de los Materiales:

##### 2.1.- Cemento:

Marca: Yura  
Tipo: IP  
Peso Específico: 2.85

##### 2.2.- Agua:

Agua potable de la red pública de la ciudad

##### 2.3.- Agregado Fino:

Peso Específico de la masa 2.50  
Absorción 1.63%  
Contenido de Humedad 2.77%  
Módulo de Fineza 3.35  
Peso Compacto Seco 1452.98 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Suelto Seco 1435.20 kg/m<sup>3</sup>

##### 2.4.- Agregado Grueso:

Perfil Angular SI  
Tamaño Máximo Nominal 3/4 pulg  
Peso Compacto Seco 1651.78 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Suelto Seco 1432.11 kg/m<sup>3</sup>  
Peso Específico de la masa 2.54  
Absorción 0.97%  
Contenido de Humedad 0.66%  
Módulo de Fineza 6.94

#### 3.- Determinación de la resistencia promedio ( $f_c'$ )

##### Calculo de la Desviación Estándar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar se hará uso del siguiente cuadro según RNE tabla 3.3

$f_c$	$f_c'$
menor de 210	$f_c+70$
210 a 350	$f_c+83$
mayor a 350	$1.1f_c+50$



INGEOMAT  
INGENIERÍA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Muestra: Fno= HUAMBUTIO  
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
-------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

$f'c$  = 295 kg/cm<sup>2</sup>

4.- Cálculo del volumen unitario de agua

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Tmax Nominal	3/4 pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M3	205.00 lt/m <sup>3</sup>

5.- Selección del contenido de aire atrapado

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AIRE ATRAPADO	2.00%

6.- Cálculo de la relación Agua : Cemento

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
A/C	0.56

7.- Factor Cemento

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Factor Cemento	366 kg/m <sup>3</sup>
Factor Cemento	8.61 bolsas

8.- Cálculo del Volumen Absoluto de la pasta

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento x m <sup>3</sup>	0.128 m <sup>3</sup>
AGUA X M3	0.205 m <sup>3</sup>
Aire x m <sup>3</sup>	0.020 m <sup>3</sup>
Vol. de la Pasta	0.359 m <sup>3</sup>

9.- Volumen Absoluto del Agregado

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Vol. de los Agreg.	0.641 m <sup>3</sup>

10.- Cálculo de los volúmenes absolutos del agregado

$f'c$	210 kg/cm <sup>2</sup>
mf	3.35
Tmax nominal	3/4 pulg
b/bo	0.580 m <sup>3</sup>
Peso Unit. Seco Var.	1651.78 kg/m <sup>3</sup>
Peso A.G.	958.03 kg
VAG	0.376 m <sup>3</sup>
VAF	0.264 m <sup>3</sup>

INGEOMA  
INGENIERIA Y MATERIALES S.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE M PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Muestra: Fino= HUAMBUTIO  
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

11.- Pesos Secos de los Agregados

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AF	660 kg/m <sup>3</sup>
AG	958 kg/m <sup>3</sup>

12.- Valores de Diseño

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	356 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	205 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	660 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	958 kg/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>2197 kg/m<sup>3</sup></b>

13.- Corrección por Humedad del Agregado

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
AF	679 kg/m <sup>3</sup>
AG	964 kg/m <sup>3</sup>

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorción)

AF	1.14%
AG	-0.31%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	7.55 kg/m <sup>3</sup>
AG	-2.98 kg/m <sup>3</sup>

Agua Efectiva

Agua Inicial	205.00 kg/m <sup>3</sup>
Aporte de lo Agreg.	4.58 kg/m <sup>3</sup>
Agua Final	200.42 kg/m <sup>3</sup>

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	356 kg/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	200 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	679 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	964 kg/m <sup>3</sup>
Aire	2.00%
<b>Peso Total</b>	<b>2217 kg/m<sup>3</sup></b>

15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento

$f'c=$	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.55 lt/bolsa
Agregado Fino	1.85
Agregado Grueso	2.63

INGEOMAT  
INGENIERIA EN MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Muestra: Fino= HUAMBUTIO  
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022  
Solicitante: BACH. ELIAS FORTUNATO AMATITITO

16.- Peso por tandas de una bolsa

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	23 lt/bolsa
Agregado Fino	78.8 kg/bolsa
Agregado Grueso	112.0 kg/bolsa

17.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada pie<sup>3</sup> de cemento

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.00 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>
Agua de Diseño	23 lt/pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	1.9 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	2.8 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>

18.- Proporción por volumen corregidos por humedad por cada m<sup>3</sup> de concreto

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	8.61 bls/m <sup>3</sup>
Agua de Diseño	0.200 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Agregado Fino	0.47 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	0.67 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>

19.- Proporción por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm <sup>3</sup>
Factor por desperdicios	1,1
Volumen corregido	0.0058 m <sup>3</sup>
Cemento	2.348 kg
Agua de Diseño	1.636 kg
Agregado Fino	3.957 kg
Agregado Grueso	5.624 kg
Suma	13.61 kg
Peso por Testigo	13.61 kg

f'c=	2 kg/cm <sup>2</sup>
Largo	54 cm
Ancho	15 cm
Altura	12 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	9720 cm <sup>3</sup>
Factor por desperdicios	1,1
Volumen corregido	0.0107 m <sup>3</sup>
Cemento	4.951 kg
Agua de Diseño	3.297 kg
Agregado Fino	7.981 kg
Agregado Grueso	11.342 kg
Suma	31.55 kg
Peso por Testigo	31.55 kg

**INGEOMAT**  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 07.03 Contenido de Aire

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAÍZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022.

REALIZADO POR:  
BACH. BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO



# MEMORIA DE CALCULO



**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706**

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO

PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

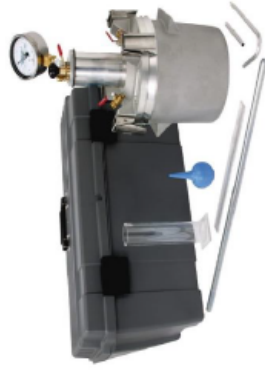
UBICACION : -CUSCO-CUSCO

FECHA : JUNIO, 2022

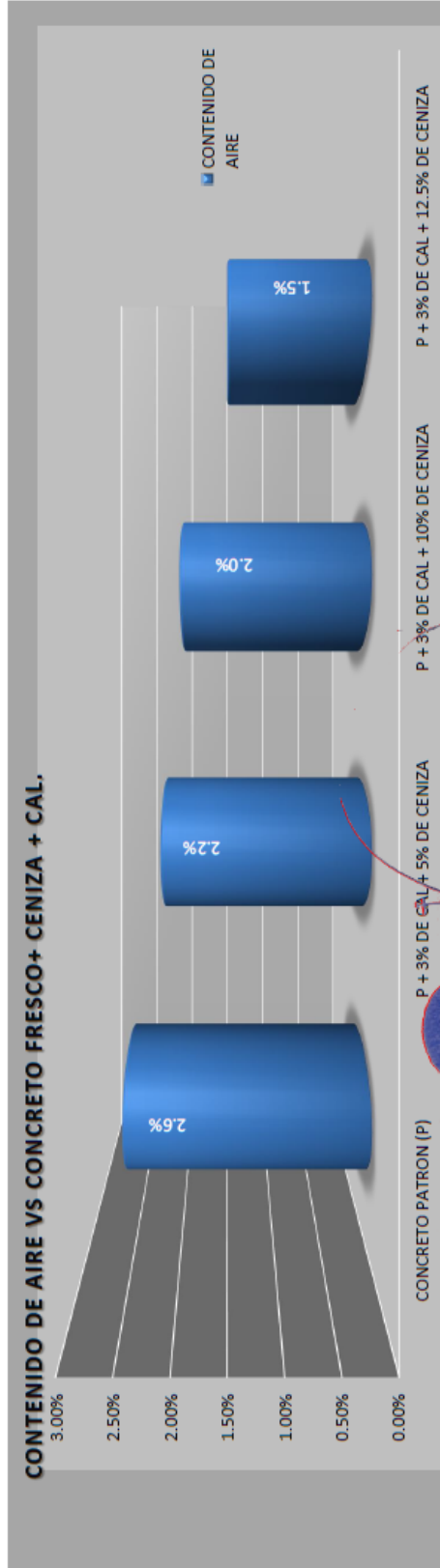
MUESTRA : CONCRETO FRESCO

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128569

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO



N° de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 3% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 3% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 3% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.60%	2.20%	2.00%	1.50%



### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO

PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

UBICACION : -CUSCO-CUSCO

FECHA : JUNIO, 2022

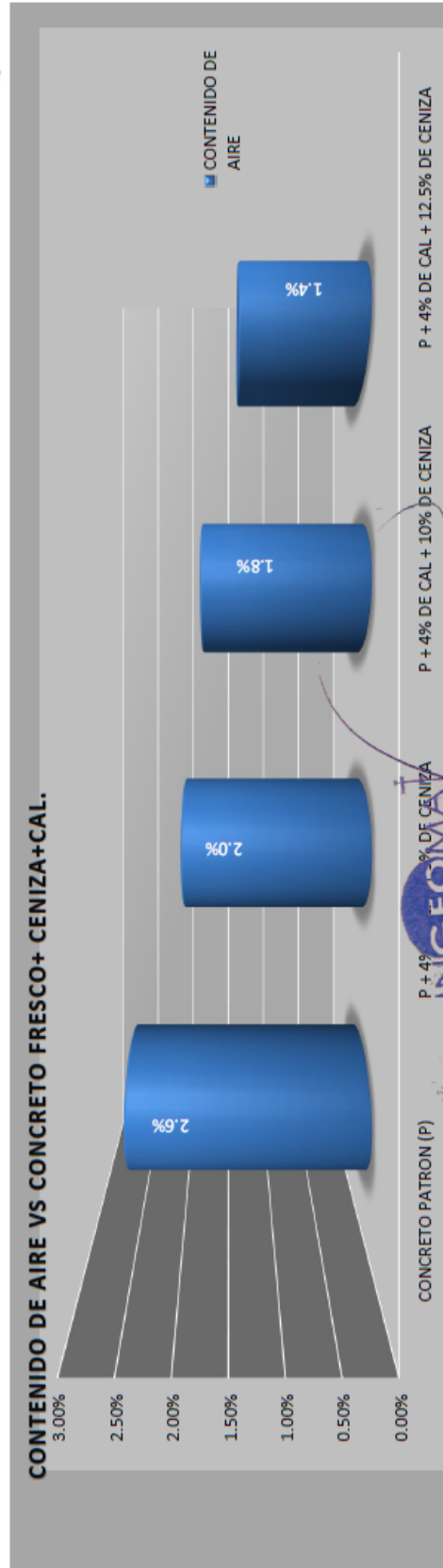
MUESTRA : CONCRETO FRESCO

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO



N° de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 4% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 4% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.60%	2.00%	1.80%	1.40%



**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706**

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO

PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

UBICACION : -CUSCO-CUSCO

FECHA : JUNIO, 2022

MUESTRA : CONCRETO FRESCO

P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

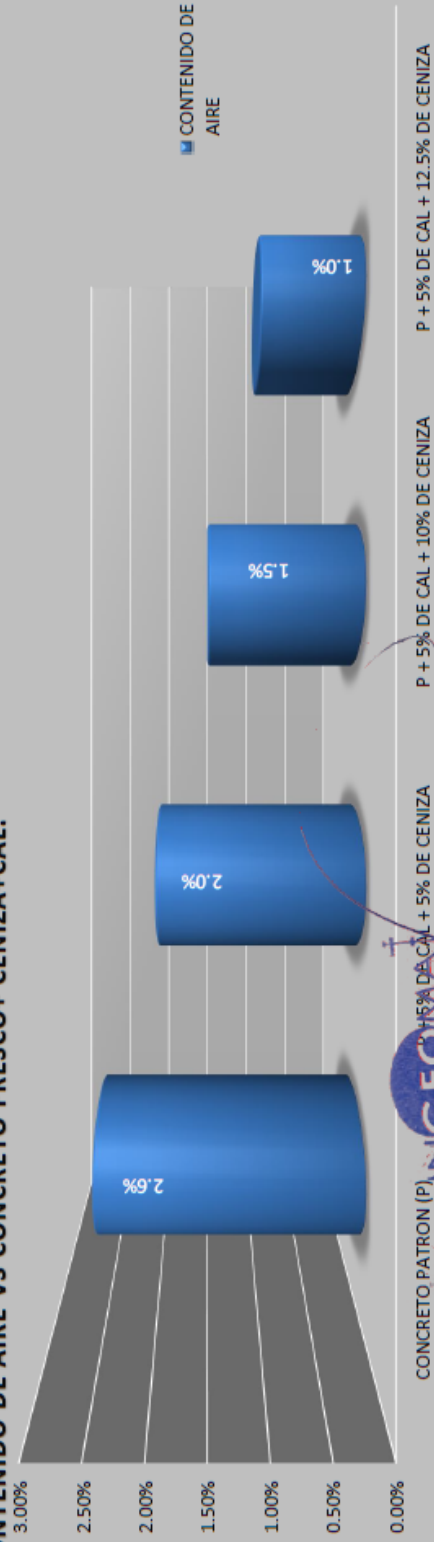
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP

ENDURECIMIENTO: LENTO



N° de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 5% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 5% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.60%	2.00%	1.50%	1.00%

**CONTENIDO DE AIRE VS CONCRETO FRESCO+ CENIZA+CAL.**



**INGEOMAT**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 07.04. Flexión en Vigas



PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

### MEMORIA DE CALCULO

INGEOMAT  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

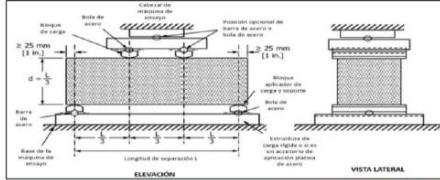
Dirección	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Ahuacay	Celular: Entel: 974 279 249, Telf. 217232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com- / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Bitel: 921126988



**CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.**  
 - Iba. 18 Edif. Iota C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 044-270242, 874649999111, Nextel: 47281500

**SOLICITADO:** BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO  
**PROYECTO:** PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
**UBICACION:** Cusco-Cusco-CUSCO-CUSCO  
**FECHA:** JULIO, 2022  
**MUESTRA:** PRISMAS DE CONCRETO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
**CEMENTO:** Portland Puzolánico Tipo IP  
**ENDURECIMIENTO:** LENTO

**FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078**



**ESPECIMENES A ENSAYAR:** CANTIDAD: 30 Und

**OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:**



**CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES**

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.11 \text{ N/mm}$$

- r: Velocidad de carga, N/mm (lb/min) : 11250.00 N/mm
- S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min [(lb/pulg2)/min] : 1.50 Mpas/min
- b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.80 a 1.20 Mpas/min
	[(125 [lb/pulg2])/min a 175 [lb/pulg2)/min]
CUMPLE?	SI

**DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA**

**CASO 01:**  
 Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, el cálculo del módulo de ruptura se hace como sigue:

$$R = \frac{P * L}{b * d^2}$$

- R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lb)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 02:**  
 Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

- R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lb)
- a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 03:**  
 Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo

**PARA EL PRESENTE PROYECTO:** CASO 01  
 $R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.72 \text{ Mpas}$   
 DONDE:  
 P: 20394.01 N  
 L: 450.00 mm  
 b: 150.00 mm  
 d: 150.00 mm

**EDAD** 7 días

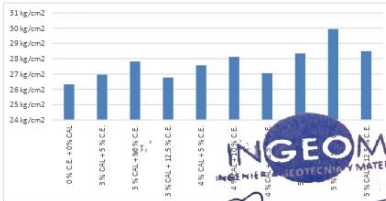
**f'c de diseño**  
210 kg/cm2

CONVERTIDO SE TIENE:  
 MODULO DE ROTURA R = 27.73 kg/cm2

ENTONCES:  
 SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPROMETIDA ENTRE 10 A 20% DEL F'c DE DISEÑO  
**F'c DE DISEÑO** 210 kg/cm2  
**RANGO DEL R QUE DEBE TENER** 21 kg/cm2 - 42 kg/cm2

0 % C.E. + 0% CAL	20.32 kg/cm2
3 % CAL + 5 % C.E.	20.95 kg/cm2
5 % CAL + 10 % C.E.	22.92 kg/cm2
3 % CAL + 12.5 % C.E.	26.76 kg/cm2
4 % CAL + 5 % C.E.	27.57 kg/cm2
4 % CAL + 10 % C.E.	28.12 kg/cm2
4 % CAL + 12.5 % C.E.	27.05 kg/cm2
5 % CAL + 5 % C.E.	28.35 kg/cm2
5 % CAL + 10 % C.E.	29.94 kg/cm2
5 % CAL + 12.5 % C.E.	28.49 kg/cm2

CUMPLE NO CUMPLE



EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO						
Nº	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)	P	L	b	d	R
1	0 %	1965.33 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.19 kg/cm2
2	0 %	1985.54 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.48 kg/cm2
3	0 %	1974.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.31 kg/cm2
4	3 %	2012.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.82 kg/cm2
5	3 %	2011.43 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.81 kg/cm2
6	3 %	2045.24 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.28 kg/cm2
7	3 %	2086.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.81 kg/cm2
8	3 %	2096.45 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.94 kg/cm2
9	3 %	2078.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.70 kg/cm2
10	3 %	2004.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.71 kg/cm2
11	3 %	2011.65 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.81 kg/cm2
12	3 %	2065.41 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.77 kg/cm2
13	4 %	2065.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.53 kg/cm2
14	4 %	2075.14 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.86 kg/cm2
15	4 %	2064.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.51 kg/cm2
16	4 %	2101.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.01 kg/cm2
17	4 %	2105.45 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.08 kg/cm2
18	4 %	2122.34 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.29 kg/cm2
19	4 %	2012.66 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.82 kg/cm2
20	4 %	2032.45 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.09 kg/cm2
21	4 %	2044.12 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.24 kg/cm2
22	5 %	2102.65 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.02 kg/cm2
23	5 %	2141.31 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.54 kg/cm2
24	5 %	2136.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.47 kg/cm2
25	5 %	2231.31 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.74 kg/cm2
26	5 %	2241.55 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.88 kg/cm2
27	5 %	2265.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.19 kg/cm2
28	5 %	2105.77 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.07 kg/cm2
29	5 %	2141.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.54 kg/cm2
30	5 %	2165.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.86 kg/cm2
PROMEDIO:		2081.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.74 kg/cm2

