



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando cenizas de Eucalipto y Cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco 2022”

AUTOR:

Huanaco Loayza, Eber Buni (orcid.org/0000-0003-2656-3058)

ASESOR:

Mg. Muñoz Paucarmayta, Marco Herber (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 mis padres Josefina y Victor, por su apoyo incondicional, a mis hermanos por sus palabras de aliento continuo para lograr este objetivo, a mi esposa por todo el apoyo en cada momento y a mi más grande motivo e inspiración mi hija Boni Rubí Nayara, en reconocimiento a todo el sacrificio y esfuerzo, para que yo pueda estudiar, se merecen esto y muchas más.

Eber Huanaco

Agradecimiento

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

Mi mayor agradecimiento Dr. Ing. Marco Herber Muñiz Paucarmayta; asesor técnico quien me guio en la realización del presente trabajo de investigación y nos ayudó a superar los contratiempos dados, en el proceso de desarrollo.

Un agradecimiento especial a nuestros familiares, 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	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	20
3.1. Tipo y diseño de investigación	20
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	24
3.5. Procedimientos	25
3.6. Método de análisis de datos	27
IV. RESULTADOS	43
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIONES	64
VII. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS	66
ANEXOS	70

Índice de tablas

Tabla 1. Composición química de la ceniza de eucalipto	11
Tabla 2. Briqueta de concreto – Dosificación	23
Tabla 3. Ensayos para variable independiente (Ceniza de eucalipto y Cal)	23
Tabla 4. Distribución de ensayos para laboratorio	23
Tabla 5 Tabla de juicio de expertos	24
Tabla 6 Tabla de escalas de confiabilidad	25
Tabla 7. Diseño de mezcla Patrón (P)	28
Tabla 8. P + 3.0% Cal + 5% de CE	29
Tabla 9. P + 3.0 % Cal + 10.0 % de CE	29
Tabla 10. P + 3.0 % Cal + 12.5 % de CE	29
Tabla 11. P + 4.0 % Cal + 5.0 % de CE	30
Tabla 12. P + 4.0 % Cal + 10.0 % de CE	30
Tabla 13. P + 4.0 % Cal + 12.5 % de CE	30
Tabla 14. P + 5.0 % Cal + 5.0 % de CE	31
Tabla 15. P + 5.0 % Cal + 10.0 % de CE	31
Tabla 16. P + 5.0 % Cal + 12.5 % de CE	31
Tabla 17. Cantidad de adiciones en relación al peso del cemento	32
Tabla 18: Resultados de trabajabilidad	32
Tabla 19: Resultados de contenido de aire.....	33
Tabla 20. Resultados de la resistencia a la compresión axial	33
Tabla 21. Compresión Axial – 07 días	34
Tabla 22. Compresión Axial – 14 días	35
Tabla 23. Compresión Axial – 28 días	36
Tabla 24. Flexión – 07 días	37
Tabla 25. Flexión – 14 días	38
Tabla 26. Flexión – 28 días	39
Tabla 27. Resultados de la resistencia a la flexión	40
Tabla 28. Resultados obtenidos de los concretos modificados	40
Tabla 29: Resultados de trabajabilidad	45
Tabla 30: Resultados de contenido de aire.....	46
Tabla 31: Resultados de compresión axial	47
Tabla 32: Resultados de flexión	48
Tabla 35: Resultados de medición de la trabajabilidad.	49
Tabla 36: Análisis factorial para trabajabilidad.....	49
Tabla 37: Coeficientes estandarizados para trabajabilidad.	50
Tabla 38: Resultados de medición de contenido de aire.	51
Tabla 39: Análisis factorial para contenido de aire.	51
Tabla 40: Coeficientes estandarizados para contenido de aire.	51
Tabla 41: Resultados de medición de compresión axial.....	53
Tabla 42: Análisis factorial para resistencia a la compresión - 07 D.	53
Tabla 43: Coeficientes estandarizados para resistencia a la compresión - 07 D.....	53
Tabla 44: Análisis factorial para resistencia a la compresión - 14 D.	54
Tabla 45: Coeficientes estandarizados para resistencia a la compresión - 14 D.....	55
Tabla 46: Análisis factorial para resistencia a la compresión - 28 D.	55
Tabla 47: Coeficientes estandarizados para resistencia a la compresión - 28 D.....	56
Tabla 48: Resultados de medición de flexión.....	57
Tabla 49: Análisis factorial para resistencia a la flexión - 07 D.	57
Tabla 50: Coeficientes estandarizados para resistencia a la flexión - 07 D.....	57

Tabla 51: Análisis factorial para resistencia a la flexión - 14 D.	58
Tabla 52: Coeficientes estandarizados para resistencia a la flexión - 14 D.	58
Tabla 53: Análisis factorial para resistencia a la flexión - 28 D.	59
Tabla 54: Coeficientes estandarizados para resistencia a la flexión - 28 D.	59

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Propiedades químicas del cemento y ceniza de eucalipto.....	12
Figura 2. Ensayos compresión promedio de laboratorio	14
Figura 3. Tipos de fractura o fallas al realizar el ensayo a la compresión	14
Figura 4. Dimensiones de una probeta	15
Figura 5. Probeta - Recomendaciones para identificar	15
Figura 6. Ensayo de resistencia - Tiempo para realizar	16
Figura 7. Esfuerzos aplicados en el ensayo de resistencia a flexión	16
Figura 8. Cuadro de procedimiento.....	25
Figura 9: Flujograma	41
Figura 10: Perú - Mapa	43
Figura 11: Cusco - Mapa de la Región.....	43
Figura 12: Mapa del Distrital de Urubamba	43
Figura 13: Relación de trabajabilidad vs %s de dosificación	45
Figura 14: Relación de contenido de aire vs %s de dosificación	46
Figura 15: Relación de Compresión vs %s de dosificación	47
Figura 16: Relación de flexión vs %s de dosificación.....	48
Figura 17: Coeficientes estandarizados - Trabajabilidad.....	50
Figura 18: Coeficientes estandarizados – contenido de aire	52
Figura 19: Coeficientes estandarizados – resistencia a la compresión – 07 D.....	54
Figura 20: Coeficientes estandarizados – resistencia a la compresión – 14 D.....	55
Figura 21: Coeficientes estandarizados – resistencia a la compresión – 28 D.....	56
Figura 22: Coeficientes estandarizados – resistencia a la flexión – 07 D.....	58
Figura 23: Coeficientes estandarizados – resistencia a la flexión – 14 D.....	59
Figura 24: Coeficientes estandarizados – resistencia a la flexión – 28 D.....	60

Resumen

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo general “Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022, adicionando cenizas de eucalipto y cal”, en el proceso de obtención de materiales, se vio con limitaciones, el quemado de la materia prima del eucalipto 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 flexotracción, 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. Se determinaron los resultados en base al concreto patrón, desarrollándose para trabajabilidad 1.8 pulg +- 0.44 pulg, para contenido de aire 2.45 % +- 0.186 %, para resistencia a la compresión 218.068 kg/cm² +- 1.362 kg/cm² y para flexión 29.349 kg/cm² +- 0.341 kg/cm², estos datos corresponden a la D - 5. Concluyéndose que la incorporación con 10% ceniza de eucalipto y 4% cal, es el punto máximo de tendencia en las dosificaciones propuestas, por lo tanto es idóneo para los concretos $f'c=210$ kg/cm² por sus resultados favorables.