**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

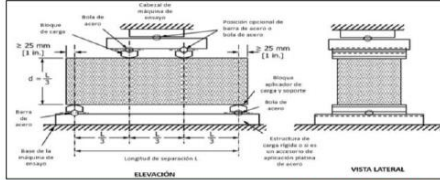




CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
- Iba. 18 Edif. Torre C-3, San Francisco - Cusco, Tlf: 044-474279249, 874649991111, Nextel: 474255500

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO  
PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
UBICACION : Cusco-Cusco-CUSCO-CUSCO  
FECHA : JULIO, 2022  
MUESTRA : PRISMAS DE CONCRETO  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO

### FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



ESPECIMENES A ENSAYAR: CANTIDAD: 30 Und

OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:



#### CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.11 \text{ N/mm}$$

r: Velocidad de carga, N/mm (lb/min) : 11250.00 N/mm  
S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min [(lb/pulg2)/min] : 1.50 Mpas/min  
b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm  
d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm  
L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.80 a 1.20 Mpas/min [125 (lb/pulg2)/min a 175 (lb/pulg2)/min]
CUMPLE?	SI

#### DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA

CASO 01:  
Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, el cálculo del módulo de ruptura se hace como sigue:

$$R = \frac{P * L}{b * d^2}$$

R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)  
P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lbf)  
L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)  
b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)  
d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

CASO 02:  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5% de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)  
P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lbf)  
a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg)  
b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)  
d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

CASO 03:  
Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5% de la misma, descartar los resultados del ensayo

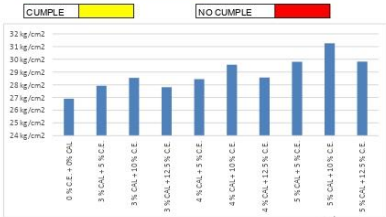
PARA EL PRESENTE PROYECTO: CASO 01  
 $R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.83 \text{ Mpas}$   
CONVERTIDO SE TIENE:  
MODULO DE ROTURA R = 28.85 kg/cm2

DONDE:  
P: 21222.58 N  
L: 450.00 mm  
b: 150.00 mm  
d: 150.00 mm

EDAD: 14 días  
f'c de diseño: 210 kg/cm2

ENTONCES:  
SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPROMETIDA ENTRE 10 A 20% DEL F'c DE DISEÑO  
F'c DE DISEÑO: 210 kg/cm2  
RANGO DEL R QUE DEBE TENER: 21 kg/cm2 - 42 kg/cm2

0% C.A. + 0% CAL	26.91 kg/cm2
3% CAL + 5% C.E.	27.92 kg/cm2
3% CAL + 10% C.E.	28.54 kg/cm2
3% CAL + 15% C.E.	27.61 kg/cm2
4% CAL + 5% C.E.	28.43 kg/cm2
4% CAL + 10% C.E.	29.57 kg/cm2
4% CAL + 12.5% C.E.	28.57 kg/cm2
5% CAL + 5% C.E.	29.81 kg/cm2
5% CAL + 10% C.E.	31.25 kg/cm2
5% CAL + 12.5% C.E.	29.92 kg/cm2



EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO						
Nº	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)	P	L	b	d	R
1	0 %	2012.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.82 kg/cm2
2	0 %	2033.41 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.10 kg/cm2
3	0 %	2011.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.81 kg/cm2
4	3 %	2096.58 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.94 kg/cm2
5	3 %	2089.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.84 kg/cm2
6	3 %	2089.99 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.99 kg/cm2
7	3 %	2112.31 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.15 kg/cm2
8	3 %	2145.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.89 kg/cm2
9	3 %	2165.43 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.88 kg/cm2
10	3 %	2096.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.84 kg/cm2
11	3 %	2084.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.78 kg/cm2
12	3 %	2078.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.70 kg/cm2
13	4 %	2121.42 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.27 kg/cm2
14	4 %	2144.39 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.88 kg/cm2
15	4 %	2134.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.45 kg/cm2
16	4 %	2210.31 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.48 kg/cm2
17	4 %	2213.35 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.50 kg/cm2
18	4 %	2232.15 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.75 kg/cm2
19	4 %	2136.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.47 kg/cm2
20	4 %	2155.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.73 kg/cm2
21	4 %	2139.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.51 kg/cm2
22	5 %	2231.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.74 kg/cm2
23	5 %	2236.58 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.81 kg/cm2
24	5 %	2241.19 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.87 kg/cm2
25	5 %	2314.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.84 kg/cm2
26	5 %	2362.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.48 kg/cm2
27	5 %	2358.15 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.43 kg/cm2
28	5 %	2219.51 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.88 kg/cm2
29	5 %	2251.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.00 kg/cm2
30	5 %	2241.02 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.87 kg/cm2
PROMEDIO:		2162.57 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.86 kg/cm2

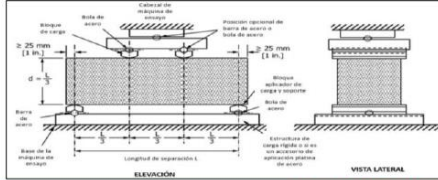
INGEOMA  
INGENIEROS, GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



**CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.**  
**LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.**  
 - Iba. El Eden (C-3), San Fernando - Cusco, Tlf: 044-474279249, 874649991111, Nextel: 474281506

**SOLICITADO:** BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO  
**PROYECTO:** PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
**UBICACION:** Cusco-Cusco-QUISCO-CUSCO  
**FECHA:** JULIO, 2022  
**MUESTRA:** PRISMAS DE CONCRETO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
**CEMENTO:** Portland Puzolánico Tipo IP  
**ENDURECIMIENTO:** LENTO

**FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078**



**ESPECIMENES A ENSAYAR:** CANTIDAD: 30 Und

**OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:**



**CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES**

$$r = \frac{S * b * d^2}{L} = 0.11 \text{ N/mm}$$

- r: Velocidad de carga, N/mm (lb/min) : 11250.0 N/mm
- S: Velocidad de incremento del esfuerzo, en la fibra extrema, Mpas/min [(lb/pulg2)/min] : 1.50 Mpas/min
- b: Ancho promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- d: Espesor promedio del espécimen, mm (pulg) : 150.00 mm
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.80 a 1.20 Mpas/min
	[(125 [lb/pulg2])/min a 175 [lb/pulg2)/min]
CUMPLE?	SI

**DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA**

**CASO 01:**  
 Si la fractura se inicia en la superficie de tensión dentro del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos, el cálculo del módulo de ruptura se hace como sigue:

$$R = \frac{P * L}{b * d^2}$$

- R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lbf)
- L: Longitud de la separación de apoyos, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 02:**  
 Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el módulo de ruptura como sigue:

$$R = \frac{3 * P * a}{b * d^2}$$

- R: Módulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
- P: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, N (lbf)
- a: Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano medido en la superficie de tensión de la viga, mm (pulg)
- b: Ancho promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)
- d: Espesor promedio del espécimen, en la fractura, mm (pulg)

**CASO 03:**  
 Si la fractura ocurre en la sección de tensión fuera del tercio medio de la luz o longitud de separación entre apoyos por más de 5 % de la misma, descartar los resultados del ensayo

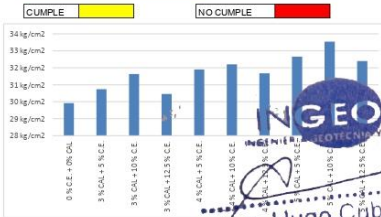
**PARA EL PRESENTE PROYECTO:** **CASO 01**  
 $R = \frac{P * L}{b * d^2} = 3.11 \text{ Mpas}$   
**CONVERTIDO SE TIENE:**  
 MODULO DE ROTURA=  $R = 31.70 \text{ kg/cm}^2$

**DONDE:**  
 P: 23317.64 N  
 L: 450.00 mm  
 b: 150.00 mm  
 d: 150.00 mm

**EDAD** 28 días **f'c de diseño** 210 kg/cm2

**ENTONCES:**  
 SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPROMETIDA ENTRE 10 A 20% DEL F'c DE DISEÑO  
**F'c DE DISEÑO** 210 kg/cm2  
**RANGO DEL R QUE DEBE TENER** 21 kg/cm2 - 42 kg/cm2

0 % C.A. + 0% CAL	29.92 kg/cm2
3 % CAL + 5 % C.E.	30.73 kg/cm2
3 % CAL + 10 % C.E.	31.83 kg/cm2
3 % CAL + 15.5 % C.E.	30.46 kg/cm2
4 % CAL + 5 % C.E.	31.80 kg/cm2
4 % CAL + 10 % C.E.	32.21 kg/cm2
4 % CAL + 12.5 % C.E.	31.67 kg/cm2
5 % CAL + 5 % C.E.	32.85 kg/cm2
5 % CAL + 10 % C.E.	33.54 kg/cm2
5 % CAL + 12.5 % C.E.	32.40 kg/cm2



EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO						
Nº	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)	P	L	b	d	R
1	0 %	2261.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.14 kg/cm2
2	0 %	2241.57 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.88 kg/cm2
3	0 %	2232.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.75 kg/cm2
4	3 %	2302.12 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.88 kg/cm2
5	3 %	2294.16 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.71 kg/cm2
6	3 %	2311.51 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.81 kg/cm2
7	3 %	2365.22 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.52 kg/cm2
8	3 %	2386.49 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.79 kg/cm2
9	3 %	2389.22 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.88 kg/cm2
10	3 %	2296.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.80 kg/cm2
11	3 %	2284.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.44 kg/cm2
12	3 %	2274.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	30.32 kg/cm2
13	4 %	2396.41 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.94 kg/cm2
14	4 %	2385.19 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.79 kg/cm2
15	4 %	2399.41 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.88 kg/cm2
16	4 %	2411.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.14 kg/cm2
17	4 %	2406.29 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.07 kg/cm2
18	4 %	2432.19 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.42 kg/cm2
19	4 %	2365.96 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.53 kg/cm2
20	4 %	2385.45 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.79 kg/cm2
21	4 %	2377.74 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	31.89 kg/cm2
22	5 %	2452.12 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.88 kg/cm2
23	5 %	2432.62 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.42 kg/cm2
24	5 %	2465.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.85 kg/cm2
25	5 %	2515.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	33.32 kg/cm2
26	5 %	2511.45 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	33.47 kg/cm2
27	5 %	2523.64 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	33.84 kg/cm2
28	5 %	2415.33 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.19 kg/cm2
29	5 %	2411.06 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.13 kg/cm2
30	5 %	2466.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	32.87 kg/cm2
<b>PROMEDIO:</b>		<b>2378.35 kg</b>	<b>450.00 mm</b>	<b>150.00 mm</b>	<b>150.00 mm</b>	<b>31.71 kg/cm2</b>

**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

# Anexos 07.05 Rotura de Briquetas



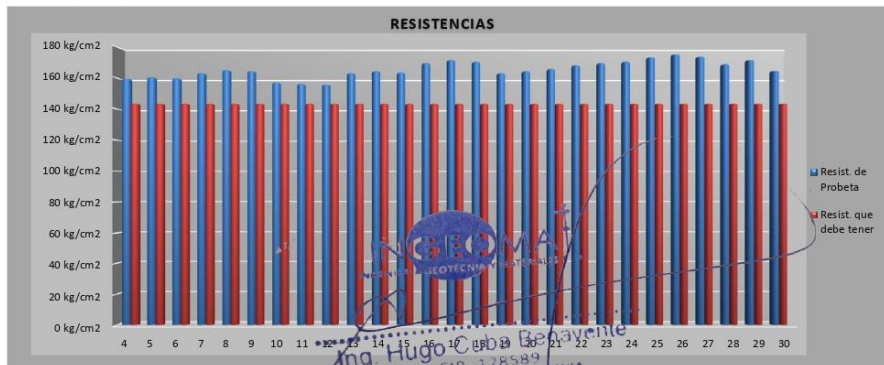
CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
Calle: El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco. Tel: 084-270342. Cel: 984-97427249, 9744-978890111, Web: 974285580

## INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO  
PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
UBICACIÓN: -CUSCO-CUSCO  
FECHA: 20/06/2022  
MUESTRA: Briquetas de concreto  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO  
EDAD DE ENSAYO: 28 días

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f <sub>c</sub>		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% de diseño de probeta	% de f <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.021	210	153.17	143.61	72.94%	68.39%	SI
2		0%	0%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.111	210	154.09	143.61	73.37%	68.39%	SI
3		0%	0%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.325	210	156.27	143.61	74.41%	68.39%	SI
4	2	3%	5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.658	210	159.86	143.61	76.03%	68.39%	SI
5		3%	5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.748	210	160.58	143.61	76.47%	68.39%	SI
6		3%	5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.696	210	160.05	143.61	76.22%	68.39%	SI
7	3	3%	10%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	16.021	210	163.37	143.61	77.70%	68.39%	SI
8		3%	10%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	16.212	210	165.31	143.61	78.72%	68.39%	SI
9		3%	10%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	16.145	210	164.63	143.61	78.40%	68.39%	SI
10	4	3%	12.5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.412	210	157.16	143.61	74.84%	68.39%	SI
11		3%	12.5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.332	210	156.34	143.61	74.45%	68.39%	SI
12		3%	12.5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.285	210	155.86	143.61	74.22%	68.39%	SI
13	5	4%	5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.021	210	163.37	143.61	77.70%	68.39%	SI
14		4%	5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.141	210	164.59	143.61	78.38%	68.39%	SI
15		4%	5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.051	210	163.67	143.61	77.94%	68.39%	SI
16	6	4%	10%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.656	210	169.84	143.61	80.88%	68.39%	SI
17		4%	10%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.854	210	171.86	143.61	81.84%	68.39%	SI
18		4%	10%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.741	210	170.71	143.61	81.29%	68.39%	SI
19	7	4%	12.5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.021	210	163.37	143.61	77.70%	68.39%	SI
20		4%	12.5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.141	210	164.59	143.61	78.38%	68.39%	SI
21		4%	12.5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.281	210	166.02	143.61	79.06%	68.39%	SI
22	8	5%	5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.525	210	168.51	143.61	80.24%	68.39%	SI
23		5%	5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.656	210	169.84	143.61	80.88%	68.39%	SI
24		5%	5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.747	210	170.77	143.61	81.32%	68.39%	SI
25	9	5%	10%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	17.021	210	173.56	143.61	82.65%	68.39%	SI
26		5%	10%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	17.214	210	175.53	143.61	83.59%	68.39%	SI
27		5%	10%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	17.069	210	174.05	143.61	82.86%	68.39%	SI
28	10	5%	12.5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.585	210	169.12	143.61	80.53%	68.39%	SI
29		5%	12.5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.847	210	171.70	143.61	81.80%	68.39%	SI
30		5%	12.5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.166	210	164.84	143.61	78.50%	68.39%	SI



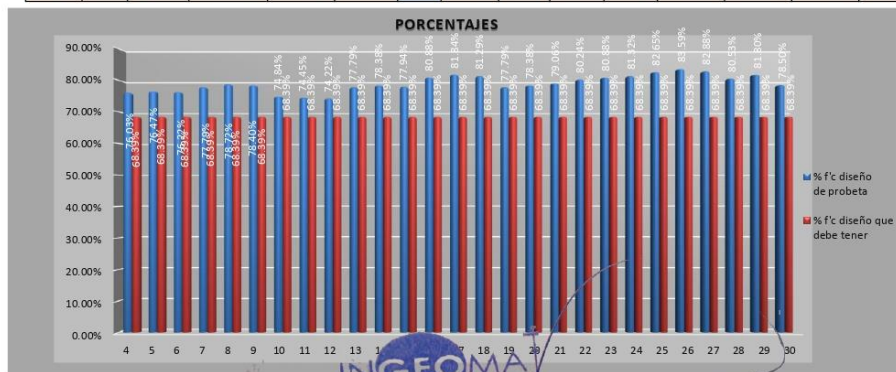


CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
Inb. El Eden Lolo C.S., San Sebastián - Cusco. Tlf: 084-270342, Celro: 084-974272249, MPX: 8998790111, Mextel: 747285580

### INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO  
PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
UBICACIÓN: -CUSCO-CUSCO  
FECHA: 20/06/2022  
MUESTRA: Briqueetas de concreto  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO  
EDAD DE ENSAYO: 28 dias

Nº de Briqueeta	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial (Mpa)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub>		CUMPLIR
				Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% F <sub>c</sub> diseño de probeta	% F <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.021	210	153.17	143.61	72.94%	68.39%	SI
2		0%	0%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.111	210	154.09	143.61	73.37%	68.39%	SI
3		0%	0%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.325	210	156.27	143.61	74.41%	68.39%	SI
4	2	3%	5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.658	210	159.66	143.61	76.03%	68.39%	SI
5		3%	5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.748	210	160.58	143.61	76.47%	68.39%	SI
6		3%	5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.696	210	160.05	143.61	76.22%	68.39%	SI
7	3	3%	10%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	16.021	210	163.37	143.61	77.79%	68.39%	SI
8		3%	10%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	16.212	210	165.31	143.61	78.72%	68.39%	SI
9		3%	10%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	16.145	210	164.63	143.61	78.40%	68.39%	SI
10	4	3%	12.5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.412	210	157.16	143.61	74.94%	68.39%	SI
11		3%	12.5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.332	210	156.34	143.61	74.45%	68.39%	SI
12		3%	12.5%	13/06/2022	20/06/2022	7	Evolucion	15.285	210	155.86	143.61	74.22%	68.39%	SI
13	5	4%	5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.021	210	163.37	143.61	77.79%	68.39%	SI
14		4%	5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.141	210	164.59	143.61	78.38%	68.39%	SI
15		4%	5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.051	210	163.67	143.61	77.94%	68.39%	SI
16	6	4%	10%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.656	210	169.84	143.61	80.88%	68.39%	SI
17		4%	10%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.654	210	171.86	143.61	81.94%	68.39%	SI
18		4%	10%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.741	210	170.71	143.61	81.20%	68.39%	SI
19	7	4%	12.5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.021	210	163.37	143.61	77.79%	68.39%	SI
20		4%	12.5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.141	210	164.59	143.61	78.38%	68.39%	SI
21		4%	12.5%	14/06/2022	21/06/2022	7	Evolucion	16.281	210	166.02	143.61	79.06%	68.39%	SI
22	8	5%	5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.625	210	168.51	143.61	80.24%	68.39%	SI
23		5%	5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.656	210	169.84	143.61	80.88%	68.39%	SI
24		5%	5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.747	210	170.77	143.61	81.32%	68.39%	SI
25	9	5%	10%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	17.021	210	173.56	143.61	82.65%	68.39%	SI
26		5%	10%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	17.214	210	175.53	143.61	83.50%	68.39%	SI
27		5%	10%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	17.069	210	174.05	143.61	82.88%	68.39%	SI
28	10	5%	12.5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.585	210	169.12	143.61	80.53%	68.39%	SI
29		5%	12.5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.847	210	171.79	143.61	81.60%	68.39%	SI
30		5%	12.5%	15/06/2022	22/06/2022	7	Evolucion	16.166	210	164.84	143.61	78.50%	68.39%	SI