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

Abstract

The general objective of this research project is "Determine the physical-mechanical properties of concrete for rigid pavements, Cusco 2022, adding eucalyptus ash and lime", in the process of obtaining materials, it was seen with limitations, the burning of matter eucalyptus raw material for use as ash in this thesis, which is why workability, air content, compressive strength and flexotractive 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 1.8 in. \pm 0.44 in., for air content 2.45% \pm 0.186%, for compressive strength 218.068 kg/cm² \pm 1.362 kg/cm² and for bending 29.349 kg/cm² \pm 0.341 kg/cm², these data correspond to D - 5. Concluding that the incorporation with 10% eucalyptus ash and 4% lime, is the maximum trend point in the proposed dosages, therefore it is ideal for concrete $f'_c=210$ kg/cm² for its favorable results.

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

I. INTRODUCCIÓN

Esta tesis actual muestra que se puede hacer concreto agregando cal y ceniza de eucalipto, ya que hoy en día, la tecnología de construcción ha dado grandes pasos en el desarrollo de materiales y procesos de su producción, esforzándose por conseguir materiales sostenibles y ecológicos.

El material más empleado para la construcción de diferentes tipos de obras de infraestructura es el hormigón, ello motiva a buscar diferentes maneras para reforzarlo y mejorarlo ante esfuerzos, sabemos que el hormigón en sí mismo responde bien a los esfuerzos de compresión, pero si se les somete a otros esfuerzos como el de flexión, nos enfrentamos a todo tipo de problemas; a lo largo del tiempo, en el mundo de la construcción se han ido añadiendo al hormigón convencional diversos aditivos, entre ellos están las cenizas, clasificadas como: cenizas volantes, cenizas de escoria, ceniza de material orgánico, cenizas de material inorgánico (Abellán, y otros, 2021).

En el **ámbito internacional**, todo ello para dar un incremento a la resistencia de los esfuerzos sometidos, ya que su incorporación reduce y controla las fisuras por tracción. Incluyendo dentro de las cenizas podemos la ceniza de eucalipto con la combinación de la cal en el mejoramiento de las características físicas y mecánicas 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), la razón es que el hormigón en la ingeniería de infraestructuras actual es el material más utilizado, de importancia en la sociedad para su desarrollo, aumentando el máximo crecimiento en la población mundial, incluyendo la demanda de proyecto según lo indicado por la International Cement Review (American Concrete Institute, 1987), 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**

bagazo de caña”, “ceniza azucarera” y “ceniza de biomasa”, así evitando en el diseño los defectos de los materiales y su proceso constructivo (Arrieta, y otros, 2019). Las construcciones evolucionan a grandes rasgos, desarrollando los materiales ecológicos, pero sin duda es un proceso evolutivo (Vargas, 2021). En el Perú la situación estadística de todo Sudamérica no es muy diferente; en términos de producción el Perú ocupa el tercer puesto de 10 países conformantes de la region sur, claro después de Bolivia y Ecuador, sin embargo la producción en kg es 322 comparados con otros países con menor producción per cápita como Chile, Paraguay y Colombia, un gran número porque hoy en día la tecnología se ha beneficiado del desarrollo de los materiales de construcción y sus técnicas de producción. se han dado pasos con el objetivo de obtener materiales ecológicos y sostenibles (Ccana, 2021). Por lo tanto, se requieren mejoras e innovación de los materiales de construcción a nivel de construcción logrando un rendimiento sostenible y beneficioso (Garcia, y otros, 2021).

A **nivel nacional** en el Perú se incrementó la demanda del cemento al pasar de las épocas, ya que se verifico algunos problemas no concernientes con el producto al tratarse de un material no renovable; el material la mayoría de veces no se encuentra disponible en cantidades industriales dependiendo del tipo de proyecto. A partir de la primera pregunta, con el aumento significativo de la población, los ingenieros estructurales consideran necesario encontrar tecnologías alternas para mejorar el cemento, considerando las características deseadas del hormigón, más del 75% de población viven en zonas urbanas, aumentando la producción de residuos. El 50% son residuos sin reciclar ni tratar, en las ciudades como: Puno, Chimbote, Cajamarca y otros lugares de alta contaminación. Las ciudades eligieron ceniza de paja, bagazo, cenizas volantes, una mejora para agregar una pequeña cantidad de concreto al cubo (Palacios, 2021); en varias zonas como Ayacucho, Abancay y Ucayali encontramos tipos diferentes de aditivos, en materia de estudio incorporándose ceniza de coronta y nuez, caña de azúcar y cascarilla 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; siendo un material de uso común el hormigón requiere de toda investigación en su optimización, para el contrarrestar deficiencias, optimizando 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). Las personas en el país, obtienen problemas en su trabajo específico, no logrando sintetizar el cemento, no obteniendo la misma calidad, detallándose en el informe químico su ineficacia (TORIBIO, y otros, 2021 pág. 17). Solo el 1,9% del total de residuos sólidos son reciclables 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). Teniendo esto en cuenta, podemos combinar estos dos problemas para obtener posibles soluciones durante el desarrollo de este estudio; utilizando estos desechos producidos por materiales orgánicos de campo como la ceniza de eucalipto, empleándolo con una mezcla de cal en la ceniza para reforzar el hormigón. Es necesario investigar cómo se comporta el hormigón reforzado en sus características con ceniza de eucalipto y cal, lo que tiene implicaciones importantes para la optimización y mejora de nuevas mezclas de concreto en la industria de la construcción del Perú con ingredientes orgánicos reutilizables de bajo costo utilizando un método usado.