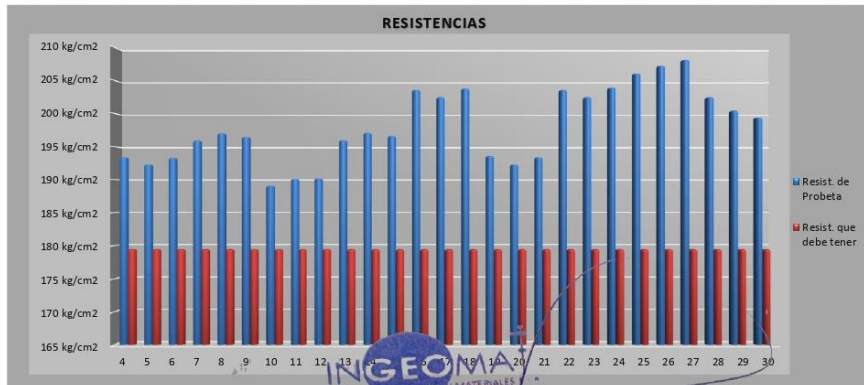


INGEOMA  
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO**

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
 UBICACIÓN : -CUSCO-CUSCO  
 FECHA : 27/06/2022  
 MUESTRA : Briquetas de concreto  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
 CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP  
 ENDURECIMIENTO: LENTO  
 EDAD DE ENSAYO: 28 días

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub>		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% F <sub>c</sub> diseño de probeta		
												%	%	
1	1	0%	0%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.141	210	184.98	179.42	88.09%	85.44%	SI
2		0%	0%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.323	210	186.84	179.42	88.97%	85.44%	SI
3		0%	0%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.251	210	186.11	179.42	88.62%	85.44%	SI
4	2	3%	5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.965	210	193.39	179.42	92.09%	85.44%	SI
5		3%	5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.859	210	192.31	179.42	91.57%	85.44%	SI
6		3%	5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.955	210	193.28	179.42	92.04%	85.44%	SI
7	3	3%	10%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	19.211	210	195.89	179.42	93.28%	85.44%	SI
8		3%	10%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	19.321	210	197.02	179.42	93.82%	85.44%	SI
9		3%	10%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	19.285	210	196.45	179.42	93.55%	85.44%	SI
10	4	3%	12.5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.541	210	189.08	179.42	90.03%	85.44%	SI
11		3%	12.5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.641	210	190.08	179.42	90.52%	85.44%	SI
12		3%	12.5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evaluacion	18.652	210	190.19	179.42	90.57%	85.44%	SI
13	5	4%	5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	19.214	210	195.93	179.42	93.30%	85.44%	SI
14		4%	5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	19.325	210	197.06	179.42	93.84%	85.44%	SI
15		4%	5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	19.281	210	196.61	179.42	93.82%	85.44%	SI
16	6	4%	10%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	19.988	210	203.61	179.42	96.96%	85.44%	SI
17		4%	10%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	19.859	210	202.50	179.42	96.43%	85.44%	SI
18		4%	10%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	19.985	210	203.79	179.42	97.04%	85.44%	SI
19	7	4%	12.5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	18.985	210	193.59	179.42	92.19%	85.44%	SI
20		4%	12.5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	18.859	210	192.31	179.42	91.57%	85.44%	SI
21		4%	12.5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evaluacion	18.965	210	193.39	179.42	92.09%	85.44%	SI
22	8	5%	5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	19.988	210	203.61	179.42	96.96%	85.44%	SI
23		5%	5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	19.858	210	202.49	179.42	96.42%	85.44%	SI
24		5%	5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	19.990	210	203.93	179.42	97.11%	85.44%	SI
25	9	5%	10%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	20.210	210	206.08	179.42	98.13%	85.44%	SI
26		5%	10%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	20.325	210	207.25	179.42	98.69%	85.44%	SI
27		5%	10%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	20.415	210	208.17	179.42	98.13%	85.44%	SI
28	10	5%	12.5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	19.858	210	202.49	179.42	96.42%	85.44%	SI
29		5%	12.5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	19.658	210	200.45	179.42	95.45%	85.44%	SI
30		5%	12.5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evaluacion	19.555	210	199.40	179.42	94.95%	85.44%	SI



INGEOMA  
 INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

Urb. El Eden Lefe C-3, San Sebastian - Cusco, W. 084 - 270342, Celro: 084-974279249, RPA: #978970111, Nextel: 947285580

**INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO**

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO

PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

UBICACION : -CUSCO-CUSCO

FECHA : 27/06/2022

MUESTRA : Briqueetas de concreto

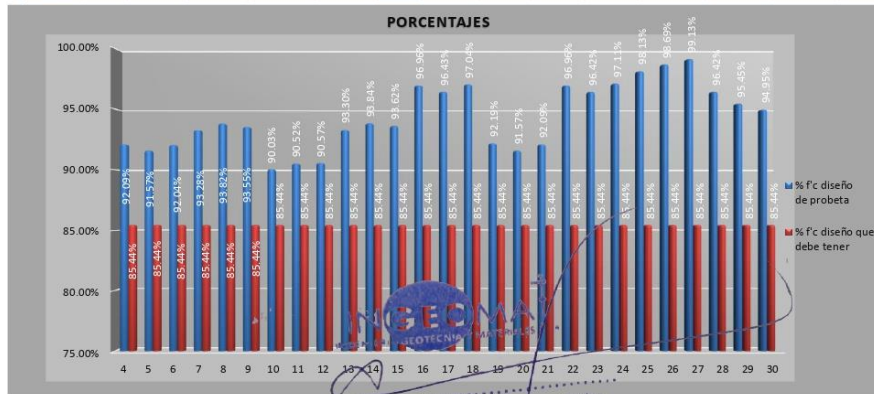
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO : Portland Puzolánico Tipo IP

ENDURECIMIENTO : LENTO

EDAD DE ENSAYO : 28 días

Nº de Briqueeta	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	Fc (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de Fc		COMPLET
				Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% Fc diseño de probeta	% Fc diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.141	210	184.98	179.42	88.09%	85.44%	SI
2		0%	0%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.323	210	186.84	179.42	88.97%	85.44%	SI
3		0%	0%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.251	210	186.11	179.42	88.62%	85.44%	SI
4	2	3%	5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.965	210	193.39	179.42	92.09%	85.44%	SI
5		3%	5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.859	210	192.31	179.42	91.57%	85.44%	SI
6		3%	5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.955	210	193.28	179.42	92.04%	85.44%	SI
7	3	3%	10%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	19.211	210	195.89	179.42	93.28%	85.44%	SI
8		3%	10%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	19.321	210	197.02	179.42	93.82%	85.44%	SI
9		3%	10%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	19.285	210	196.45	179.42	93.55%	85.44%	SI
10	4	3%	12.5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.541	210	189.08	179.42	90.03%	85.44%	SI
11		3%	12.5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.641	210	190.08	179.42	90.52%	85.44%	SI
12		3%	12.5%	13/08/2022	27/08/2022	14	Evolucion	18.652	210	190.19	179.42	90.57%	85.44%	SI
13	5	4%	5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	19.214	210	195.93	179.42	93.30%	85.44%	SI
14		4%	5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	19.325	210	197.06	179.42	93.84%	85.44%	SI
15		4%	5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	19.281	210	196.61	179.42	93.82%	85.44%	SI
16	6	4%	10%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	19.988	210	203.61	179.42	96.96%	85.44%	SI
17		4%	10%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	19.859	210	202.50	179.42	96.43%	85.44%	SI
18		4%	10%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	19.985	210	203.79	179.42	97.04%	85.44%	SI
19	7	4%	12.5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	18.985	210	193.59	179.42	92.19%	85.44%	SI
20		4%	12.5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	18.859	210	192.31	179.42	91.57%	85.44%	SI
21		4%	12.5%	14/08/2022	28/08/2022	14	Evolucion	18.965	210	193.39	179.42	92.09%	85.44%	SI
22	8	5%	5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	19.988	210	203.61	179.42	96.96%	85.44%	SI
23		5%	5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	19.858	210	202.49	179.42	96.42%	85.44%	SI
24		5%	5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	19.990	210	203.93	179.42	97.11%	85.44%	SI
25	9	5%	10%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	20.210	210	206.08	179.42	98.13%	85.44%	SI
26		5%	10%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	20.325	210	207.25	179.42	98.69%	85.44%	SI
27		5%	10%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	20.415	210	208.17	179.42	98.13%	85.44%	SI
28	10	5%	12.5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	19.858	210	202.49	179.42	96.42%	85.44%	SI
29		5%	12.5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	19.658	210	200.45	179.42	95.45%	85.44%	SI
30		5%	12.5%	15/08/2022	29/08/2022	14	Evolucion	19.555	210	199.40	179.42	94.95%	85.44%	SI



Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
Urb. El Eden Lefe C-3, San Sebastian - Cusco, W. 084 - 270342, Celro: 084-974277247, RPA: #998970111, Nextel: 947285860

**INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO**

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO  
PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
UBICACION : -CUSCO-CUSCO  
FECHA : 11/07/2022  
MUESTRA : Briquetas de concreto  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO  
EDAD DE ENSAYO: 28 dias

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial (Mpa)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub>		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% F <sub>c</sub> diseño de probeta	% F <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.321	210	217.41	210.00	103.53%	100.00%	SI
2		0%	0%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.251	210	216.70	210.00	103.19%	100.00%	SI
3		0%	0%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.382	210	217.83	210.00	103.73%	100.00%	SI
4	2	3%	5%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.965	210	223.98	210.00	106.66%	100.00%	SI
5		3%	5%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.859	210	222.90	210.00	106.14%	100.00%	SI
6		3%	5%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.988	210	224.21	210.00	106.77%	100.00%	SI
7	3	3%	10%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	22.032	210	224.66	210.00	106.98%	100.00%	SI
8		3%	10%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	22.141	210	225.77	210.00	107.51%	100.00%	SI
9		3%	10%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	22.514	210	229.58	210.00	109.32%	100.00%	SI
10	4	3%	12.5%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.585	210	219.90	210.00	104.71%	100.00%	SI
11		3%	12.5%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.695	210	221.22	210.00	105.34%	100.00%	SI
12		3%	12.5%	13/06/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.747	210	221.75	210.00	105.60%	100.00%	SI
13	5	4%	5%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.156	210	225.92	210.00	107.58%	100.00%	SI
14		4%	5%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.254	210	226.92	210.00	108.06%	100.00%	SI
15		4%	5%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.325	210	227.65	210.00	108.40%	100.00%	SI
16	6	4%	10%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	23.210	210	236.67	210.00	112.70%	100.00%	SI
17		4%	10%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	23.101	210	235.56	210.00	112.17%	100.00%	SI
18		4%	10%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	23.220	210	236.77	210.00	112.75%	100.00%	SI
19	7	4%	12.5%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.141	210	225.77	210.00	107.51%	100.00%	SI
20		4%	12.5%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.325	210	227.65	210.00	108.40%	100.00%	SI
21		4%	12.5%	14/06/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.581	210	230.26	210.00	109.65%	100.00%	SI
22	8	5%	5%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.858	210	233.08	210.00	110.99%	100.00%	SI
23		5%	5%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.985	210	234.17	210.00	111.51%	100.00%	SI
24		5%	5%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.980	210	234.33	210.00	111.58%	100.00%	SI
25	9	5%	10%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	23.999	210	244.41	210.00	116.39%	100.00%	SI
26		5%	10%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	23.859	210	243.29	210.00	115.85%	100.00%	SI
27		5%	10%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	23.888	210	244.61	210.00	116.46%	100.00%	SI
28	10	5%	12.5%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.656	210	231.02	210.00	110.01%	100.00%	SI
29		5%	12.5%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.858	210	233.08	210.00	110.99%	100.00%	SI
30		5%	12.5%	15/06/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.747	210	231.95	210.00	110.45%	100.00%	SI



INGEOMA INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

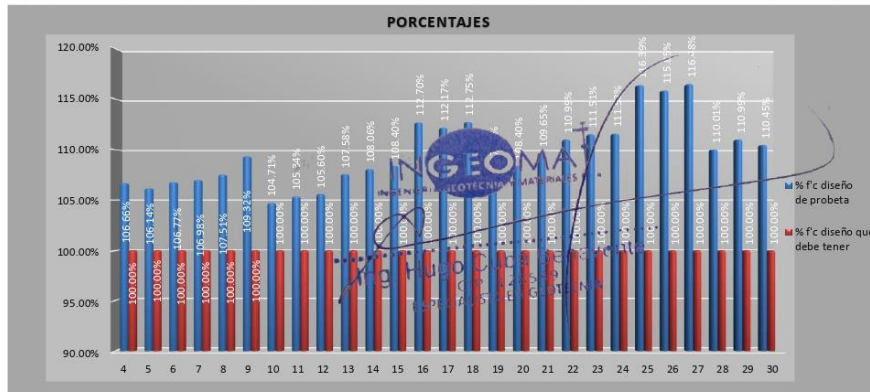


CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.  
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
Urb. El Eden Lefe C-3, San Sebastian - Cusco, W. 084 - 270342, Celro: 084-97427247, RPA: #998970111, NroId: 947285860

**INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO**

SOLICITADO : BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITTO  
PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
UBICACION : -CUSCO-CUSCO  
FECHA : 11/07/2022  
MUESTRA : Briquetas de concreto  
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589  
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP  
ENDURECIMIENTO: LENTO  
EDAD DE ENSAYO: 28 dias

Nº de Briqueta	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial (Mpa)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F <sub>c</sub>		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm <sup>2</sup> )	Resist. que debe tener (kg/cm <sup>2</sup> )	% F <sub>c</sub> diseño de probeta	% F <sub>c</sub> diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.321	210	217.41	210.00	103.53%	100.00%	SI
2		0%	0%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.251	210	216.70	210.00	103.19%	100.00%	SI
3		0%	0%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.382	210	217.83	210.00	103.73%	100.00%	SI
4	2	3%	5%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.965	210	223.98	210.00	106.66%	100.00%	SI
5		3%	5%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.859	210	222.90	210.00	106.14%	100.00%	SI
6		3%	5%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.988	210	224.21	210.00	106.77%	100.00%	SI
7	3	3%	10%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	22.032	210	224.66	210.00	106.98%	100.00%	SI
8		3%	10%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	22.141	210	225.77	210.00	107.51%	100.00%	SI
9		3%	10%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	22.514	210	229.58	210.00	109.32%	100.00%	SI
10	4	3%	12.5%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.585	210	219.90	210.00	104.71%	100.00%	SI
11		3%	12.5%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.695	210	221.22	210.00	105.34%	100.00%	SI
12		3%	12.5%	13/09/2022	11/07/2022	28	Ensayo	21.747	210	221.75	210.00	105.60%	100.00%	SI
13	5	4%	5%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.156	210	225.92	210.00	107.58%	100.00%	SI
14		4%	5%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.254	210	226.92	210.00	108.06%	100.00%	SI
15		4%	5%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.325	210	227.65	210.00	108.40%	100.00%	SI
16	6	4%	10%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	23.210	210	236.67	210.00	112.70%	100.00%	SI
17		4%	10%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	23.101	210	235.56	210.00	112.17%	100.00%	SI
18		4%	10%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	23.220	210	236.77	210.00	112.75%	100.00%	SI
19	7	4%	12.5%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.141	210	225.77	210.00	107.51%	100.00%	SI
20		4%	12.5%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.325	210	227.65	210.00	108.40%	100.00%	SI
21		4%	12.5%	14/09/2022	12/07/2022	28	Ensayo	22.581	210	230.26	210.00	109.65%	100.00%	SI
22	8	5%	5%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.858	210	233.08	210.00	110.99%	100.00%	SI
23		5%	5%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.985	210	234.17	210.00	111.51%	100.00%	SI
24		5%	5%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.980	210	234.33	210.00	111.58%	100.00%	SI
25	9	5%	10%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	23.989	210	244.41	210.00	116.38%	100.00%	SI
26		5%	10%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	23.859	210	243.29	210.00	115.85%	100.00%	SI
27		5%	10%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	23.888	210	244.61	210.00	116.48%	100.00%	SI
28	10	5%	12.5%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.656	210	231.02	210.00	110.01%	100.00%	SI
29		5%	12.5%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.858	210	233.08	210.00	110.99%	100.00%	SI
30		5%	12.5%	15/09/2022	13/07/2022	28	Ensayo	22.747	210	231.95	210.00	110.45%	100.00%	SI





## Anexos 07.06 Slump

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAÍZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022  
REALIZADO POR:  
BACH. AMAT TTITO, ELIAS FORTUNATO



# MEMORIA DE CALCULO



Cubano480@hotmail.com, Ingeotmat\_cusco@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco  
Telf. 084-270342 Cel. Claro 974279249, Movistar: 998990111 RPM: #998990111, Nextel: 947285580

5

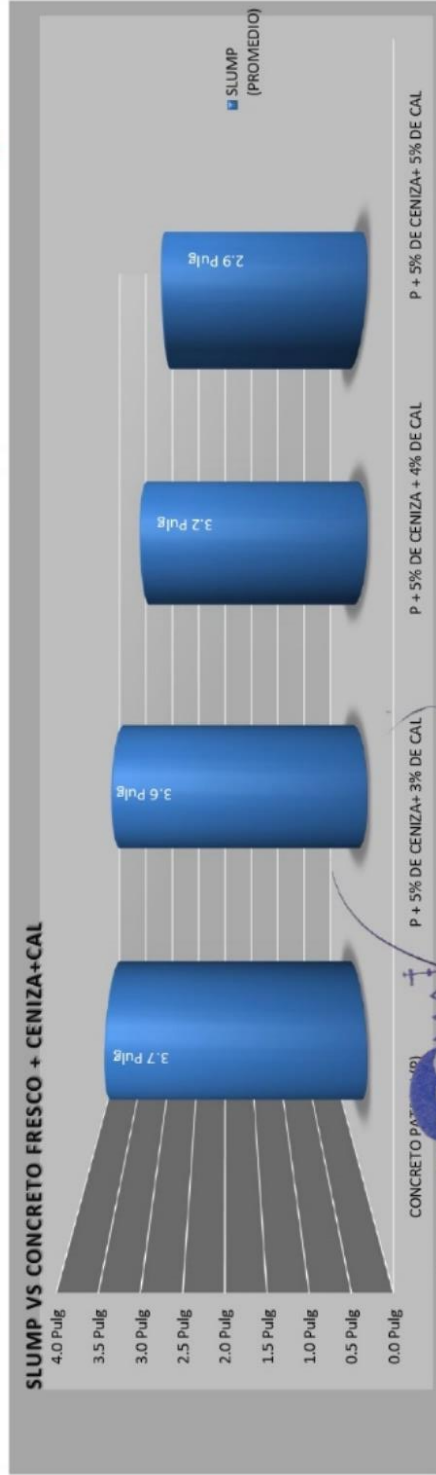
**SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705**

**SOLICITADO :** BACH. AMAT TITO, ELIAS FORTUNATO  
**PROYECTO :** "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022"  
**UBICACION :** -CUSCO-CUSCO  
**FECHA :** JUNIO, 2022  
**MUESTRA :** CONCRETO FRESCO  
**P.R.:** Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

**CEMENTO:** Portland Puzdánico Tipo IP  
**ENDURECIMIENTO:** LENTO



N° de Briquea	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 5% DE CENIZA+ 3% DE CAL	P + 5% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 5% DE CENIZA+ 5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.7 Pulg	3.6 Pulg	3.2 Pulg	2.9 Pulg



**INGEOMA** CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

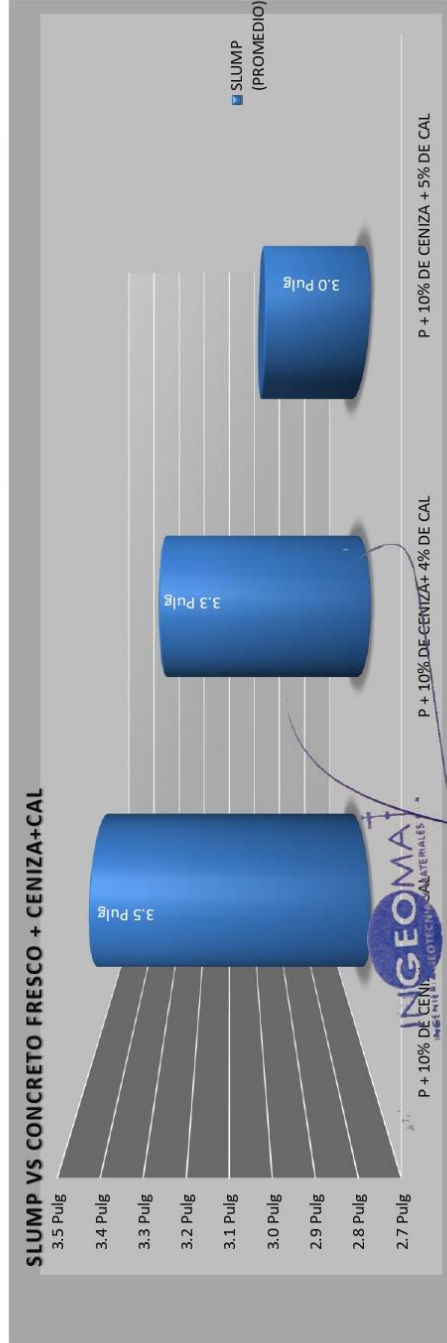
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.L. - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco. Tlf: 084 - 270342, Claro: 084-97427249, RPM: #998970111, Nextel: 947285580

**SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705**

SOLICITADO : BACH. AMAT TITO, ELIAS FORTUNATO  
 PROYECTO : PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022\*  
 UBICACIÓN : -CUSCO-CUSCO  
 FECHA : JUNIO, 2022  
 MUESTRA : CONCRETO FRESCO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589



Nº de Briqueta	5	6	7
Estructura o elemento	P + 10% DE CENIZA + 3% DE CAL	P + 10% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 10% DE CENIZA + 5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.5 Pulg	3.3 Pulg	3.0 Pulg



INGEOMA  
 INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.L.

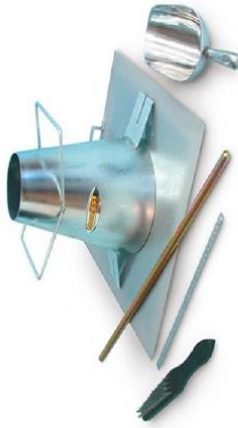
Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**INGEOMAT** CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

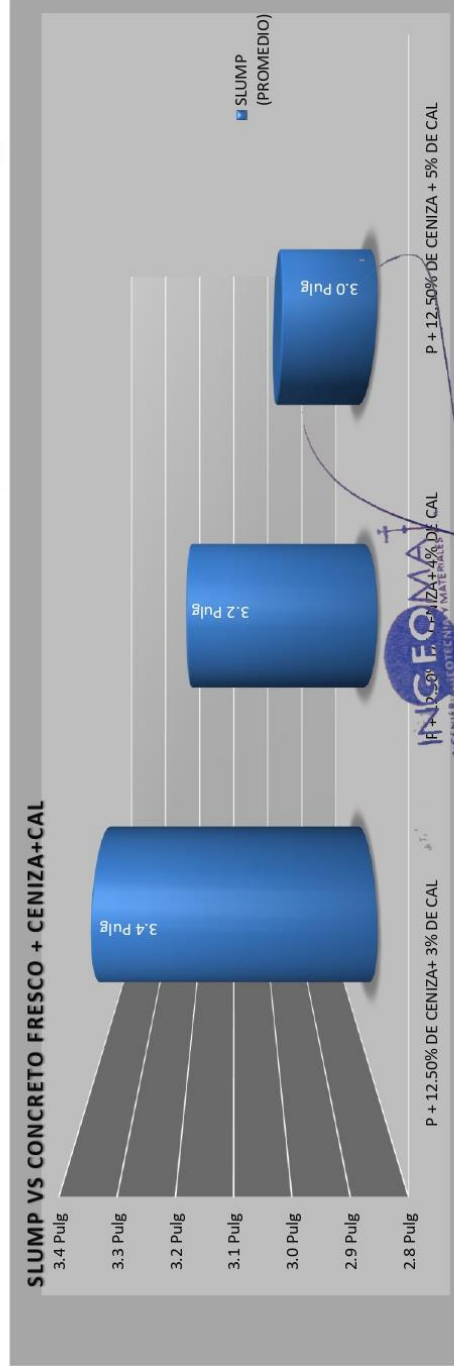
INGENIERIA DE MATERIALES E.I.R.L. - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.  
 Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 084 -270342, Claro: 084-974279249, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

**SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705**

SOLICITADO : BACH. ANAT TITO, ELIAS FORTUNATO  
 PROYECTO : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022"  
 UBICACION : -CUSCO-CUSCO  
 FECHA : JUNIO, 2022  
 MUESTRA : CONCRETO FRESCO  
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589



N° de Briqueta	8	9	10
Estructura o elemento	P + 12.50% DE CENIZA + 3% DE CAL	P + 12.50% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 12.50% DE CENIZA + 5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.4 Pulg	3.2 Pulg	3.0 Pulg



INGEOMAT  
 INGENIERIA DE MATERIALES E.I.R.L.  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP. 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexo 08: Certificados de laboratorio de los ensayos

### Anexo 08.01 Análisis Químico de Cenizas de Chala de Maíz.



- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 084 -270342, RPC: 974279249, RPM: #998990111

### EVALUACION DE CENIZA



Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Solicita: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO

Ubicación: Region CUSCO  
Provincia CUSCO

P.R.: Hugo Cuba Benavente Ing. Civil CIP 128589  
PROFESIONAL RESPONSABLE  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

J.L.: Jefferson Chara Holguin DNI: 70420382  
JEFE DE LABORATORIO



JUNIO, 2022

Cusco-Peru

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**INDICE:**

1. NORMATIVIDAD, OBJETIVO Y FINES DE ESTUDIO.....	2
1.1.- NORMATIVIDAD:.....	2
1.2.- OBJETIVO.....	2
1.3.- FINES DE ESTUDIO.....	2
2. TRABAJOS EN LABORATORIO.....	2
2.1.1 POTENCIAL HIDROGENO (PH) - MTC E 129.....	2
2.1.2 CONTENIDO DE SULFATOS, EXPRESADOS COMO ION SO <sub>4</sub> . NTP 400.037 4.....	
2.1.3 ENSAYO DE CLORUROS SOLUBLES (Cl-) - NTP 339.177.....	6
2.1.4 ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES (SO <sub>4</sub> ) - NTP 339.178.....	8
2.1.5 MTC E 107 ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.....	10
2.1.6. MTC E 110 DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS.....	12
2.1.7. MTC E 111 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.).....	14
2.1.8. MTC E 113 MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA.....	15
3 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA.....	17
4 PANEL FOTOGRAFICO.....	18

  
  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



## MATERIALES

- Dos frascos volumétricos de 500 mL.
- Tres vasos de vidrio de 100 mL, de capacidad.
- Un frasco plástico de lavar (piseta), que contiene agua destilada.

## REACTIVOS

- Agua destilada, preparada mediante destilación o intercambio de iones.
- Soluciones estándares de conocido valor pH para la normalización correcta del sistema.
- Solución buffer, pH 4,0: Disolver 5,106 g de ftalato ácido de potasio en agua destilada y diluir a 500 mL. Como alternativa puede usarse una solución buffer apropiada de pH 4,0.
- Solución buffer, pH 9,2: Disolver pH 9,54 g de tetraborato de sodio (bórax) en agua destilada y diluir a 500 mL. Como alternativa puede emplearse una solución buffer pH 9,2.
- Cloruro de potasio, solución saturada (para mantenimiento del electrodo calomel).

## PREPARACIÓN DE MUESTRA

- Dejar la muestra secando al aire, esparciéndola en una bandeja, expuesta al aire a la temperatura ambiente.
- Pasar la muestra por un tamiz de 2 mm (malla N° 10) de abertura y triturar las partículas retenidas, no las piedras, para que pasen a través del tamiz de 2 mm (malla N° 10) de abertura.
- Retirar las piedras, asegurándose que no tengan material fino adherido a ellas, por ejemplo, por cepillado, sin producir pérdidas de finos.
- Efectuar un cuarteo de la muestra pasante del tamiz de 2 mm (malla N° 10) a través del separador de 15 mm, para producir una muestra de ensayo representativa de 30 g a 35 g.

## PROCEDIMIENTO

### MÉTODO ELECTROMÉTRICO PARA LA DETERMINACIÓN DE pH

- De la muestra obtenida según el ítem 5 tomar 30,0 g  $\pm$  0,1 g de suelo y colocarlo en un recipiente que sea de precipitación de 100 mL.
- Adicionar 75 mL de agua destilada al vaso de precipitación, agitar la suspensión por unos minutos, tapar con luna de reloj y dejar reposando por lo menos 8 horas.

Nota 1. El valor del pH de una suspensión de suelo varía con la relación suelo agua, un incremento en la solución llevara al pH más cerca de 7



- Agitar la suspensión inmediatamente antes del ensayo.
- Calibrar el medidor de pH usando las soluciones buffer, siguiendo el procedimiento recomendado por el fabricante.
- Lavar el electrodo con agua destilada y sumergirlo en la suspensión de suelo. Tomar dos o tres lecturas de pH de la suspensión con breves agitaciones entre cada lectura. Estas lecturas estarán en un rango de 0,05 unidades de pH antes de ser aceptado.

Nota 2. Las lecturas de pH de la suspensión de suelo deben alcanzar un valor constante dentro de 1 minuto. No se tomarán lecturas hasta que el medidor de pH haya alcanzado el equilibrio

- Retirar los electrodos de la suspensión y lavarlo con agua destilada. Verificar nuevamente la calibración del medidor de pH comparando con una de las soluciones buffer estándar.
- Si el instrumento está fuera de ajuste por más de 0,05 unidades de pH, llevarlo al ajuste correcto y repita los puntos 6.1.5 y 6.1.6 hasta obtener lecturas consistentes.
- Cuando no esté en uso, dejar que el electrodo permanezca en un vaso de precipitación con agua destilada.

#### 2.1.2 CONTENIDO DE SULFATOS, EXPRESADOS COMO ION $SO_4$ . NTP 400.037

##### EQUIPOS Y REACTIVOS

##### EQUIPOS

- Balanza analítica (de acuerdo a los requisitos NTP334,079).
- Bureta 100 mL.
- Pipetas de 5, 10, 20 y 30mL.
- Horno mufla.
- Crisoles de porcelana (previamente tarados a 800 °C por una hora en estufa).
- Embudo de vidrio o de plástico.
- Papel Whatman 42.
- Vaso de precipitado.
- Probeta de 250 mL.
- Plancha de calentamiento.

##### REACTIVOS

- Solución de cloruro de bario (100g/L).
- Ácido nítrico (gravedad específica 1,42).

**INGEOMA**  
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Caba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

### PREPARACIÓN DE MUESTRA

- Verifique la humedad de la muestra y secar al aire libre o en estufa a una temperatura de 60 °C.
- Cuarte la muestra hasta reducirla a aproximadamente 1kg y pásela por el tamiz de 2 mm. Disgregue el material aglomerado y deleznable con un rodillo hasta que todo pase por el tamiz.

### PROCEDIMIENTO

#### A) MÉTODO GRAVIMÉTRICO

- Pesar 10 g de muestra preparada en una placa Petri para determinar humedad. Poner en estufa por 3 horas a 100 °C.
- Pesar 100 g de muestra preparada en un recipiente de plástico.
- Verter el contenido en un vaso de precipitado de 500 mL y agregar 300 mL de agua desionizada, agitar vigorosamente por 20 s, tapar y dejar reposar por una hora. Volver a agitar antes de filtrar.
- Filtrar la mezcla a través del papel Whatman 42, ayudándose con una bomba de vacío y recogiendo el extracto en un Kitasato.
- Pipetear 60 mL del extracto filtrado en un vaso de 250 mL.
- Calentar la solución acidificada a ebullición en una plancha de calentamiento y lentamente añadir 5 mL de solución caliente de BaCl<sub>2</sub>, agitar bien. Mantener la temperatura justo por debajo del punto de ebullición hasta que el líquido comience a clarificarse y los precipitados hayan sedimentado completamente.
- Filtrar la suspensión de BaSO<sub>4</sub> sobre un papel de filtro Whatman 42, librar de ceniza y lavar el precipitado con agua caliente hasta que se encuentre libre de cloruros.
- Colocar el papel filtro y contenidos en un crisol de porcelana previamente tarado y carbonizar lentamente hasta consumir el papel sin dejar arder. Calcinar el residuo a 800 °C por una hora.

  
INGEOMA  
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128509  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## CALCULO

5.4.1 Calcule la concentración del ión sulfato de la siguiente manera:

$$\text{Sulfato } \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = (W * 411500) / S$$

Donde:

W: gramos de BaSO<sub>4</sub>

S: gramos de muestra utilizada

5.4.2 Contenido del ión sulfato en base seca:

$$\text{SO}_4^{2-} \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \text{ libre de humedad} = \frac{\text{SO}_4^{2-} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \text{ tal como es recibido} \right)}{100 - \% \text{ humedad}} * 100$$

## 2.1.3 ENSAYO DE CLORUROS SOLUBLES (Cl-) - NTP 339.177.

### 3.1.5.1 EQUIPOS Y REACTIVOS

#### EQUIPOS

- Balanza analítica (de acuerdo a los requisitos NTP334,079).
- Bureta 100 mL.
- Pipetas de 5, 10, 20 y 30mL.
- Horno mufla.
- Crisoles de porcelana (previamente tarados a 800 °C por una hora en estufa).
- Embudo de vidrio o de plástico.
- Papel Whatman 42.
- Vaso de precipitado.
- Probeta de 250 mL.
- Plancha de calentamiento.
- Placas Petri (previamente taradas a 110°C por una hora en estufa).

#### REACTIVOS

- Solución estándar de nitrato de plata (equivalente a 1 mgCl-/mL).
- Solución estándar de nitrato de plata (equivalente a 2 mgCl-/mL).
- Solución estándar de nitrato de plata (equivalente a 5 mgCl-/mL).
- Solución indicadora al 5% de cromato de potasio.
- Bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) en polvo.
- Acido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 1+19.
- Cristales de cloruro de sodio (NaCl, pureza mínima 99,5 %).

### PROCEDIMIENTO

- Pese 10g de muestra preparada en una placa Petri, previamente tarada a 110°C, para determinar humedad. Póngalas en estufa por 3 horas a 110 °C.
- Pese 100 g de muestra preparada en un recipiente de plástico. Vierta el contenido en vaso de precipitado de 500 mL y agregue 300 mL de agua desionizada, agite vigorosamente por 20 s, tape y deje reposar por una hora. Vuelva a agitar antes de filtrar.
- Filtre la mezcla a través del papel Whatman 42, acelerando la filtración con una bomba de vacío y recogiendo el extracto en un Kitasato.
- Verifique el pH y realice un ensayo cualitativo en un tubo de ensayo para determinar el tamaño de alicuota a del ensayo.
- Si el pH está en el rango de 6 a 8 continúe con el punto 7.6. Si está por de bajo de 6 añada bicarbonato de sodio para regular el pH, si está por encima de 8 añadir ácido nítrico para regularlo.
- Pipetee una alicuota en función del ensayo cualitativo en un matraz Erlenmeyer de 100 mL y enrase hasta 50 mL con agua desionizada
- Añada 1 mL de solución indicadora de cromato de potasio.
- Titule con la solución de nitrato de plata hasta que el indicador vire del color amarillo a rojo. Si la titulación consume más de 30mL tome una alicuota menor y repita el proceso a partir del punto 6.6.
- Registre el volumen de  $\text{AgNO}_3$  empleado hasta llegar al punto final.