A **nivel regional** considerando que en la construcción, la utilización de aditivos como el hormigón armado con 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 tanto físicas como mecánicas. 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 físico – mecánicas del concreto, se propuso una alternativa de incorporar ceniza de Eucalipto con Cal en ciertas proporciones 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, región Cusco, El problema que viene pasando en la región Cusco, en la provincia de Urubamba, es debido a la cantidad de eucalipto (*Eucalyptus*) naturalmente en el forraje, sabemos que el inventario se realizó sobre la propiedad privada y plantaciones de una comunidad de agricultores registrados ante la Autoridad Técnica Forestal y de Fauna Silvestre (ATFFS) en Cusco y Cajamarca. Según la lista, las especies más abundantes son el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y el pino (*Pinus patula*). El problema que viene pasando por la falta de criterios de eliminación del material, ya que el eucalipto es de uso común para todo el campo, como para hornos de ladrilleras, horno de casas, para quema en campos, etc; pero dicha práctica ocasiona contaminación ambiental por el CO₂ 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 desechos, queriendo obtener como resultados la reutilización de estos materiales como las cenizas del eucalipto, sin contaminar al medio ambiente, mejorando la calidad de vida de la población; evitando la 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 de la región Cusco, 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 ceniza de eucalipto con cal, en la mezcla del concreto para edificaciones, eliminando un material contaminante como es la ceniza de eucalipto en la provincia de Urubamba, dando una posible característica en el ámbito de los procesos constructivos, con propiedades puzolánicas, según se puede corroborar con diferentes antecedentes, del cual dicho material mejorará en las características mecánicas del concreto aumentando su resistencia a esfuerzos.

Obteniéndose el **Problema General**: *¿Cómo varían las Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco 2022?*; similarmente se planteó los **problemas específicos**: *¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos?; ¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos?; ¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos?; y ¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos?*.

Este estudio puede justificarse sugiriendo nuevas alternativas de mejora del concreto, proponiendo adicionar ceniza de eucalipto y cal, teniendo en cuenta que son desechos naturales producidos en Cusco, al reutilizar estos desechos mejorara aportando un valor agregado: Se tiene la **justificación teórica** determinaremos una mejor dosificación, en base al optimo comportamiento del hormigón adicionado con ceniza de eucalipto y cal, contribuyendo a la comprensión científica del reciclaje de cenizas orgánicas fortaleciendo al hormigón. Se tiene **justificación metodológica** utilizando la recolección de datos mediante las pruebas de laboratorio, por ende en un estudio cuantitativo, dando que estos datos confirmaran en una instancia la hipótesis, proporcionando una referencia para futuros investigadores sobre el tema. Además, proporcionará no solo las propiedades mecánicas y físicas del hormigón, caracterizando el uso de la ceniza de eucalipto y cal; y las modificaciones ocasionadas en el hormigón. **Justificación técnica**; si bien existe un historial de adiciones de cenizas principalmente naturales, muy pocas cenizas de eucalipto se han combinado con cal como mejorador del concreto, debido a la escasez de concreto en la ingeniería civil, es necesario mejorar los esfuerzos de respuesta, buscando la forma de mejorar su rendimiento, no siendo popular en el mercado será difícil encontrarlo tratando de analizar si su rendimiento se ve afectado positivamente por el uso de eucalipto y cal o no. La investigación tiene como **justificación social** ya que puede beneficiar al sector de la construcción directa e indirectamente para el medio ambiente al reemplazar el hormigón armado y sus materiales reciclados muy dañinos, mejorando al suelo de los campos, más

afectando a la inhalación de la población. **Justificación económica** porque las cenizas que usaremos, al ser un material reciclable, no pagamos más que el tiempo y el transporte necesarios para buscar y encontrar estos elementos que se encuentran en el campo. Y para **justificación ambiental** buscaremos materiales orgánicos desechables para reciclar de los campos, del cual, al ser incinerados, afectan tanto a las plantas, peces y al ambiente general, así mismo las cenizas cuenta con propiedades de mejora de resistencia por ser un material puzolánico.

También se planteó el **Objetivo General**: *Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022, adicionando cenizas de eucalipto y cal.* En forma similar se planteó los **Objetivos Específicos**: *Determinar los efectos que tiene las cenizas de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos. Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos. Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos. Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.*

La **Hipótesis General**: *La ceniza de Eucalipto y cal influyen considerablemente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco 2022.* Similarmente se planteó las **Hipótesis Específicas**: *La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos; La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos; La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos; y La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos*

II. MARCO TEÓRICO

Para que esta investigación funcione, se realizaron varios estudios en el **ámbito internacional** tenemos a AGUDELO & ESPINOSA (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/cm²), 10% (264.200 kg/cm²), 20% (186.606 kg/cm²), 25% (161.088 kg/cm²), y 30% (146.377 kg/cm²), 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.

CAIZA (2017) en su tesis analizo la comparación de la resistencia a la compresión del hormigón, adicionado con microsílice y ceniza de cascarilla de arroz, usando una metodología experimental, sustituyendo al cemento en los porcentajes de 7%, 11% y 15% ensayándose a los 28 días, teniendo los resultados que la sustitución de ceniza de cascarilla de arroz al 20% arrojó mayores resultados que las alternativas al 24% y 28%, con una resistencia probada de 212,11 kg/cm², concluyendo que la sustitución del cemento por sílice al 7%, 11% y 15% dio óptimos resultados, superando un 80% la resistencia especificado de 240 kg/cm².

ORTIZ, ROJAS & TRIANA (2021) en su tesis analizaron las características de morteros hidráulicos y concreto utilizando cenizas de cápsulas de café horneadas; la metodología utilizada es semi-experimental, se le agrega ceniza de cascarilla de café calcinada al cemento, ya que los porcentajes dependiendo del peso del cemento son de 5%, 10% y 15% respectivamente, el cual resiste a comprimido por 14 días, 28 días y 90 días según las estadísticas. En el análisis del método el número de muestras por cada análisis de cenizas fue de 3 con un total de 36 unidades de ensayo, teniendo los resultados del ensayo del hormigón al agregar 1% es bueno porque 0.97% no disminuye significativamente. Además, los resultados para otros aditivos nunca son inferiores al 75% de la muestra control, ni inferiores a los resultados especificados en la norma en función de su dosificación, debido a materiales, instrumentos y métodos, el método utilizado en este proyecto no es el adecuado; concluyendo que la ceniza de cascarilla de

café no afecto a los morteros ni hormigones hidráulicos apreciablemente en su resistencia, considerándose como producto de construcción orgánico, reduciendo el impacto ambiental de la industria a nivel mundial.

Como **antecedentes nacionales** tenemos AGUILAR & DIAZ (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/cm², mientras que la adición de 4% de cal (235.15 kg/cm²), 8% (227.97 kg/cm²), 12% (215,45%), concluyendo positivamente el uso de la cal en la resistencia a la compresión del hormigón con una dosificación al 4%.

BERNAOLA & GUARDAPUCLLA (2021), en su trabajo, dijeron que el objetivo es proporcionar datos para el estudio de la influencia de la ceniza seca de eucalipto en sustitución del cemento en los parámetros físicos y mecánicos del hormigón; la metodología utilizada fue un estudio semi-empírico alcanzando el nivel explicativo. Además, se deben mencionar los métodos cuantitativos. Para los ensayos se tomaron muestras de 12 cilindros y 12 vigas, 3 sin cenizas (patronadas) y 3 con 5%, 9% y 13% de contenido respectivamente, con cenizas del fuste de eucaliptos en lugar de bloques de cemento. para probar hasta 7 días, con los siguientes resultados, los porcentajes más apropiados son los de 5% y 9% teniendo compresión (0,66% y 1,23%) y flexión (3,92% y 9,92%) con el estándar con la muestra, pero en cuanto a trabajabilidad, el resultado es negativo; concluyéndose que la proporción de sustitución al cemento por ceniza de eucalipto es favorable, mejorando las propiedades mecánicas del hormigón, pero mediante la observación y evaluación de sus parámetros mecánicos y físicos, reduce la trabajabilidad.

GARCIA & QUITO (2021) en su tesis evaluaron los efectos de la ceniza de carbón en las propiedades del hormigón, cuya metodología fue aplicada cuasi experimental, analizado a los 7 y 28 días con las dosificaciones de 0%, 2.5%, 7.5% y 15%, respectivamente. Aquí están los resultados a los 28 días, determinados en un ensayo de tracción con intercambio de cenizas volantes, con una sustitución de 2,5% (210,3 kg/cm²), y al 7,5% (186,3 kg/cm²) y al 15% (148,2 kg/cm²) y en el ensayo de tracción con intercambio de cenizas tienen 28

días. Intercambio 2,5 % (224,5 kg/cm²) con una media de 106,9 %, al 7,5 % (193,3 kg/cm²) con una media de 92,05 % y al 15 % (156,9 kg/cm²) con un promedio de 64,05%; se concluyó que el 2,5% de sustitución de cenizas volantes en las pruebas de f'c mejoró en estas pruebas, pero se observó una disminución en la resistencia y una disminución en la trabajabilidad en las pruebas de tracción y se recomienda 2,5%. para mejores resultados.

NEYRA (2021) en su tesis determinaron la influencia de la ceniza de coco en la resistencia del hormigón, cuya metodología fue aplicada de tipo cuasi experimental, en las proporciones de 0%, 1%, 2% y 3% en base al peso del cemento; teniendo como resultado una resistencia promedio de 213.44 kg/cm² para el hormigón patrón, y el hormigón con ceniza de coco fue 214.85. kg/cm², concluyéndose que las adiciones al 1%, 2%, 3% de ceniza de coco son óptimos, pero adicionado al 2% de ceniza de coco se obtendrán mejores resultados con un 215.56 kg/cm² en promedio.

VARGAS (2021) en su tesis determinaron el efecto de agregar Quinoa para mejorar la resistencia del hormigón, utilizo la metodología cuasi experimental, reemplazando en proporciones de 5, 10 y 15% en un análisis estadístico; teniendo como resultados las resistencias relevantes fueron 287,16 kg/cm², 285,20 kg/cm², 247,40 kg/cm², obteniendo como mejores dosificaciones las de 5% y 10%; concluyéndose que al adicionar ceniza de quinua se obtiene efectos positivos en la mejora del hormigón en base a sus resistencia.

Para profundizar a los **artículos de investigación** siguientes; estos desarrollados por FARFÁN & PASTOR (2018). Revista UCV – HACER Vol.7 N°3; en su investigación analizo la utilización de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia del hormigón, cuya metodología utilizada fue sustituyendo 20 y 40% de ceniza al peso del cemento; teniendo como resultados que la resistencia del hormigón decrece a medida que se adiciona cenizas en el diseño; por otra parte en el ensayo al sustituir 20% de CBCA tuvo el mejor resultado a pesar de estar con el patrón al 59%; concluyéndose que no es recomendable el uso de CBCA debido a los resultados obtenidos.

HUAQUISTO & BELIZARIO (2018). Revista de Investigaciones Altoandinas Vol. 35 N° 3; en su investigación analizaron el proceso de mezcolanza 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/cm², el concreto con 2,5 % de CV es 223 kg/cm² y la resistencia promedio del 5,0 % de CV es 231 kg/cm², con 10,0 % de CV es de 200 kg/cm² y con un 15 % de CV es 192 kg/cm²; 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 Tipo I, II, IV y V.

In other languages as background we have Do Couto y otros (2018). Revista DYNA, 86 (208), p. 264-270. Its objective was to evaluate the reuse of natural microwave waste as mineral additives in concrete, with an experimental methodology; the results showed that the ashes that passed through the 100 mesh and were added to the cement mixture at 5, 10, 15 and 20% by weight, concluding that the EWA process is not sufficient to justify its use as a metal ingot.

Da Silva y otros (2019). Res., Soc. Dev. 2019; 8(4): e2684861. Demonstrated the effects of using rice root as an alternative and recycled aggregate, concrete was evaluated by physical and mechanical tests, in the first cement and 10% rice ash and the second 25%, its methodology was tested survey type; The results indicate the existing difference between natural and recycled aggregates, differing in absorption and porosity, which lead to lower strengths and elastic

moduli; concluding that the use of recycling machines to produce structural concrete can be made viable.

ABELLÁN y otros (2021). Revista DYNA, 88(216), 38-47. It was about designing and manufacturing a UHPC with local fly ash, through a numerical test based on plans (DOE) with multicriteria optimization, in its methodology I used the empirical survey, giving in the results a mixture with the highest fluidity and resistance to compression, with lower cement content, concluding that they showed a low quality in the concrete using the local ash.

Como **base teórica** se utilizaron citas según aspectos del estudio, así:

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 puzolánicas como 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 1. Composición química de la ceniza de eucalipto

<i>Composición química</i>	<i>Resultado %</i>
CaO	22.98
MgO	5.12
K ₂ O	32.90
Al ₂ O ₃	19.70
Fe ₂ O ₃	1.27
SiO ₂	6.05
P ₂ O ₅	4.24
ZnO	0.014
CuO	0.0029

Fuente: (Chino, 2021)

La **Ceniza de eucalipto** se define como polvo mineral gris claro compuesto de sustancias parte del eucalipto, producidas en la combustión pudiendo ser expulsada en forma de humo, según el artículo (A review on the utilization of fly ash, 2010), el procedimiento es que las leñas entran a un proceso de quemado en el horno, posteriormente se tamizara para eliminar las partículas medianas, por consiguiente se quemara en el horno para análisis posterior, determinando la composición química de la ceniza de eucalipto, realizando la comparación de componentes químicos del cemento y la ceniza, se obtuvo lo siguiente:

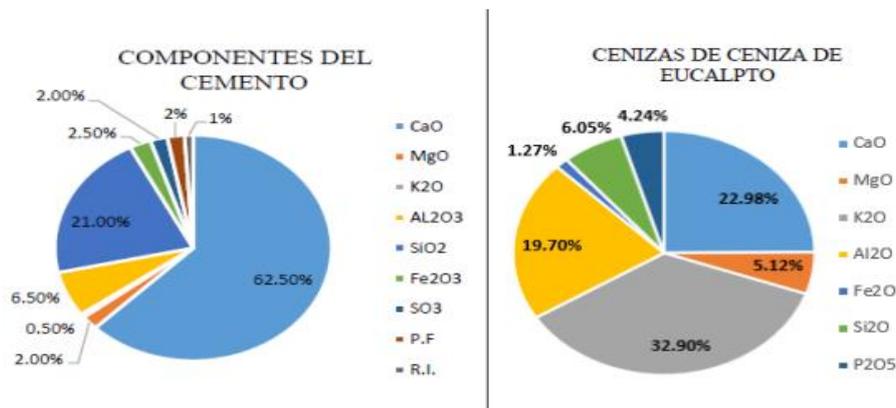


Figura 1. Propiedades químicas del cemento y ceniza de eucalipto

Fuente: (Chino, 2021)

El **agua** es: “Debe cumplir con la NTP 339.08.2014 de requisitos de calidad de agua para mezclas de concreto, por otro lado, el agua ayuda a mezclar 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**, generalmente requieren 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. 6).