**INGEOMAT**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## CALCULOS

El contenido de ión cloruro en muestras de suelo se calcula como sigue:

$$\text{Contenido de Cl}^- \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \text{ ó ppm} = \frac{\text{mL AgNO}_3 \text{ utilizado} - B * T * 1000}{M} * D$$

Donde:

T: título, mg Cl<sup>-</sup>/mL de AgNO<sub>3</sub>

B: consumo del blanco del indicador

M: g de la muestra de suelo titulada

$$\frac{100 \text{ g muestra}}{S} = \frac{300 \text{ mL de agua}}{50 \text{ mL de alicuota}}$$

S = 16,67 g

D: factor de dilución

Para expresar el contenido de cloruro en base seca, determine el porcentaje de humedad (punto 8.1) y reajuste los cálculos obtenidos anteriormente como sigue:

$$\text{Contenido Cl}^-, \text{ mg/kg (base seca)} = \frac{\frac{\text{mg Cl}^-}{\text{kg}} \text{ secado al aire} * 100}{100 - \% \text{ humedad}}$$

### 2.1.4 ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES (SO4) - NTP 339.178.

#### PREPARACIÓN DE MUESTRA

- Verifique la humedad de la muestra y secar al aire libre o en estufa a una temperatura de 60 °C.
- Cuarte la muestra hasta reducirla a aproximadamente 1kg y pásela por el tamiz de 2 mm. Disgregue el material aglomerado y deleznable con un rodillo hasta que todo pase por el tamiz.

**INGEOMA**  
INGENIERIA DE GEOTECNIA Y MATERIALES  
*Ing. Hugo Cuba Benavente*  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## MÉTODO GRAVIMÉTRICO

### APARATOS

- Balanza analítica (de acuerdo a los requisitos NTP334,079).
- Bureta 100 mL.
- Pipetas de 5, 10, 20 y 30mL.
- Homo mufla.
- Crisoles de porcelana (previamente tarados a 800 °C por una hora en estufa).
- Embudo de vidrio o de plástico.
- Papel Whatman 42.
- Vaso de precipitado.
- Probeta de 250 mL.
- Plancha de calentamiento.

### REACTIVOS

- Solución de cloruro de bario (100g/L).
- Ácido nítrico (gravedad específica 1.42)

### PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

- Pesar 10 g de muestra preparada en una placa Petri para determinar humedad. Poner en estufa por 3 horas a 100 °C.
- Pesar 100 g de muestra preparada en un recipiente de plástico.
- Verter el contenido en un vaso de precipitado de 500 mL y agregar 300 mL de agua desionizada, agitar vigorosamente por 20 s, tapar y dejar reposar por una hora. Volver a agitar antes de filtrar.
- Filtrar la mezcla a través del papel Whatman 42, ayudándose con una bomba de vacío y recogiendo el extracto en un Kitasato.
- Pipetear 60 mL del extracto filtrado en un vaso de 250 mL.
- Calentar la solución acidificada a ebullición en una plancha de calentamiento y lentamente añadir 5 mL de solución caliente de BaCl<sub>2</sub>, agitar bien. Mantener la temperatura justo por debajo del punto de ebullición hasta que el líquido comience a clarificarse y los precipitados hayan sedimentado completamente.
- Filtrar la suspensión de BaSO<sub>4</sub> sobre un papel de filtro Whatman 42, librar de ceniza y lavar el precipitado con agua caliente hasta que se encuentre libre de cloruros.
- Colocar el papel filtro y contenidos en un crisol de porcelana previamente tarado y carbonizar lentamente hasta consumir el papel sin dejar arder. Calcinar el residuo a 800 °C por una hora.

**INGEOMAT**  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

Cubano480@hotmail.com, Ingeomat\_cusco@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco  
Cel. Claro 974279249 Telf. 217232 RPM: 998990111, Nextel: 947285580 RPM: 998990111

## CALCULO

5.4.1 Calcule la concentración del ión sulfato de la siguiente manera:

$$\text{Sulfato } \frac{\text{mg}}{\text{kg}} = (W * 411500) / S$$

Donde:

W: gramos de BaSO<sub>4</sub>

S: gramos de muestra utilizada

5.4.2 Contenido del ión sulfato en base seca:

$$\text{SO}_4^{2-} \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \text{ libre de humedad} = \frac{\text{SO}_4^{2-} \left( \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \text{ tal como es recibido} \right)}{100\% \text{ humedad}} * 100$$

Descripción	Límite Permisible		
1.- Sólidos en suspensión	5,000	p.p.m.	máximo
2.- Materia Orgánica	3	p.p.m.	máximo
3.- Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1,000	p.p.m.	máximo
4.- Sulfato (ión SO <sub>4</sub> )	600	p.p.m.	máximo
5.- Cloruros (ión Cl)	1,000	p.p.m.	máximo
6. Ph	5	a	8

Cuadro 1 Límites permisibles según NTP.

FUENTE: PROPIA.

### 2.1.5 MTC E 107 ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO.

#### EQUIPOS:

- Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).
- Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).
- Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.

### SERIE DE TAMICES PARA EL ENSAYO:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
5/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Cuadro 2 Secuencia de tamices para el análisis granulométrico en suelos.

### PREPARACION DE LA MUESTRA

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.

### CALCULOS

Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4): Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4). Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8"), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8") y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera. Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4) por el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100. Valores del análisis de tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4):

  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

## 2.1.6. MTC E 110 DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS.

### EQUIPOS

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.
- Aparato del limite liquido (o de Casagrande).
  - o De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.
  - o De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el limite liquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.
- Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de 10,00 ± 0,2 mm (0,394 ± 0,008") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- Resaca o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambia por repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.

- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.

### EQUIPOS

Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"–4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

### INSUMOS

Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

### PREPARACION DE LA MUESTRA

Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz  $425 \mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

### CALCULO

#### (Multipunto)

Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W_n$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados. Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

#### (Un punto)

Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0,121} \quad LL = kW^n$$

Donde:

$N$  = Número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad,

$W_n$  = Contenido de humedad del suelo,

$K$  = factor dado en la tabla A.1

### 2.1.7. MTC E 111 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

#### EQUIPOS

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
  - o De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.
  - o De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.
- Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.

#### EQUIPOS


Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.

#### INSUMOS

Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada.

#### PREPARACION DE LA MUESTRA

Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz  $425 \mu\text{m}$  (Nº 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo en porción de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP. 228589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Cubano480@hotmail.com, Ingeomat cusco@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco  
Cel. Claro 974279249 Telf. 217232 RPM: 998990111, Nextel: 947285580 RPM: 998990111

14

## CALCULO

### (Multipunto)

Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W_n$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados. Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

### (Un punto)

Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

## 2.1.8. MTC E 113 MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA

### EQUIPOS

Picnómetro – El agua del picnómetro podrá estar ya sea en un matraz taponado, matraz de yodo taponado, o un matraz volumétrico con una capacidad mínima de 250 mL, el volumen del picnómetro debe ser de 2 a 3 veces más grande que el volumen de la mezcla suelo-agua usada durante el desairado de la porción del ensayo.

El matraz taponado mecánicamente determina el volumen. El matraz de yodo taponado tiene un collar acampanado que permite al tapón estar colocado a un ángulo durante el equilibrio termal y previene que el agua se desborde por los costados del matraz cuando el tapón está instalado. El humedecimiento del exterior del matraz no es deseado porque crea cambios en el equilibrio termal. Cuando se usa un matraz taponado, asegurarse de que el tapón está propiamente etiquetado como correspondiente al matraz.

Balanza – Que cumpla los requerimientos de la especificación D 4753, clase GP1. Esta balanza tiene una precisión de lectura de 0,01g y una capacidad de al menos 2000 g.

Horno de Secado – Un horno termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  en toda la cámara de secado. Estos requerimientos usualmente necesitan el uso de un horno a presión de aire.

Secador – Una cabina secadora o una jarra secadora grande de tamaño apropiado conteniendo sílica gel o sulfato de calcio anhidrido.

### MUESTRA

El espécimen de ensayo puede ser suelo húmedo o secado al horno y podrá ser representativo de los sólidos de suelo que pasen la malla U.S. Estándar N° 4 en el total de la muestra. La Tabla 1 da guías en cuanto a masas de suelo seco versus tipo de suelo y tamaño de picnómetro. Dos importantes factores concernientes a la cantidad total de sólidos de suelo que estén siendo ensayados son los siguientes. Primero, la masa de los sólidos de suelo divididos por su peso específico tendrá cuatro dígitos significantes. Segundo, la mezcla de los sólidos de suelo y agua es una pasta aguada no un fluido altamente viscoso (pintura espesa) durante el proceso de desairado.

Tipo de suelo	Masa de espécimen seco (g) cuando se usa un Picnómetro de 250 mL	Masa de espécimen seco (g) cuando se usa un Picnómetro de 500 mL
SP, SP-SM	60 ± 10	100 ± 10
SP-SC, SM, SC	45 ± 10	75 ± 10
Limo o arcilla	35 ± 5	50 ± 10

Cuadro 3 Masa redondeada de espécimen



### 3 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA.

Nº DE ENSAYO	MUESTRA	SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	CLORUROS SOLUBLES	PH
1	CENIZA	272.73 ppm	125.00 ppm	806.29 ppm	7.6
<b>SEGÚN NORMA</b>		1500.00 ppm	600.00 ppm	1000.00 ppm	5 a 8
<b>CUMPLE??</b>		<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>	<b>SI</b>

Cuadro 4 Resumen de las condiciones químicas de la ceniza.

Nº DE ENSAYO	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP	SUCS	P.E.
1	CENIZA	0.00 %	18.30 %	81.70 %	16.08 %	14.53 %	1.54 %	ML	1.81

Cuadro 5 Resumen del análisis granulométrico y peso específico de la ceniza.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- De los ensayos de laboratorio realizados a la ceniza de acuerdo a las NTP citadas, se concluye que la ceniza presenta valores de sales totales, cloruros y sulfatos, inferiores a los límites máximos permisibles.
- Del análisis granulométrico se tiene que el material corresponde a un ML (Limo de baja plasticidad).
- Se recomienda realizar una verificación periódica del área procedente de los materiales y evitar posibles contaminantes (material orgánico, elementos químicos perjudiciales para el concreto, etc.) en el proceso de extracción y transporte.
- El peso específico obtenido de la ceniza es de 1.81 g/cm<sup>3</sup>.

#### BIBLIOGRAFÍA:

1. MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES – MTC 2016
2. AGREGADOS PARA CONCRETO NORMA TÉCNICA NTP 400.03 PERUANA 2018.

  
**Ing. Hugo Cuba Benavente**  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**Anexo 08.01.01 Análisis químico de ceniza de Chala de Maíz – Laboratorio  
Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS**

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

**INFORME DE ANÁLISIS**

Nº0181-22-LAQ

SOLICITANTE: ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO  
DIRECCION : SAN JERONIMO = CUSCO  
MUESTRA : CENIZA DE CHALA DE MAIZ  
FECHA : 0/11/07/2022

**RESULTADO ANALISIS QUIMICO:**

SiO <sub>2</sub> %	44.90
CaO %	5.30
MgO %	4.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	1.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.00
K <sub>2</sub> O %	9.80

QUIMICA ANALITICA CUANTITATIVA, Arthur Vogel, Tomo III  
Cusco, 18 de Julio 2022



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios Químicos  
*[Signature]*  
RESPONSABLE TÉCNICO ANÁLISIS  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

LABORATORIO ANALISIS QUIMICO
Av. Cultura 733
RUC: 20172474501
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

Boleta de venta Electronica
Serie: B203 Nro: 665
Fecha: 12/07/2022 User: MERCEDES

Documento: 0
Nombres:AMAT TTITO ELIAS FORTUNATO

Forma de Pago: CONTADO

Table with 4 columns: CANT., DESCRIPCION, P.UNIT, SUBTOTAL. Row 1: 1.00 ANALISIS FISICO QUIMICO DE ELEMENTOS EN CENIZA DE CHALA DE MAIZ. Row 2: 180.00 180.00

SUBTOTAL : S/ 152.54
IGV : S/ 27.46
TOTAL : S/ 180.00

SON: CIENTO OCHENTA CON 00/100 SOL ES

Autorizado mediante resolución: 4298328328908

Representación impresa del comprobante de pago electrónico, el cual puede ser consultado en http://www.excelencia.com o https://consultaose.theforyhka.com.pe/

-- \* sysgenia \* --





**Anexo 08.02 Diseño de Mezclas.**



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARGUMENTACION.
- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.
- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

Solicita: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO



**DISEÑO DE MEZCLAS (METODO ACI)**

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$                       slump= 4 pulg                      Sin Aditivo

**TMAX AGREGADO 3/4pulg**

Canteras			
Fino	HUAMBUTIO	Grueso	VICHO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

**MAYO, 2022**  
Cusco-Peru



## NORMATIVIDAD

### 1. ENSAYOS DE MATERIALES

La Supervisión o la autoridad competente podrán ordenar, en cualquier etapa de ejecución del proyecto, el ensayo de cualquier material empleado en las obras de concreto, con el fin de determinar si corresponde a la calidad especificada.

El muestreo y los ensayos de materiales y del concreto deben hacerse de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas - NTP correspondientes.

### CEMENTOS

El cemento debe cumplir con los requisitos de las NTP correspondientes.

El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del concreto.

### 2. AGREGADOS

Los agregados para concreto deben cumplir con las NTP correspondientes.

Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- (a) 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado.
- (b) 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- (c) 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

Estas limitaciones se pueden omitir si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se puede colocar sin la formación de vacíos o cangrejeras. Los agregados que no cuenten con un registro o aquellos provenientes de canteras explotadas directamente por el Contratista, podrán ser aprobados por la Supervisión si cumplen con los ensayos normalizados que considere convenientes.

Este procedimiento no invalida los ensayos de control de lotes de agregados en obra.

Los agregados fino y grueso deberán ser manejados como materiales independientes. Cada uno de ellos deberá ser procesado, transportado, manipulado, almacenado y pesado de manera tal que la pérdida de finos sea mínima, que mantengan su uniformidad, que no se produzca contaminación por sustancias extrañas y que no se presente rotura o segregación importante en ellos.

Los agregados a ser empleados en concretos que vayan a estar sometidos a procesos de congelación y deshielo y no cumplan con el acápite 5.2.2 de la NTP 400.037 podrán ser utilizados si un concreto de propiedades comparables, preparado con agregado de origen similar, ha demostrado un comportamiento satisfactorio cuando estuvo sometido a condiciones de intemperismo similares a las que se esperan.

  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

El agregado fino podrá consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfiles preferentemente angulares, duros, compactos y resistentes. Deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

El agregado grueso podrá consistir de grava natural o triturada. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa; deberá estar libre de partículas escamosas, materia orgánica u otras sustancias dañinas.

La granulometría seleccionada para el agregado deberá permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

El lavado de los agregados se deberá hacer con agua potable o agua libre de materia orgánica, sales y sólidos en suspensión.

El agregado denominado "hormigón" corresponde a una mezcla natural de grava y arena. El hormigón sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa a los 28 días. El contenido mínimo de cemento será de 255 Kg/m<sup>3</sup>. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto. En lo que sea aplicable, se seguirán para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso.

### 3. AGUA

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá ser, de preferencia, potable.

Se podrán utilizar aguas no potables sólo si:

- Están limpias y libres de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y otras sustancias que puedan ser dañinas al concreto, acero de refuerzo o elementos embebidos.
- La selección de las proporciones de la mezcla de concreto se basa en ensayos en los que se ha utilizado agua de la fuente elegida.
- Los cubos de mortero para ensayos, hechos con agua no potable, deben tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable. La comparación de los ensayos de resistencia debe hacerse en morteros idénticos, excepto por el agua de mezclado, preparados y ensayados de acuerdo al código NTP 334.051.

Las sales u otras sustancias nocivas presentes en los agregados y/o aditivos deberán sumarse a las que pueda aportar el agua de mezclado para evaluar el contenido total de sustancias indeseables.

La suma de los contenidos de ión cloruro presentes en el agua y en los demás componentes de la mezcla (agregados y aditivos) no deberán exceder los valores indicados en la siguiente tabla.

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30

**Cuadro 1 CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORURO PARA LA PROTECCIÓN  
CONTRA LA CORROSIÓN DEL REFUERZO (FUENTE: E 060)**

El agua de mar sólo podrá emplearse en la preparación del concreto si se cuenta con la autorización del Ingeniero Proyectista y de la Supervisión. No se utilizará en los siguientes casos:

- Concreto armado y preesforzado.
- Concretos con resistencias mayores de 17 MPa a los 28 días.
- Concretos con elementos embebidos de fierro galvanizado o aluminio.
- Concretos con un acabado superficial de importancia.

No se utilizará en el curado del concreto ni en el lavado del equipo, aquellas aguas que no cumplan con los requisitos anteriores.

  
INGEOMA  
INGENIERÍA DE OBRAS Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar el control de la humedad de los agregados de manera periódica ya que esta propiedad no es constante varía según a la temperatura del ambiente.

Se recomienda hacer el ensayo de slump de manera constante para garantizar la trabajabilidad del concreto y el contenido de agua óptimo.

Se recomienda realizar los testigos de concreto para la verificación de la resistencia y ver la evolución de la misma a los 7, 14 y 28 días.