En el **tiempo de fraguado de las cenizas**, las aplicaciones específicas pueden tener ventajas y desventajas en la coagulación y, por lo tanto, pueden retrasarse por 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: “Aumentando 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).

En cuanto a la definición de **cal**, suele obtenerse mediante pirólisis de materiales calcícos que contienen carbonato de calcio (Aguilar, y otros, 2021). Exponiéndose a temperaturas de 900-1000°C en un horno, proceso conocido como calcinación, que libera partículas de dióxido de carbono, generalmente compuestas por óxido de magnesio y silicio pequeño (American Concrete Institute, 1987). En los tipos de cal conocidos según la ACI (1987): Cal de construcción, 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 totalmente hidratadas, La Cal hidráulica natural (NHL), La Cal hidráulica (HL) y La Cal Formulada (FL).

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).

El **concreto** es: “La mezcolanza 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, piedra triturada y escoria de alto horno” (RNE - Norma E060, 2016).

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

Propiedades mecánicas del concreto; referidas a las propiedades mecánicas que afectan la resistencia mecánica y la capacidad del material cuando se aplica

una fuerza al material. Esto significa que las propiedades mecánicas son propiedades que tiene un material en términos de su resistencia a la deformación (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) (American Concrete Institute, 1987).

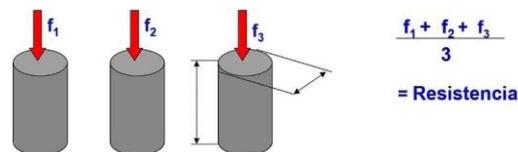


Figura 2. Ensayos compresión promedio de laboratorio

Fuente: (Herrera, y otros, 2017)

Se detallara 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).

Para la resistencia a la compresión; llamada carga máxima que puede soportar el hormigón concentrado, pero antes de fallar, debe alcanzar una cierta dureza en 28 días. “Este no da lugar a una nueva prueba, se considera un elemento de prueba. Este esfuerzo se mide en kg/cm² o lb/in² (psi) 1.psi = 0,07 kg/cm² o Mpa” (HUAQUISTO, y otros, 2018 pág. 228).



Figura 3. Tipos de fractura o fallas al realizar el ensayo a la compresión

Fuente: (American Concrete Institute, 1987)

Para obtener los datos f_c deseados, encuentre la siguiente fórmula que da (esfuerzo de rotura en kg/cm^2) igual a 4 veces (carga de actuación en kg) veces P_i dividido por (diámetro cm), el valor medido de un espécimen dado para la prueba de compresión es h (30 cm) y d (15 cm).

$$R_c = \frac{4G\pi}{d^2} \quad \text{---} \quad \text{(fórmula 01 – resistencia a la compresión)}$$

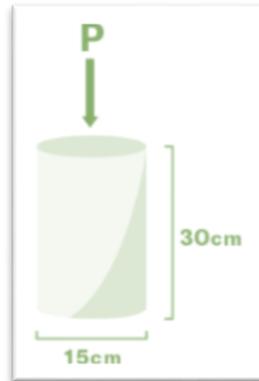


Figura 4. Dimensiones de una probeta

Fuente: (Aguilar, y otros, 2021)

El método de determinación del patrón recomendado:

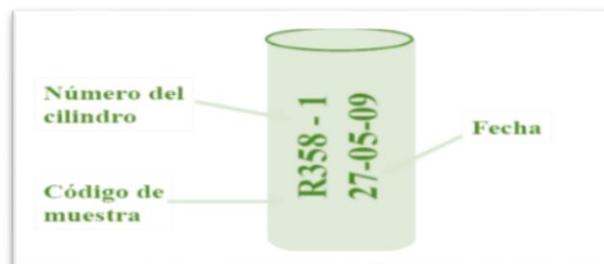


Figura 5. Probeta - Recomendaciones para identificar

Fuente: (Gómez, 2016)

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).

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

Figura 6. Ensayo de resistencia - Tiempo para realizar

Fuente: (NTP 339.034, 2008 pág. 218)

Esfuerzo a la flexión nos dijo que: “Para determinar la tensión que se produce durante la flexión simple del hormigón” (NTP 339.079, 2012). “Elaboraremos una viga esforzándola en un tercio del vano hasta que ocurra la falla” (NTP 339.183, 2013).

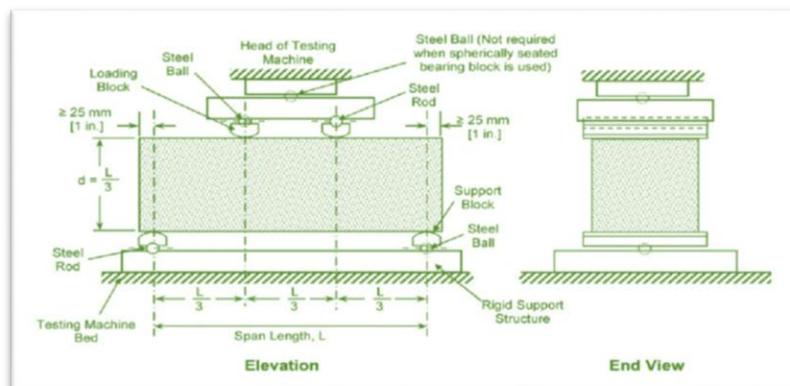


Figura 7. Esfuerzos aplicados en el ensayo de resistencia a flexión

Fuente: (Farfán, y otros, 2018)

Cuando se necesita descargar una viga de su 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. .agrietao, 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).

Consistencia (Slump): 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).

En obras mixtas se utiliza ACI, la mezcla se trata con ceniza para obtener las resistencias a tracción, compresión y flexión del hormigón, se utilizará la tabla estándar según el método de práctica del American Concrete Institute (ACI 211). ACI (1994), tamaño de partícula y requisitos físicos basados en ASTM C33 para agregados; el agua se describe como datos de lluvia de escala, total y SLMP. Si el movimiento está bloqueado, el movimiento generado dentro del concreto creará arrastre. Expansión del material embebido con respecto al concreto en condiciones externas por carga o deformación de la estructura principal (Caiza, 2017).

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 superficialmente grietas repentinas 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 el parámetro físico 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” (American Concrete Institute, 1987).

Como **enfoques conceptuales** se tiene: El hormigón armado con ceniza incluye cemento hidráulico, agregados de varios tamaños y ceniza. La ceniza y cal de eucalipto 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.

El cemento Portland se produce mediante la pulverización de clínker, componiéndose principalmente de silicato de calcio hidráulico, conteniendo una o más formas de sulfato de calcio que se agregan 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 ser maleable en el uso de los encofrados. 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^3) 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. Con 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 controlar las condiciones ambientales en el fraguado y/o curado del 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 dada, y el valor es adimensional. La resistencia a la compresión es la capacidad de soportar la carga por unidad de área en kg/cm^2 .

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada “Es usar las relaciones entre el conocimiento, las teorías y productos en la investigación básica aprendidas para hacer contribuciones significativas en beneficio de los individuos o las naciones” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Este estudio utiliza es de tipo **aplicada** porque los conocimientos y procesos ya mencionados se aplicarán para identificar oportunidades y su impacto.

Diseño de investigación: Experimental “Se trata de determinar cómo desarrollamos nuestra experiencia o nuestro poder de observación. De esta forma, se intenta identificar las variables a considerar, las relaciones entre los factores, cómo se medirán las variables y cómo se realizará el análisis de los datos obtenidos” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Es **experimental** ya que se utilizará muestras para analizar el área de estudio.

Nivel de investigación: En este estudio, este grado es **explicativo** ya que determinará la relación causal entre la ceniza de eucalipto y la cal en las características mecánicas del concreto (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018).

Enfoque de investigación: Dado que este estudio es **cuantitativo**, utilizaremos valores numéricos para comparar la hipótesis en estudio con datos durante el experimento obtenidos (Baena, 2017).

3.2. Variables y operacionalización

Variables de estudio:

Variable Independiente: Adición de ceniza de Eucalipto y Cal.

Definición conceptual: La ceniza de Eucalipto, “tiene un peso específico mucho menor que el cemento, con gravedad baja liviana en el peso del hormigón, lo cual convierte en mejorar la economía de la construcción teniendo concretos livianos. Por otro lado, el % de Sílice en la ceniza, es elemento más importante, cediendo la capacidad de la ceniza puzolánica” (Gómez, 2016). Así mismo la cal

“Se denomina sustancia gris o blanca formada por óxido de calcio. La etimología de la palabra se deriva de la palabra latina calx. La cal se forma por la combustión completa de los minerales de cal, que se utilizan para eliminar el ácido carbónico de sus componentes” (Aguilar, y otros, 2021).

Definición operacional: Las dosificaciones de la cal (3, 4, 5%) y la ceniza de eucalipto al 5%, 10% y 12.5% adicionadas respecto al peso del cemento, para las 04 combinaciones incluida la muestra patrón (0%), con el objetivo de mejorar la trabajabilidad, disminuir el contenido de aire, aumentar la flexotracción e incrementar la resistencia a la compresión.

Dimensión: Dosificación; granulometría y peso unitario

Indicadores: Diámetro de partícula, 0% CE + 0% Cal, P + 3% Cal + 5% CE; P + 3% Cal + 10% CE, P + 3% Cal + 12.5% CE, P + 4% Cal + 5% CE; P + 4% Cal + 10% CE, P + 4% Cal + 12.5% CE, P + 5% Cal + 5% CE; P + 5% Cal + 10% CE, P + 5% Cal + 12.5% CE.

Escala de medición: De razón.

Variable Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Definición conceptual: “Las características físicas y mecánicas del concreto tanto en la fase verde como en la sólida, determinando cómo responde el concreto al esfuerzo” (TORIBIO, y otros, 2021 pág. 25).

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 fase de solidificación, dependerá de varios factores a saber, que luego se analizará en base al laboratorio, incluida la resistencia a la flexión y la compresión” (TORIBIO, y otros, 2021 pág. 45).

Dimensión: Propiedades mecánicas y físicas.

Indicadores: Trabajabilidad, contenido de aire, Resistencia a la compresión y Resistencia a la flexión.

Escala de medición: De razón

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: “Este es un grupo de personas o cosas sobre las que desea saber algo en la encuesta” (Arias, 2012). Está hecho de muestra de concreto $f'c = 210$ kg/cm² con y sin cal y ceniza de eucalipto en Cusco. Con una población limitada ya que será conformado por todas las muestras de hormigón para su análisis (90 probetas para resistencia a la compresión, 90 probetas para resistencia a la flexión, 30 muestras para contenido de aire y 30 muestras para trabajabilidad) de acuerdo a la NTP y ASTM.

Criterios de inclusión: “El criterio teniendo en cuenta las diferentes naturalezas de la población de estudio” (Arias, 2012). En el estudio se utilizarán los elementos encontrados en el área de Urubamba.

Criterios de exclusión: “Límites dentro de las características de la población, excluyendo aspectos de la población que se estudia” (Arias, 2012 pág. 105). En el estudio no se utilizaron cenizas distintas de las de eucalipto y cal.

Muestra: “Seleccione la parte de la población que será objeto de estudio” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Mediante la norma ASTM C39 y C496. donde el número de muestras depende del tamaño. La Cal según (Aguilar, y otros, 2021), los cuales aclararon la adición de cal incremento la $f'c$ del concreto $f'c = 210$ kg/cm², y su % óptimo fue de 4% de cal, Por lo que el investigador opto por elegir las dosificaciones de 3%, 4% y 5%, se eligió como coadyuvante agregado permanentemente a la mezcla; y para la ceniza de eucalipto según (Bernaola, y otros, 2021), los %s más adecuados para la construcción de hormigón con ceniza de eucalipto resultaron ser del 5%, 10% y 12.5%, por lo que los investigadores aportarán cantidades variables del 10%, 11% y 12%, por lo que para este proyecto se ensayarán 3 muestras cada edad evaluada. Las muestras en el estudio propuesto incluyen:

Tabla 2. Briqueta de concreto – Dosificación

DISEÑO	DOSIFICACION		
Patrón	Concreto f'c = 210 kg/cm2		
D1	P + 3%	Cal + 5.0 %	Ceniza de Eucalipto
D2		10.0 %	
D3		12.5 %	
D4	4%	5.0 %	
D5		10.0 %	
D6		12.5 %	
D7	5%	5.0 %	
D8		10.0 %	
D9		12.5 %	

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 3. Ensayos para variable independiente (Ceniza de eucalipto y Cal)

Ensayo	Peso unitario	Granulometría
Cal	1	1
Ceniza de eucalipto	1	1
Cal + Ceniza de eucalipto	1	1
Total	3	3

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 4. Distribución de ensayos para laboratorio

Descripción	Compresión	Flexión	Trabajabilidad	Contenido de aire
	A las 7, 14 y 28 días			
Patrón	9	9	3	3
D1	9	9	3	3
D2	9	9	3	3
D3	9	9	3	3
D4	9	9	3	3
D5	9	9	3	3
D6	9	9	3	3
D7	9	9	3	3
D8	9	9	3	3
D9	9	9	3	3
TOTAL	90	90	30	30

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Muestreo: “El muestreo cubre parte, examinando las características de la población” (Arias, 2012 pág. 45). El presente estudio no incluyó una muestra, y dado que tiene un diseño mixto, es poco probable al muestreo real.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de investigación: “Incluye información esencial recopilada, técnicas de extracción de datos, interpretación y análisis” (Arias, 2012 pág. 52) . Se utilizarán observaciones directas para recopilar datos válidos al examinar un diseño para comprender sus consecuencias.