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Cemento	1.00 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>
Agua de Diseño	23 #/pie <sup>3</sup>
Agregado Fino	1.9 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>
Agregado Grueso	2.8 pie <sup>3</sup> /pie <sup>3</sup>

**Cuadro 2 DOSIFICACION FINAL DEL CONCRETO EN VOLUMEN.**

f'c=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm <sup>3</sup>
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0058 m <sup>3</sup>
Cemento	2.348 kg
Agua de Diseño	1.636 kg
Agregado Fino	3.957 kg
Agregado Grueso	5.624 kg
Suma	13.61 kg
Peso por Testigo	13.61 kg

**Cuadro 3 DOSIFICACION FINAL DEL CONCRETO EN PESO POR UNIDAD DE BRIQUETA.**

f'c=	2 kg/cm <sup>2</sup>
Largo	54 cm
Ancho	15 cm
Altura	12 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	9720 cm <sup>3</sup>
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0107 m <sup>3</sup>
Cemento	4.951 kg
Agua de Diseño	3.297 kg
Agregado Fino	7.981 kg
Agregado Grueso	11.342 kg
Suma	31.55 kg
Peso por Testigo	31.55 kg

**Cuadro 4 DOSIFICACION FINAL DEL CONCRETO EN PESO POR UNIDAD DE VIGA.**

**INGEOMAT**  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES  
 Ing. Hugo Cuba Benavente  
 CIP 128589  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 08.03 Contenido de Aire



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 270842, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPN: 8998990111

TESIS: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022  
**INFORME N°01**

Solicita: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

Departamento: CUSCO

Provincia : CUSCO

### PRUEBRAS EN CONCRETO FRESCO



### CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION

**INGEOMAT**  
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
*Ing. Hugo Cuba Benavente*  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

JUNIO, 2022  
Cusco-Peru

## NORMATIVIDAD

- NTP 339.083 Método de ensayo normalizado para contenido del aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.
- ASTM C 231 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
- AASHTO T 152 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.

## EQUIPOS

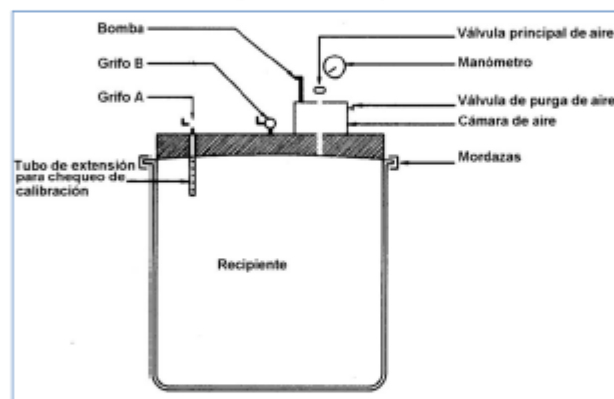


Figura 1 Medidor de tipo B.

## MUESTRA

1. Calibración del equipo: Se deben calibrar los distintos aparatos con el objeto de asegurar su correcto funcionamiento y determinar la presión de operación del medidor usado, según lo indicado en el Apéndice.
2. Preparación de la muestra: la obtención de la muestra se hace de acuerdo a la norma MTC E 701. Si la mezcla contiene agregado grueso de tamaño mayor de 37,5 mm (1½") se debe pasar el concreto fresco sobre el tamiz correspondiente a ese tamaño, a fin de preparar la muestra.

INGEOMA  
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## APLICACIONES EN LA INGENIERÍA CIVIL

El contenido de aire en la ingeniería, a veces no se le toma mucho en cuenta, pero actualmente es de mucha importancia, ya que gracias a los avances tecnológicos se hace uso de cementos con incorporados de aire u otro aditivo con este fin, que influye en la resistencia mecánica del concreto debido a los vacíos que pueda presentar, asimismo, afecta propiedades importantes como la resistencia y la durabilidad de la estructura.

### PROCEDIMIENTO

Colocación y compactación de la muestra:

**Apisonado** - Se coloca una muestra representativa de concreto en el recipiente de medida, en 3 capas de volumen aproximadamente igual. Se compacta cada capa de concreto por medio de 25 golpes de varilla distribuidos uniformemente sobre la sección. Después de apisonar cada capa se golpean suavemente los lados del recipiente 10 a 15 veces con la maceta hasta llenar cualquier vacío producido por el apisonado. Se debe tener cuidado de no golpear el fondo del recipiente al apisonar la primera capa; para el apisonado de las dos capas restantes se debe emplear la fuerza suficiente para que la varilla penetre alrededor de 25 mm (1") en la capa anteriormente apisonada.

**Vibrado** - Este método de compactación se aplica para concreto de asentamiento menor de 75 mm (3"). Se coloca una muestra representativa de concreto en el recipiente, en dos capas de volumen aproximadamente igual. Se debe evitar un sobrellenado excesivo al colocar la última capa. Se compacta cada capa insertando uniformemente tres veces el vibrador. El vibrador no debe tocar el fondo ni las paredes del recipiente y se debe retirar cuidadosamente para no dejar burbujas de aire en la muestra. Se debe conservar el mismo tiempo de vibración para el mismo tipo de concreto, vibrador y recipiente utilizados. El tiempo de vibrado, depende de la manejabilidad del concreto y de la efectividad del vibrador. Hay suficiente vibración cuando la superficie resultante sea lisa y brillante.

**Enrasado** - Terminada la compactación se debe enrasar la superficie del concreto, haciendo pasar la platina hasta que la superficie quede perfectamente lisa. Se puede añadir una pequeña cantidad de mezcla para corregir cualquier deficiencia. Lo ideal es rebajar una altura de 3 mm (1/8") durante esta operación. Si el sobrante es excesivo, se debe retirar un poco con un palustre o una cuchara antes de enrasar.

**Preparación para el ensayo** - Se limpien los bordes del recipiente con el fin de que la junta de la cubierta sea hermética. Se ensambla el aparato. Se cierra la válvula entre la cámara y el recipiente (válvula N° 1) y se abren los grifos de la cubierta. Con una pera de caucho, se inyecta agua a través de uno de los grifos preferiblemente el A, hasta que el agua salga por el otro. Se golpea suavemente la tapa del medidor para eliminar las burbujas de aire atrapadas.



Procedimiento de ensayo – Se cierra la válvula de la cámara (válvula Nº 2) y se bombea aire hasta que el puntero del manómetro coincida con la línea de presión inicial. Se dejan transcurrir unos segundos hasta que el aire comprimido llegue a temperatura normal. Se estabiliza el puntero del manómetro en la línea de presión inicial bombeando o dejando escapar aire y golpeándolo suavemente. Se cierran los grifos A y B. Se abre la válvula que comunica la cámara de presión con el recipiente de medida (válvula Nº 1). Se golpea vigorosamente alrededor del recipiente y a continuación se golpea suavemente el manómetro y se lee el porcentaje de aire en este último. Antes de remover la cubierta se abren los grifos A y B.

Determinación del factor de corrección del agregado - Se determina el factor de corrección del agregado sobre una muestra combinada de agregado fino y grueso, como se describe en esta sección. Se determina independientemente aplicando la presión de calibración a una muestra de agregado fino y grueso sumergida, de la misma condición de humedad, cantidad y proporciones en que se encuentran en la muestra de concreto del ensayo.

Colocación del agregado en el recipiente – Se llena el recipiente con agua hasta 1/3 de su capacidad. Se mezclan muestras representativas de agregado fino  $F_s$  y de agregado grueso  $C_s$ , y se colocan poco a poco en el recipiente agitándolas para evitar la incorporación de aire y eliminando la espuma que se forme.

Si es necesario, se debe agregar agua hasta cubrir el agregado. Se golpean los lados del recipiente y se compacta suavemente la parte superior de la muestra con la varilla de apisonado, de 8 a 12 veces. Determinación del factor de corrección – Antes de continuar la determinación del factor de corrección, se debe dejar transcurrir un tiempo igual al empleado desde el momento de agregar agua a los materiales hasta el momento de hacer el ensayo del contenido de aire.

Medidor de tipo B.

Del aparato ensamblado y lleno se saca un volumen de agua equivalente aproximadamente al volumen del recipiente y se completa el ensayo. El factor de corrección  $G$ , es igual a la lectura en la escala del contenido de aire menos el volumen de agua sacado del recipiente.



### RESULTADOS OBTENIDOS

Nº de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 3% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 3% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 3% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.60%	2.20%	2.00%	1.50%

Cuadro 1 Resumen de los resultados obtenidos de 3% de cal y variaciones de 5%, 10% y 12.5% de ceniza.

Nº de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 4% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 4% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.60%	2.00%	1.80%	1.40%

Cuadro 2 Resumen de los resultados obtenidos de 4% de cal y variaciones de 5%, 10% y 12.5% de ceniza.

Nº de muestra	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 5% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 5% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 5% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.60%	2.00%	1.50%	1.00%

Cuadro 3 Resumen de los resultados obtenidos de 5% de cal y variaciones de 5%, 10% y 12.5% de ceniza.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El contenido del aire máximo obtenido es 2.60 % (Correspondiente al concreto patrón) y 1.00% (Correspondiente al concreto patrón + 5% de cal y 12.5% de ceniza), con un TMN del agregado es de 3/4". Según, la norma NTP 339.081, el contenido de aire generalmente ocupa del 1% al 3% del volumen de la mezcla. Para el presente caso el resultado obtenido esta dentro del rango admisible.

#### RECOMENDACIONES:

-Al momento de retirar la sección superior del recipiente "medidor" debemos asegurar que no haya porciones de concreto inalteradas, ya que se considerara al ensayo como invalido.

-Se debe limpiar los bordes del recipiente, ya que ayudan a que la medición no presente resultados erróneos al ser comprimido el aire.

-Se debe dar la cantidad de golpes necesarios, o mejor dicho especificados por la norma, para eliminar el aire por dentro o el exceso de aire.

- Al momento de realizar dicho ensayo se recomienda que este siempre limpio, por lo que se humedece inicialmente

## Anexos 08.04. Flexión en Vigas



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

### INFORME N°01

Solicita: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TITO

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO



Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente  
INGEOMAT INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
Ing. Hugo Cuba Benavente JULIO, 2022  
CIP 128589 Cusco-Peru  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**PROYECTO**

**PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA  
PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022**

**INFORME TECNICO FLEXION**

**INDICE**

1. **NORMATIVIDAD** ..... 1

    1.1. **SIGNIFICADO Y USO** ..... 1

    1.2. **EQUIPOS** ..... 1

**RESULTADOS OBTENIDOS** ..... 3

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES** ..... 4

**PANEL FOTOGRAFICO** ..... 5

**MEMORIA DE CALCULO** ..... 8

**INGEOMA**  
INGENIERIA GEOTECNICA Y MATERIALES S.R.L.

**Ing. Hugo Cuba Behavente**  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

<b>Dirección</b>	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	<b>Celular: Entel:</b> 974 279 249, <b>Telf.</b> 217232
<b>E- mail</b>	<a href="mailto:Ingeomat_cusco@hotmail.com">Ingeomat_cusco@hotmail.com</a> - / <a href="mailto:Ingeomat_apurimac@hotmail.com">Ingeomat_apurimac@hotmail.com</a>	<b>Bitel:</b> 921126988

## 1. NORMATIVIDAD

### NTG 41017 - MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ESFUERZO DE FLEXIÓN DEL CONCRETO (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLEMENTE SOPORTADA CON CARGAS EN LOS TERCIOS DE LA LUZ).

#### 1.1. SIGNIFICADO Y USO

Este método de ensayo se usa para determinar el esfuerzo de flexión de especímenes preparados y curados de acuerdo con el método de ensayo NTG 41049 (ASTM C 42/C 42M) o las prácticas NTG 41061 (ASTM C 31/C 31M) o NTG 41060 (ASTM C 192/C 192M). Los resultados se calculan e informan como el módulo de ruptura. Para espécimen del mismo tamaño el esfuerzo determinado puede variar si existen diferencias en la preparación, condición de humedad, curado o las condiciones donde la viga haya sido moldeada o aserrada al tamaño requerido.

El valor del módulo de ruptura generalmente aumenta a medida que disminuye el tamaño del espécimen de muestra y se ha demostrado que la variabilidad de los resultados de las pruebas individuales aumenta a medida que disminuye el tamaño de la muestra.

Los resultados de este método pueden ser usados para determinar el cumplimiento de especificaciones o como una base para determinar el proporcionamiento de la mezcla, las operaciones de mezclado y colocación del concreto. Este ensayo se utiliza en la evaluación de concretos para la construcción de losas y pavimentos.

#### 1.2. EQUIPOS

**Máquina de ensayo:** La máquina de ensayos debe cumplir con los requisitos establecidos en los diferentes apartados de la norma ASTM E4. No se permiten máquinas de ensayo manuales, únicamente aquellas con bombas que provean una carga continua a la falla en una sola aplicación. Se permite el uso de bombas motorizadas o bombas manuales de desplazamiento positivo, que tengan suficiente volumen en una sola aplicación para completar el ensayo sin requerir de recarga y que sean capaces de aplicar las cargas a una velocidad uniforme sin interrupción ni impacto. La máquina de ensayo deberá estar equipada con un dispositivo para registrar o mantener el valor máximo que indicará la carga máxima, con una precisión del 1%, aplicada al espécimen durante el ensayo.

**Aparato de carga:** El método de carga en los tercios de la luz se debe utilizar para realizar ensayos de flexión del concreto, utilizando bloques de apoyo que aseguren que las fuerzas aplicadas a la viga serán perpendiculares a la longitud del espécimen y aplicadas sin excentricidad. Un diagrama de un aparato que cumple este propósito se muestra en la figura 1.

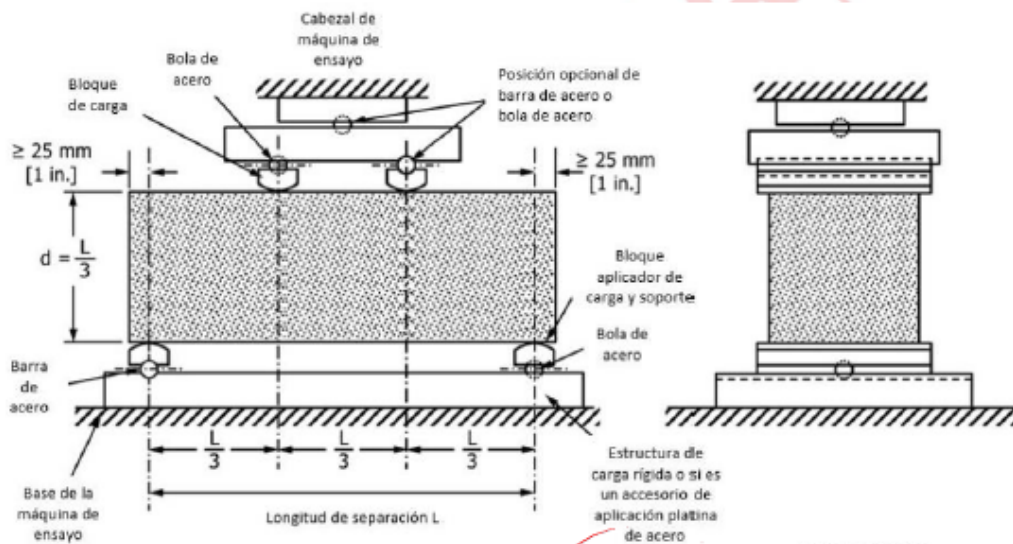
Todos los aparatos que se utilizan para realizar ensayos de flexión al concreto deberán ser capaces de mantener la longitud de separación especificada, y las distancias entre los bloques de carga y los bloques de soporte dentro de una tolerancia de  $\pm 1.0$  mm ( $\pm 0.05$  pulg).

La relación de la distancia horizontal entre el punto de aplicación de la carga y el punto de aplicación de la reacción más cercana a la profundidad de la viga será de  $1.0 \pm 0.03$ .

Dirección	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	Celular: Entel: 974 279 249, Telf. 217232
E-mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com- / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Bitel: 921126988

4.2.3. Si se utiliza un aparato similar al ilustrado en la figura 1, los bloques de aplicación de carga y de soporte no deben ser mayores de 65 mm (2.50 pulg), medidos desde el centro o el eje de pivote, y deben extenderse completamente a través de o más allá del ancho total del espécimen. Cada superficie dura de apoyo en contacto con el espécimen no deberá apartarse del plano en más de 0.05 mm (0.002 pulg) y será una porción del cilindro cuyo eje coincidirá con el eje de la varilla o centro de la esfera, cualquiera que sea el pivote del bloque. El ángulo subtendido de la superficie curva de cada bloque será de al menos 0.80 radianes (45 °). Los bloques de carga y soporte se mantendrán en posición vertical y en contacto con la varilla o esfera por medio de tornillos de resorte que los mantengan en contacto con la barra o esfera de pivote. La placa de soporte superior y la esfera de punto central de la figura 1 se pueden omitir cuando se usa un bloque de apoyo asentado esféricamente, siempre que una barra y una esfera se use como pivotes para los bloques superiores de aplicación de carga.