Observación directa: “Es la información esencial recopilada, mediante la observación, no resuelve problemas” (Baena, 2017 pág. 27).

Instrumentos de recolección: “Existe una herramienta que es más precisa que mostrar todos los datos cuando se sigue para describir los objetivos del estudio propuesto” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). Estos incluyen registradores, instrumentos de laboratorio y procesamiento de datos.

Validez: “La validez se define como el grado en que un concepto se mide con precisión” (Arias, 2012 pág. 36). La confiabilidad será confirmada en sondeos, evaluados y aprobados por tres (03) ingenieros experimentados. *Ver anexo 04.*

Tabla 5 *Tabla de juicio de expertos*

Experto	Experto Académico	Apellidos y nombres	CIP	Validez
A	Ingeniero Civil	Eddie Edgar Alvalez Hermoza	185175	0.8
B	Ingeniero Civil	Julio Arturo Yarleque Moscol	193040	0.9
C	Ingeniero Civil	Juan Pedro Luciano Cortez Vargas	199843	0.9
Promedio de validez				0.87

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Confiabilidad: “La medida en que la herramienta produce resultados consistentes y consistentes, es decir su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto conducirá al mismo resultado” (Hernandez-Sampieri, y otros, 2018). La confiabilidad será por certificados de calibración de los equipos del laboratorio utilizando en las pruebas, y materiales relacionados con las normas ASTM publicados con pruebas similares.

Tabla 6 Tabla de escalas de confiabilidad

Rangos	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
Magnitud	Muy alta	Alta	Moderada	Baja	Muy baja

Fuente: (BOLIVAR, 2002)

3.5. Procedimientos

Primero, la roca será excavada y analizada en un laboratorio. Las pruebas realizadas son pruebas detalladas. Determinación de peso unitario, densidad de agregado fino, humedad, densidad de agregado grueso; completado las pruebas se comenzará la mezcla según el método ACI 211.

La ceniza de eucalipto y cal serán cosechados de campos en la región Cusco de la provincia de Urubamba. Obtenga métodos usando mezclas de concreto, materiales disponibles, dosificaciones de agregados gruesos y finos, cemento, piedra caliza y cenizas de eucalipto y agua, pruebas de briquetas para laboratorio.

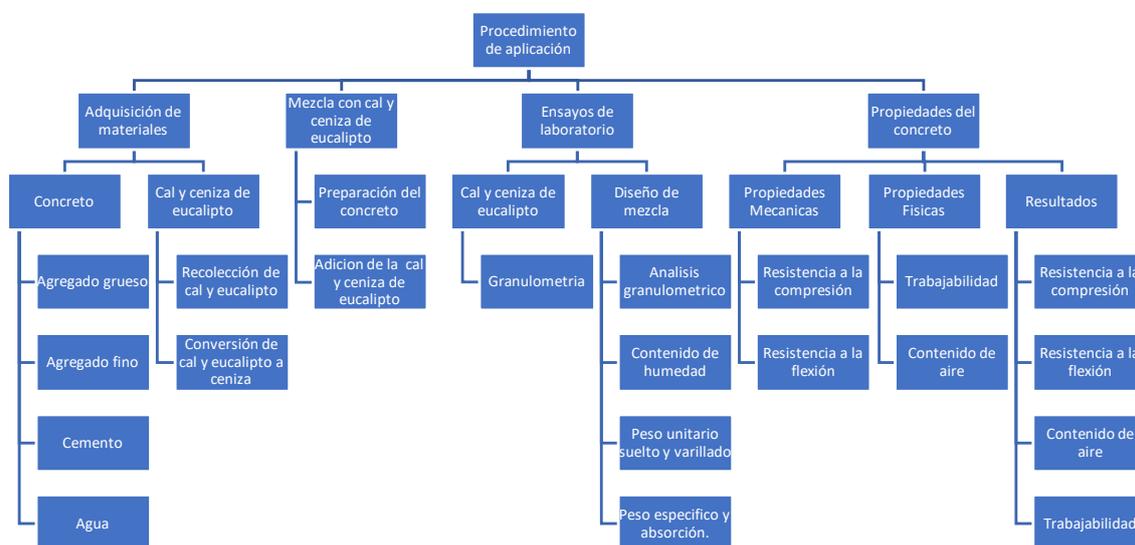


Figura 8. Cuadro de procedimiento

Fuente: Elaboración Propia (2022)

En la *selección del material*, Analizaremos las canteras de Huambutio y Senqa, obteniendo las características para el diseño del hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

En el *análisis y ensayos de los agregados*, de mayor importancia con el 75% de la mezclanza total. Además de las propiedades fisicoquímicas de los áridos, tienen una gran influencia en sus características. En la obtención de los datos de agregados gruesos y finos, en base a la NTP, se realizarán las siguientes pruebas en laboratorio: Determinaremos el tamaño de partícula, la densidad y unidad de compactación, humedad, densidad del agregado y tasa de absorción de agua. Como parte de los *aparatos y equipos*, fueron la balanza (con aproximación de 0,1 gr), Tamices (según la NTP 400.012), Horno (Entre 110°C \pm 5°C), Baldes y palas.

En el *muestro* fue estándar y se tendrá en cuenta la NTP 400.010, con especial énfasis en el muestreo que pueda describir las condiciones y propiedades de los materiales representativos. Después de que el material se haya secado previamente, las muestras se mezclan completamente para separar los agregados finos y gruesos, utilizando cuartiles para obtener muestras reducidas representativas de las pruebas en cuestión.

En el *análisis de los agregados*, según el MTC E204 / NTP40.012 proporciona un desglose de situaciones o ejercicios para un análisis detallado. El enfoque principal de esta fase debe estar en el tipo de coexistencia (por ejemplo, ASHTO o SUCS) que ocurre después de la descomposición con el material. En el *ensayo granulométrico del agregado grueso*, fue con la NTP 400.012 y la ASTM C33, por lo cual se determina de acuerdo a la NTP 400.037, utilizaremos el número 4 como cuadrícula. Para uso exclusivo. En el *ensayo granulométrico del agregado fino*, se realizó de acuerdo a la NTP400.012 y ASTM C33 (Standard Specification for Aggregates). Los agregados se analizaron de acuerdo a la NTP 400.037 (Requisitos para Agregados de Concreto).