**Figura 1. Vista diagramática de un aparato apropiado para ensayo a Flexión de Concreto por el Método de Carga en los tercios de la luz.**



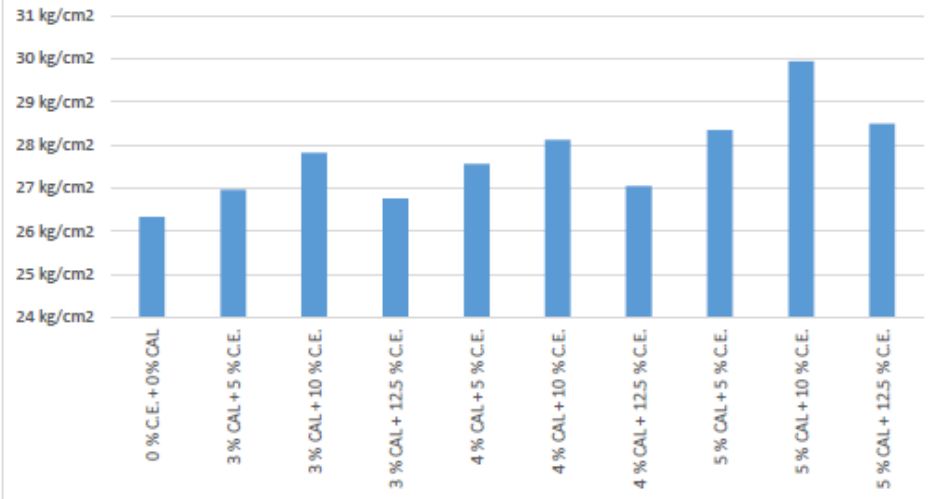
ELEVACIÓN

VISTA LATERAL

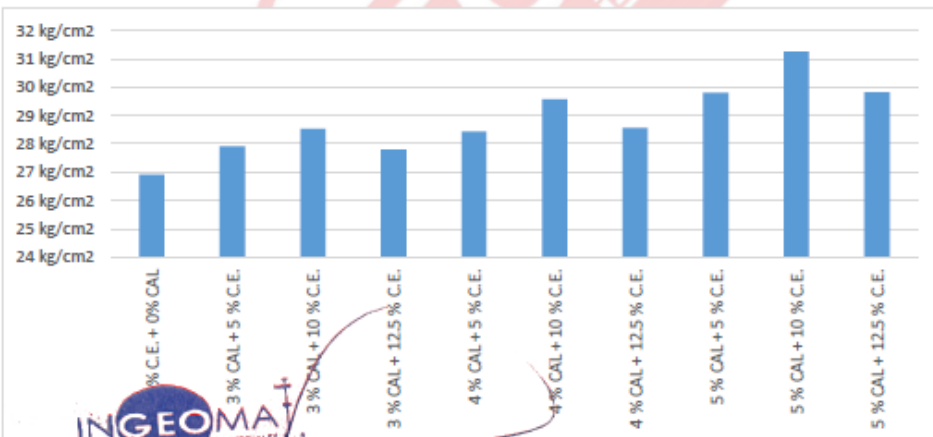
**INGEOMA**  
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Dirección	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián - Cusco / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	Celular: Entel: 974 279 249, Telf: 217332
E-mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com- / Ingeomat_apurimac@hotmail.com.	Bitel: 921126988

RESULTADOS OBTENIDOS



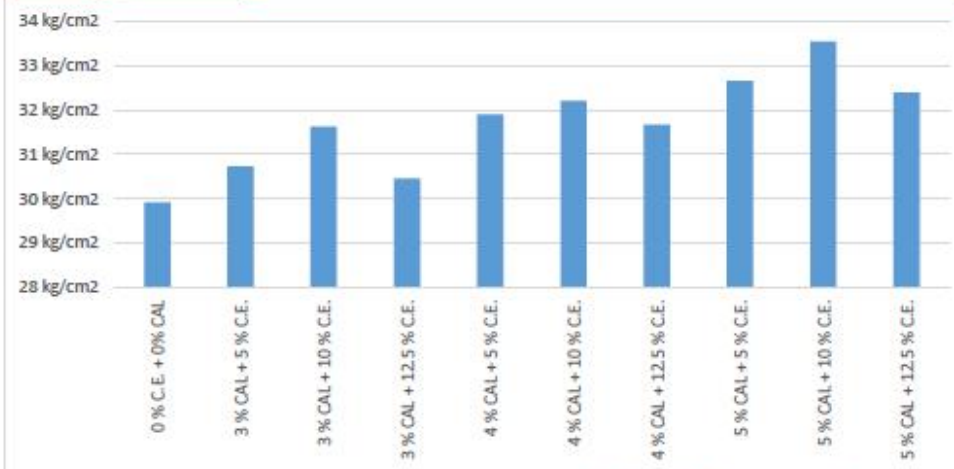
Cuadro 1 Resultados obtenidos en laboratorio – Ensayo de Flexión, 7 días.



Cuadro 2 Resultados obtenidos en laboratorio – Ensayo de Flexión, 14 días.

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Dirección	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	Celular: Entel: 974 279 249, Telf. 217232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com; / Ingeomat_apurimac@hotmail.com.	Bitel: 921126988



Cuadro 3 Resultados obtenidos en laboratorio – Ensayo de Flexión, 28 días.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES:

- La resistencia máxima a la flexión se registra en la dosificación de 5% de cal y 10% de ceniza.

#### RECOMENDACIONES:

- Se recomienda que, al momento de elaborar las vigas de concreto más acero reciclado, tratar en lo posible que las superficies de estas sean lo más horizontales posibles ya que al momento de realizar la prueba de flexión estas irregularidades les restan resistencia a las muestras.
- Se recomienda realizar los ensayos a la edad de 7, 14 y 28 días (Como el presente caso). Con el fin de conocer la tendencia de evolución del concreto más acero reciclado.
- Se recomienda seguir los lineamientos de la MTC en la mezcla y curado del concreto.

INGEOMAT  
INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Dirección	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	Celular: Entel: 974 279 249, Telf. 217232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com- / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Bitel: 921126988



## Anexos 08.05 Rotura de Briquetas



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022

### INFORME N°01

Tesista: BACH. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO



## NORMATIVIDAD

### REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E-060 (CONCRETO ARMADO)

Método de ensayo a la compresión de probetas de hormigón (concreto).

**Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f_c$ .**

### EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL CONCRETO

El concreto debe ensayarse de acuerdo con los requisitos de los siguientes acápite. Los ensayos de concreto fresco realizados en la obra, la preparación de probetas que requieran de un curado bajo condiciones de obra, la preparación de probetas que se vayan a ensayar en laboratorio y el registro de temperaturas del concreto fresco mientras se preparan las probetas para los ensayos de resistencia debe ser realizado por técnicos calificados en ensayos de campo. Todos los ensayos de laboratorio deben ser realizados por técnicos de laboratorio calificados.

#### Frecuencia de los ensayos

**Las muestras para los ensayos de resistencia de cada clase de concreto colocado cada día deben tomarse no menos de una vez al día, ni menos de una vez por cada 50 m<sup>3</sup> de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m<sup>2</sup> de superficie de losas o muros. No deberá tomarse menos de una muestra de ensayo por cada cinco camiones cuando se trate de concreto premezclado.**

Cuando en un proyecto dado el volumen total de concreto sea tal que la frecuencia de ensayos requerida anteriormente mencionados proporcione menos de cinco ensayos de resistencia para cada clase dada de concreto, los ensayos deben hacerse por lo menos en cinco tandas de mezclado seleccionadas al azar, o en cada una cuando se empleen menos de cinco tandas.

Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f_c$ .

#### Probetas curadas en laboratorio

Las muestras para los ensayos de resistencia deben tomarse de acuerdo con “Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete” (ASTM C 172).

Las probetas cilíndricas para los ensayos de resistencia deben ser fabricadas y curadas en laboratorio de acuerdo con “Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field” (ASTM C 31M), y deben ensayarse de acuerdo con “Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens” (ASTM C 39M).

La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes:

- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a  $f_c$ .
- Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que  $f_c$  en más de 3,5 MPa cuando  $f_c$  es 35 MPa o menor, o en más de 0,1  $f_c$  cuando  $f_c$  es mayor a 35 MPa.

Cuando no se cumpla con al menos uno de los dos requisitos anteriormente mencionados, deben tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

#### Probetas curadas en obra

Si lo requiere la Supervisión, deben realizarse ensayos de resistencia de probetas cilíndricas curadas en condiciones de obra.

El curado de las probetas bajo condiciones de obra deberá realizarse en condiciones similares a las del elemento estructural al cual ellas representan, y éstas deben moldearse al mismo tiempo y de la misma muestra de concreto que las probetas a ser curadas en laboratorio. Deben seguirse las indicaciones de “Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field” (ASTM C 31M).

Los procedimientos para proteger y curar el concreto deben mejorarse cuando la resistencia de las probetas cilíndricas curadas en la obra, a la edad de ensayo establecida para determinar  $f'_c$ , sea inferior al 85% de la resistencia de los cilindros correspondientes curados en laboratorio. La limitación del 85% no se aplica cuando la resistencia de aquellos que fueron curados en la obra exceda a  $f'_c$  en más de 3,5 MPa.

**Resultados de las Roturas de 90 briquetas (30 Ensayos según Norma E060) de la obra:**

“PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAÍZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022”

#### Evaluación de Resultados (ver hoja de resultados)

Los resultados de rotura de briquetas alcanzaron valores de resistencia aceptables lo cual demuestra que se tuvo un buen diseño de mezclas y/o un correcto proceso constructivo.

#### EQUIPO UTILIZADO

##### PRENSA PARA CONCRETO DIGITAL-AUTOMATICA CAPACIDAD 300000 Lb SEGÚN NORMA ASTM

Capacidad 300.000 Lb, De operación automática para uso en campo y Laboratorio. Para prueba de resistencia en muestras de concreto de 6" Ø x 12" h. Incluye indicador digital de 6 dígitos, con retención de carga máxima, aplicación de carga automática, resolución 10 Lb, precisión 0.1%, caja de controles con tablero en acero inoxidable. Operación 110 VAC – 220 VAC. Con informe de inspección.

Marca: Humboldt.

Procedencia: americana.

Velocidad de Aplicación de Carga. 0.20 a 0.30 MPa/seg.

  
Ina Hugo Cuba Benavente  
Cubano480@hotmail.com, Ingeomat\_cusco@hotmail.com, Urb. El Eden, Dpto C3, San Sebastián – Cusco 2  
Telf. 084-270342 Cel. Claro 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

## Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

Como se observa en los cálculos realizados, se logra una máxima resistencia en la dosificación de 5% de cal y 10% de ceniza de eucalipto.

### Recomendaciones

- Se recomienda que el curado del concreto colocado deberá ser en forma permanente para simular las condiciones de las muestras sumergidas.
- Se recomienda seguir con el control de calidad en obra.
- Se recomienda que al momento de elaborar las probetas de concreto tratar en lo posible que las superficies de estas sean lo mas horizontales posibles ya que al momento de realizar la prueba de compresión estas irregularidades les restan resistencia a las muestras.
- Se recomienda realizar los ensayos a la edad de diseño en nuestro caso a los 28 días de elaborada la muestra.
- Las elaboraciones de las probetas se realizan de la siguiente manera:

Se vierte el concreto en la briquetera hasta un tercio de la altura de esta posteriormente se llevó a cabo el chuseo 25 veces, luego echar otro tercio de la altura y chusear 25 veces, finalmente completar toda la altura y chusear 25 veces.

JULIO, 2022

  
INGEOMAT  
INGENIERÍA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.  
Ing. Hugo Cuba Behavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexos 08.06 Slump



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lofe C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAÍZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, CUSCO 2022"

### INFORME N°01

Solicita: BACH. AMAT TITO, ELIAS FORTUNATO

Departamento: CUSCO

Provincia : CUSCO

## PRUEBRAS EN CONCRETO FRESCO



## SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO)

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589

JUNIO, 2022  
CUSCO-PERU

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

### NORMATIVIDAD

- NTP 339.035 HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.
- AASHTO: T 119M Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
- ASTM: C 143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.

### EQUIPOS

Molde – Debe ser metálico, inatacable por el concreto, con espesor de lámina no inferior a 1,14 mm (0,045"). Su forma interior debe ser la superficie lateral de un tronco de cono de  $203 \pm 2$  mm ( $8'' \pm 1/8''$ ) de diámetro en la base mayor,  $102 \pm 2$  mm ( $4'' \pm 1/8''$ ) de diámetro en la base menor y  $305 \pm 2$  mm ( $12'' \pm 1/8''$ ) de altura. Las bases deben ser abiertas, paralelas entre sí y perpendiculares al eje del cono.

El molde debe estar provisto de agarraderas y de dispositivos para sujetarlo con los pies, como se indica en la Figura 1. La costura de la lámina debe ser esencialmente como la indicada en la Figura 1. El interior del molde debe estar libre de abolladuras, ser liso y sin protuberancias.

Varilla compactadora – Debe ser de hierro liso, cilíndrica, de 16 mm ( $5/8''$ ) de diámetro y de longitud aproximada de 600 mm (24"); el extremo compactador debe ser hemisférico con radio de 8 mm ( $5/16''$ ).

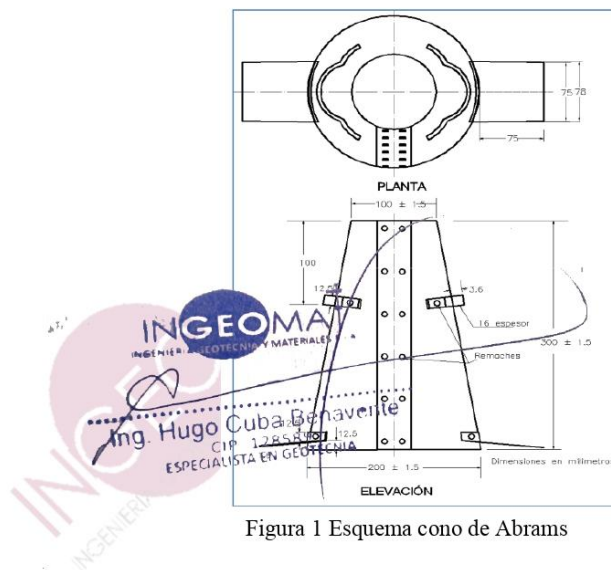


Figura 1 Esquema cono de Abrams

## MUESTRA

La muestra que se utiliza en el ensayo debe ser representativa del concreto.  
Dicha muestra se debe obtener de acuerdo con la norma MTC 701.

## PROCEDIMIENTO

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.

Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical.

El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de  $5 \pm 2$  segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto.

La operación completa, desde que se comienza a llenar el molde hasta que se retira, se debe hacer sin interrupción en un tiempo máximo de 2 minutos 30 segundos. El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra. Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen.

Si ocurre un derrumbamiento pronunciado o desprendimiento del concreto hacia un lado del espécimen, se debe repetir el ensayo sobre otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos sobre una muestra de concreto dan este resultado, el concreto carece probablemente de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo de asentamiento sea aplicable.

CONSISTENCIA EN CONO		
Consistencia	Asiento en cono de Abrams (cm)	Compactación
Seca	0-2	Vibrado
Plástica	3-5	Vibrado
Blanda	6-9	Picado con barra
Fluida	10-15	Picado con barra
Líquida	16-20	Picado con barra

Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
Cuadro 1 Consistencia vs slump.

### RESULTADOS OBTENIDOS

Nº de Briqueta	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 5% DE CENIZA+ 3% DE CAL	P + 5% DE CENIZA + 4% DE CAL	P + 5% DE CENIZA+ 5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.7 Pulg	3.6 Pulg	3.2 Pulg	2.9 Pulg

Cuadro 2 Resumen de los resultados obtenidos de 5% de ceniza y con variaciones de cal de 3%, 4% y 5%.

Nº de Briqueta	5	6	7
Estructura o elemento	P + 10% DE CENIZA+ 3% DE CAL	P + 10% DE CENIZA+ 4% DE CAL	P + 10% DE CENIZA + 5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.5 Pulg	3.3 Pulg	3.0 Pulg

Cuadro 3 Resumen de los resultados obtenidos de 10% de ceniza y con variaciones de cal de 3%, 4% y 5%.

Nº de Briqueta	8	9	10
Estructura o elemento	P + 12.50% DE CENIZA+ 3% DE CAL	P + 12.50% DE CENIZA+ 4% DE CAL	P + 12.50% DE CENIZA + 5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.4 Pulg	3.2 Pulg	3.0 Pulg

Cuadro 4 Resumen de los resultados obtenidos de 12.5% de ceniza y con variaciones de cal de 3%, 4% y 5%.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

✓ Al realizar el ensayo, se puede observar que el factor que influyó para que el slump en la primera vez sea lo proyectado en el diseño de mezclas, depende estrictamente del tamaño máximo nominal del agregado y agua, para el presente caso el TMN máximo es de 3/4" y se controló la humedad del agregado, de acuerdo a lo dispuesto en el diseño de mezclas, lo que hizo que el concreto asiente bien de 2" a 4".

✓ Se concluye que, el nivel de asentamiento va estar en relación con el nivel de dosificación utiliza en el ensayo.

✓ La proporción de los materiales utilizados en la mezcla deben ser lo más exactos posibles para obtener la resistencia y consistencia deseada.

✓ Antes de echar el concreto al cono de Abrams, a éste se le echa kerosene o aceite para evitar que se pegue al molde.

✓ Si el concreto moldeado se inclina decididamente hacia un lado o sufre disgregaciones o corte se repetirá el ensayo. Si por segunda vez se presenta este fenómeno se considerará que el concreto ensayado no es apto para efectuar el ensayo de consistencia del concreto por carecer de plasticidad y cohesión necesarias.



## Anexo 09: Certificados de calibración del equipo

27/5/2018

CONSTANCIA DEL RNP



RUC N° 20491100908

### REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

#### CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

#### INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA-INGEMAT E.I.R.L.

Domiciliado en: APV EL EDEN (COLINDANTE URB LAS JOYAS CASA MAT GUINDA) /CUSCO-  
CUSCO-SAN SEBASTIAN (Según información declarada en la SUNAT)

**Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:**

---

##### PROVEEDOR DE BIENES

Vigencia : Desde 18/03/2017

---

##### PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia : Desde 18/03/2017

---

FECHA IMPRESIÓN: 27/05/2018

**Nota:**

\* Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: [www.rnp.gob.pe](http://www.rnp.gob.pe) - opción [Verifique su inscripción](#).

Retornar

Imprimir



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA

Calibration Certificate – Laboratory of Force

### OBJETO DE PRUEBA:

*Instrument*  
**Rangos**  
*Measurement range*  
**FABRICANTE**  
*Manufacturer*  
**Modelo**  
*Model*  
**Serie**  
*Identification number*  
**Ubicación de la máquina**  
*Location of the machine*  
**Norma de referencia**  
*Norm of used reference*  
**Intervalo calibrado**  
*Calibrated interval*  
**Solicitante**  
*Customer*  
**Dirección**  
*Address*  
**Ciudad**  
*City*

### PATRON(ES) UTILIZADO(S)

*Measurement standard*  
**Tipo / Modelo**  
*Type / Model*  
**Rangos**  
*Measurement range*  
**Fabricante**  
*Manufacturer*  
**No. serie**  
*Identification number*  
**Certificado de calibración**  
*Calibration certification*  
**Incertidumbre de medida**  
*Uncertainty of measurement*  
**Método de calibración**  
*Method of calibration*  
**Unidades de medida**  
*Units of measurement*

### FECHA DE CALIBRACIÓN

*Date of calibration*

### FECHA DE EXPEDICIÓN

*Date of issue*

### NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS

*Number of pages of certificate and documents attached*

### FIRMAS AUTORIZADAS

*Authorized signatories*

Téc. Ulmer A. Huanan Pocuima  
Responsable Laboratorio de Metrología

### MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

100 000 kgf

Pág. 1 de 3

TEST MARK (INDICADOR) / HUMBOLDT (MARCO)

NO PRESENTA (INDICADOR) / 121020H (MARCO)

LX13-120924-49 (INDICADOR) / CM-3000-LXIP60 (MARCO)

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L

NTC – ISO 7500 – 1 ( 2007 – 07 – 25 )

Del 10% al 100% del Rango

INGEOMAT E.I.R.L

MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

CUSCO

T71P / ZSC

150 tn

OHAUS / KELI

B504530209 / 5M56609

N° INF – LE – 436 – 20

0.060 %

Comparación Directa

Sistema Internacional de Unidades ( SI )

2021 – 10 – 19

2021 – 10 – 29

3

### FIRMAS AUTORIZADAS

*Authorized signatories*

*Authorized signatories*

*Authorized signatories*

Téc. Ulmer A. Huanan Pocuima  
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 – 5814  
Celular:  
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:  
laboratoriogylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **255-2021 GLF**  
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

**DATOS DE LA CALIBRACIÓN**

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.20 kgf

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kgf	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
		kgf	kgf	No Aplica	kgf	No Aplica
10	10000	10052	10035		10092	
20	20000	20063	20098		20086	
30	30000	30186	30075		30142	
40	40000	40096	40051		40303	
50	50000	50084	50026	No Aplica	50096	No Aplica
60	60000	60041	60094		60018	
70	70000	70008	70078		70042	
80	80000	80096	80043		80011	
90	90000	90013	90098		90067	
100	100000	100010	100034		100742	
Indicación después de Carga:		0	0		0	No Aplica

**RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN**

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa a (%)	Relativa U± (%) k=2
10	10000	-0.59	0.57			0.002	0.343
20	20000	-0.41	0.17			0.001	0.123
30	30000	-0.45	0.37			0.001	0.225
40	40000	-0.37	0.63			0.001	0.393
50	50000	-0.14	0.14	No Aplica	No Aplica	0.000	0.110
60	60000	-0.08	0.13			0.000	0.101
70	70000	-0.06	0.10			0.000	0.089
80	80000	-0.06	0.11			0.000	0.092
90	90000	-0.07	0.09			0.000	0.088
100	100000	-0.26	0.73			0.000	0.484
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	No Aplica		

Técnico de Calibración: Euler Tiznado Becerra

**CONDICIONES AMBIENTALES**

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.8 °C Humedad Mínima: 36.0 %Hr  
Temperatura Máxima: 20.9 °C Humedad Máxima: 42.0 %Hr





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

NÚMERO **255-2021 GLF**

Pág. 3 de 3

**CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN**

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,45	0,73	No Aplica	No Aplica	0,00	0,001

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 1 Desde el 20%**

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas se ensayó de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

**PATRONES DE REFERENCIA**

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 436 – 20.

**OBSERVACIONES**

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez .
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4.2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 255-2021 GLF

**FIRMAS AUTORIZADAS**

  
Téc. **Gilmer A. Huamani Poquioma**  
Responsable Laboratorio de Metrología





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 261-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SPX6201

NÚMERO DE SERIE : B709757153

ALCANCE DE INDICACIÓN : 6200 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

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

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

G & L LABORATORIO 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.

Gilmer Antonio Huamán Quiroma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratoriogylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.4 °C	19.4 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M2)	LM - C - 216 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 6200 g la balanza indicó 6200.9 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 3,000.0 g	Temp. (°C)		Carga L2= 6,000.0 g	Δ L (mg)	E (mg)
		Inicial	Final			
		19.4	19.4			
1	3,000.2	60	190	5,999.9	60	-110
2	3,000.2	40	210	5,999.9	50	-100
3	3,000.2	60	190	5,999.9	40	-90
4	3,000.2	40	210	5,999.9	50	-100
5	3,000.2	60	190	5,999.9	40	-90
6	3,000.2	50	200	5,999.9	50	-100
7	3,000.2	40	210	5,999.9	40	-90
8	3,000.2	50	200	5,999.9	60	-110
9	3,000.2	60	190	5,999.9	50	-100
10	3,000.2	50	200	5,999.9	40	-90
Diferencia máxima		20				20
Error máximo permitido ±		300 mg		±		300 mg







LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD  
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 262-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8336030041

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L.  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

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

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

G & L LABORATORIO 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.

  
Gilmer Antonio Huamán Pozuoma  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratoriogylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C





**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	19.1 °C	19.1 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de <b>DM - INACAL</b> <b>TOTAL WEIGHT</b>	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 216 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

**7. OBSERVACIONES**

Para 30000 g. la balanza indicó 29993 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19.1	19.1

Medición Nº	Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
2	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
3	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
4	15,003	0.6	2.9	30,001	0.5	1.0
5	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
6	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
7	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
8	15,003	0.5	3.0	30,001	0.6	0.9
9	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
10	15,003	0.5	3.0	30,001	0.5	1.0
Referencia Máxima			0.1			0.1
Error máximo permitido	± 20 g			± 30 g		





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	
2		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1	
3		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0	
4		10	0.5	0.0		10,001	0.5	1.0	1.0	
5		10	0.5	0.0		10,001	0.4	1.1	1.1	

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					emp(**)
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	E <sub>c</sub> (g)			
10	10	0.5	0.0							10	
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	0.0	10	
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	0.0	10	
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	0.0	10	
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	0.0	10	
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	0.0	10	
10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	10,001	0.5	1.0	1.0	1.0	20	
15,000	15,001	0.5	1.0	1.0	15,001	0.5	1.0	1.0	1.0	20	
20,000	20,001	0.6	0.9	0.9	20,001	0.5	1.0	1.0	1.0	20	
25,000	25,001	0.6	0.9	0.9	25,001	0.6	0.9	0.9	0.9	30	
30,000	30,001	0.7	0.8	0.8	30,001	0.7	0.8	0.8	0.8	30	

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,743E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 045E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E<sub>c</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10<sup>xx</sup> (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 263-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : HENKEL

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : K6013871

ALCANCE DE INDICACIÓN : 1000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN ( e ) : 0.01 g

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-10-19

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L  
MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - SAN SEBASTIAN

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

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

G & L LABORATORIO 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.

Gilmer Antonio Huamán Quijama  
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratoriogylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.0 °C	19.0 °C
Humedad Relativa	36 %	36 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 216 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 1000 g la balanza indicó 991.56 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

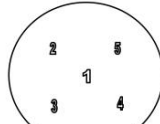
Medición Nº	Carga L1= 500.00 g			Carga L2= 1,000.00 g		
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	500.02	4	21	1,000.12	4	121
2	500.02	4	21	1,000.12	4	121
3	500.02	5	20	1,000.12	5	120
4	500.02	5	20	1,000.12	5	120
5	500.02	5	20	1,000.12	5	120
6	500.02	6	19	1,000.12	4	121
7	500.02	4	21	1,000.12	4	121
8	500.02	4	21	1,000.12	5	120
9	500.02	5	20	1,000.12	6	119
10	500.02	4	21	1,000.12	4	121
Diferencia máxima			2	2		
Error máximo permitido ±			30 mg	± 30 mg		





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 263-2021 GLM

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	1.00	0.98	5	-20	300.00	300.02	4	21	41
2		0.97	4	-29		300.03	5	30	59
3		0.97	4	-29		300.03	5	30	59
4		0.98	5	-20		300.02	4	21	41
5		0.98	5	-20		300.01	5	10	30

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 30 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
1.00	1.00	4	1						10
2.00	2.00	5	0	-1	2.00	5	0	-1	10
5.00	5.00	4	1	0	5.00	4	1	0	10
10.00	10.00	4	1	0	10.00	4	1	0	10
50.00	50.00	5	0	-1	50.00	5	0	-1	10
75.00	75.00	4	1	0	75.00	4	1	0	20
100.00	100.02	4	21	20	100.02	4	21	20	20
200.00	200.02	4	21	20	200.02	4	21	20	20
500.00	500.02	4	21	20	500.02	4	21	20	30
800.00	800.02	5	20	19	800.02	5	20	19	30
1,000.00	1,000.10	4	101	100	1,000.10	4	101	100	30

(\*\*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 6,694E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,716E-08 \text{ g}^2 + 300E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Número de tipo Científico    E-xx = 10<sup>xx</sup>    (Ejemplo: E-05 = 10<sup>-5</sup>)



Teléfono: (01) 622 - 5814  
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratoriologylaboratorio@gmail.com  
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°266-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-10-29

1. SOLICITANTE : INGEOMAT E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO -  
SAN SEBASTIAN

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.

MODELO : PG-190

NÚMERO DE SERIE : 305

PROCEDENCIA : COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

### Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital  
Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C  
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-10-19

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE INGEOMAT E.I.R.L

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	16.5	18.9
Humedad Relativa %HR	47	47

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 6319 - 2021

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

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

G & L LABORATORIO 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.



Téc. A. Huamán  
Responsable del Laboratorio de Metrología

Teléfono:  
(01) 622 - 5814  
Celular:  
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:  
laboratoriogylaboratorio@gmail.com  
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60  
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos  
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.1	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
02	110.1	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
04	110.4	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
06	109.8	108.0	108.3	109.6	109.7	109.8	109.7	109.7	108.3	108.0	109.8	109.1	1.8
08	110.1	108.1	108.4	113.2	109.8	109.8	109.8	109.7	108.4	108.1	109.8	109.5	5.1
10	110.1	108.2	108.5	110.1	109.9	110.1	109.9	109.8	108.5	108.2	110.1	109.3	1.9
12	110.1	108.0	108.4	109.8	109.9	110.0	109.9	109.6	108.4	108.0	110.0	109.2	2
14	110.1	107.9	108.1	109.9	109.9	111.3	109.9	109.6	108.1	107.9	111.3	109.4	3.4
16	110.0	107.7	108.1	109.6	109.5	109.5	109.5	109.4	108.1	107.7	109.5	108.9	1.9
18	110.1	108.9	108.2	109.6	109.4	109.5	109.4	109.5	108.2	108.9	109.5	109.1	1.4
20	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
22	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
24	110.0	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
26	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
28	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
30	110.0	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
32	110.1	108.0	108.3	109.6	109.7	109.8	109.7	109.7	108.3	108.0	109.8	109.1	1.8
34	110.1	108.1	108.4	113.2	109.8	109.8	109.8	109.7	108.4	108.1	109.8	109.5	5.1
36	110.0	108.2	108.5	110.1	109.9	110.1	109.9	109.8	108.5	108.2	110.1	109.3	1.9
38	110.0	108.0	108.4	109.8	109.9	110.0	109.9	109.6	108.4	108.0	110.0	109.2	2.0
40	110.0	107.9	108.1	109.9	109.9	111.3	109.9	109.6	108.1	107.9	111.3	109.4	3.4
42	110.0	107.7	108.1	109.6	109.5	109.5	109.5	109.4	108.1	107.7	109.5	108.9	1.9
44	110.0	108.9	108.2	109.6	109.4	109.5	109.4	109.5	108.2	108.9	109.5	109.1	1.4
46	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
48	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
50	110.1	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
52	110.0	107.7	108.1	109.6	109.5	109.5	109.5	109.4	108.1	107.7	109.5	108.9	1.9
54	110.0	108.9	108.2	109.6	109.4	109.5	109.4	109.5	108.2	108.9	109.5	109.1	1.4
56	110.0	108.0	108.3	114.8	109.9	108.8	109.9	108.7	108.3	108.0	108.8	109.4	6.8
58	110.0	108.6	108.9	109.9	110.7	109.9	110.7	110.6	108.9	108.6	109.9	109.7	2.1
60	110.1	108.3	108.5	110.1	110.1	111.0	110.1	110.0	108.5	108.3	111.0	109.6	2.7
T. PROM.	110.0	108.2	108.4	110.9	110.0	109.9	110.0	109.7	108.4	108.2	109.9	109.4	
T. MAX.	110.4	108.9	108.9	114.8	110.7	111.3	110.7	110.6	108.9	108.9	111.3		
T. MIN.	109.8	107.7	108.1	109.6	109.4	108.8	109.4	108.7	108.1	107.7	108.8		
DTT	0.6	1.2	0.8	5.2	1.3	2.5	1.3	1.9	0.8	1.2	2.5		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.8	0.3
Mínima Temperatura Medida	107.7	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.6	0.3
Estabilidad Medida (±)	2.6	0.04
Uniformidad Medida	6.8	0.3

T: PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.  
T. MAX: Temperatura máxima.  
T. MIN: Temperatura mínima.  
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.





### 8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(\*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

#### NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

### 9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO

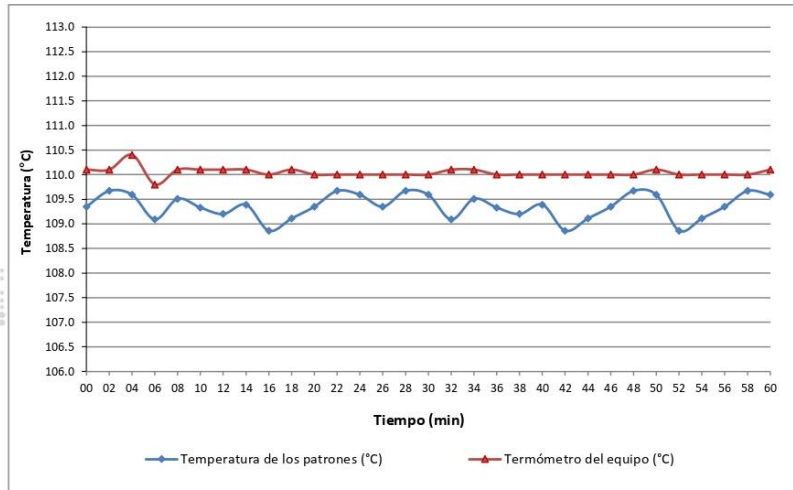




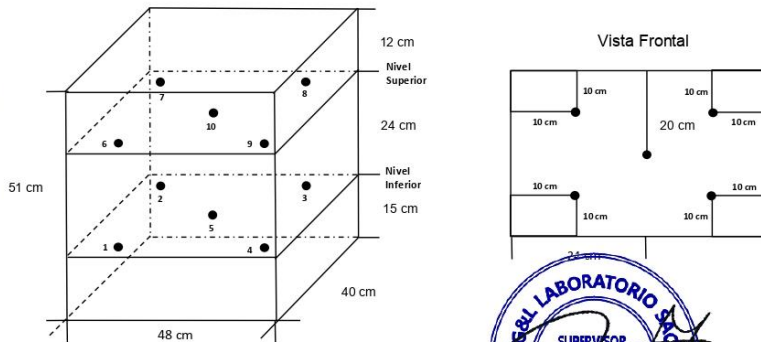


DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 7 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



**Anexo 10: Boleta de ensayos de laboratorio – Constancia de permanencia en laboratorio**

INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.



**“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

**CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO N°35**

El que suscribe Ing. Hugo Cuba Benavente. Gerente General de INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L. con RUC: 20491100908.

**HACE CONSTAR:**

Que el Sr. ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO, con DNI: 42157491, Viene usando las instalaciones del laboratorio para los ensayos de la tesis: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022”. Desde el 02 de mayo del presente año.

Se realizó los siguientes ensayos:

- Evaluación de agregados y diseño de mezcla.
- Elaboración de briquetas cilíndricas.
- Prueba de contenido de aire (Olla Washington).
- Prueba de Slump (Revenimiento del concreto).
- Resistencia a la compresión uniaxial de unidades cilíndricas de concreto.
- Resistencia a la flexión de unidades cilíndrica de concreto.
- Granulometría y peso específico de la ceniza.
- Agresividad química de la ceniza.

Se expide el presente a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Cusco, 08 de julio del año 2022.

Atte.

Hcb.

  
Ing. Hugo Cuba Benavente  
CIP 128589  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

## Anexo 11: Recibo de uso de laboratorio

18/7/22, 11:39

Registro del Recibo por Honorarios Electrónico

<b>CUBA BENAVENTE HUGO</b> INGENIERO MZA. C LOTE. 3 APV EL EDEN CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN TELÉFONO: 217232	<b>R.U.C. 10452698957</b> <b>RECIBO POR HONORARIOS ELECTRÓNICO</b> <b>Nro: E001-156</b>
<b>Recibí de</b> ELIAS FORTUNATO AMAT TTITO <b>Identificado con DNI Número</b> 42157491 <b>Forma de Pago:</b> AL CONTADO <b>La suma de</b> DOS MIL OCHOCIENTOS Y 00/100 SOLES <b>Por concepto de</b> ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA TESIS: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE CHALA DE MAIZ Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, CUSCO 2022. <b>Observación -</b> <b>Inciso "A" DEL ARTÍCULO 33 DE LA LEY DEL IMPUESTO A LA RENTA</b> <b>Fecha de emisión</b> 18 de Julio del 2022	
<b>Total por honorarios</b>	: 2,800.00
<b>RETENCION (8 %) IR</b>	: (0.00 )
<b>Total Neto Recibido</b>	: 2,800.00 SOLES

## Anexo 12: Cronograma de elaboración de tesis

ETAPAS	N° DE SEMANAS															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<b>DESARROLLO P.I.</b>																
1. Coordinación	■															
2. Asesoría e Introducción	■															
3. Realidad problemática		■														
3. Toma de Muestras			■													
4. Formulación del problema, bases Teóricas y antecedentes.			■													
5. Ensayos de calidad de Agregados				■												
6. Variables y Operacionalización. Justificación, Hipótesis y Objetivos					■											
7. Diseño de mezclas de Concreto					■											
8. Matriz Consistencia						■										
9. Re-Diseño de mezclas de Concreto						■										
10. Diseño y tipo y nivel de la investigación - Turnitin							■									
11. Roturas de 28 días (100% F'c)									■							
12. Discusiones y Avances (al 100%)										■						
13. Conclusiones y Recomendaciones											■					
14. Revisión Final y Turnitin											■	■				
15. Presentación del PI Final												■	■	■	■	■