Para conocer el *contenido de humedad* de los agregados, verificado como porcentaje del valor de régimen seco completo, es importante saber controlar los resultados de agua de concreto según la NTP 339.185.

En el *ensayo de peso unitario*, para obtener la masa unitaria compactada y la masa aparente de los agregados gruesos y finos según el procedimiento dado en la fórmula según la NTP 400.017, primero se obtiene la masa por unidad de

volumen por división de masa cantidad de agregado se coloca en una cubeta cilíndrica para la altura lateral, luego se equilibra con un cilindro en la cubeta con el lado del recipiente igual al volumen de la cubeta.

Para el ensayo de *peso específico* del agregado grueso se utilizó la NTP 400.021 y MTC E-206; y para el ensayo de *peso específico* del agregado fino se utilizó la NTP 400.022 y las normas MTC E-205.

La mezcla se *diseñará* en base a resultados previos obtenidos en laboratorio y de acuerdo a ACI 211 Comité de Preparación de Concreto con las proporciones adecuadas en base al volumen y/o peso de los componentes del concreto a la finalización del proyecto.

3.6. Método de análisis de datos

Como método prospectivo: “Descripción de las operaciones diversas realizadas con los datos recopilados” (Arias, 2012).

Utilizando el método inductivo, ya que estos métodos serán la base para nuestra conclusión después de realizar pruebas de campo y laboratorio, los resultados experimentales se explicarán a través de tablas de comparación, las estadísticas gráficas se analizarán mediante un software. Las variables de estos datos y sus dimensiones.

Se aplicó la prueba de análisis factorial porque nuestras variables y métodos son cuantitativos, esto se utiliza para determinar si los datos obtenidos se distribuyen normalmente, es decir si están agrupados en una razón.

En selección de datos, realizada por observación directa visualizaremos la evidencia del laboratorio, con la recopilación de datos necesario emparejados con objetivos e hipótesis. Para el cálculo de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con ceniza de eucalipto y cal, identificaremos a realizar las actividades, con la información de los ensayos de laboratorio de INGEOMAT que se muestran en los anexos 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5.

3.6.1. Cuantificación de la variación de las propiedades del concreto en estado fresco con adición de cal y ceniza de eucalipto.

- 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 eucalipto.

a) Características de la composición del concreto

- Peso Específico: Los valores expresados a continuación, proceden del anexo 04.02; el cemento obtuvo un 2.85 gr/cm³, el agregado fino un 2.69 gr/cm³, el agregado grueso un 2.63 gr/cm³ y la ceniza de eucalipto un 1.78 gr/cm³.
- Tamizado: El proceso de tamizado se muestran en los anexos 04.01. El agregado fino paso la malla 100, el agregado grueso la malla ¾ pulg y la ceniza de eucalipto paso la malla 200

3.6.3. Diseño me mezclas

Según ACI 211, el diseño de la resistencia del concreto patrón es $f'c = 210$ kg/cm² y el concreto se realiza con una combinación cal al 3%, 4% y 5% con Ceniza de Eucalipto (CE) en %s del 5.0%, 10.0% y 12.5%, procediendo con la recolección de datos del ver anexo 04.02. Con el diseño de mezclas se realizó en el ensayo de trabajabilidad según norma ASTM C-143, 30 muestras frescas (Ver Anexo 04.03). En el contenido de aire según norma NTP 399.081, 30 muestras frescas (Ver Anexo 04.04). En el ensayo de $f'c$ según la norma ASTM C-39, 90 briquetas (Ver Anexo 04.05). En el ensayo de flexión según la norma NTP 339 078, 90 viguetas (Ver Anexo 04.06).

Tabla 7. Diseño de mezcla Patrón (P)

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 8. P + 3.0% Cal + 5% de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.070	3.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.117	5.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 9. P + 3.0 % Cal + 10.0 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.070	3.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.235	10.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 10. P + 3.0 % Cal + 12.5 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.070	3.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.294	12.50%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 11. P + 4.0 % Cal + 5.0 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.094	4.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.117	5.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 12. P + 4.0 % Cal + 10.0 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.094	4.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.235	10.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 13. P + 4.0 % Cal + 12.5 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.094	4.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.294	12.50%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 14. P + 5.0 % Cal + 5.0 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.117	5.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.117	5.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 15. P + 5.0 % Cal + 10.0 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.117	5.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.235	10.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 16. P + 5.0 % Cal + 12.5 % de CE

Materiales	Kg	%
Cem.	2.348	16.74
A. fino	4.878	34.77
A. Grueso	5.236	37.32
Agua	1.567	11.17
TOTAL	14.029	100.00%
CAL	0.117	5.00%
CENIZA DE EUCALIPTO	0.294	12.50%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 17. Cantidad de adiciones en relación al peso del cemento

Descripción	% Cal	Kg	% CE	Kg
Peso del cemento	100.00%	2.348	100.00%	2.348
Patrón (P)	0.00%	0.000	0.00%	0.000
D - 1	3.00%	0.070	5.00%	0.117
D - 2	3.00%	0.070	10.00%	0.235
D - 3	3.00%	0.070	12.50%	0.294
D - 4	4.00%	0.094	5.00%	0.117
D - 5	4.00%	0.094	10.00%	0.235
D - 6	4.00%	0.094	12.50%	0.294
D - 7	5.00%	0.117	5.00%	0.117
D - 8	5.00%	0.117	10.00%	0.235
D - 9	5.00%	0.117	12.50%	0.294

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Continuándose con el análisis de datos desde los objetivos específicos y general de la investigación

3.6.4. Cálculo de los efectos que tiene las cenizas de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 18: Resultados de trabajabilidad

Dosificación	Slump obtenido	Desviación estándar Ss	Slump Corregido = Slump – Ss
P	3.6		3.2
D - 1	2.6		2.2
D - 2	2.3		1.9
D - 3	2.2		1.8
D - 4	2.4		2.0
D - 5	2.2	0.44	1.8
D - 6	2.1		1.7
D - 7	2.3		1.9
D - 8	2.1		1.7
D - 9	2.0		1.6

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.5. Cálculo de los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 19: Resultados de contenido de aire

Dosificación	C.A. obtenido	Desviación estándar Ss	C.A. corregido = C.A. – Ss (%)
P	2.8	0.186	2.614
D - 1	2.7		2.514
D - 2	2.55		2.364
D - 3	2.45		2.264
D - 4	2.6		2.414
D - 5	2.45		2.264
D - 6	2.3		2.114
D - 7	2.5		2.314
D - 8	2.3		2.114
D - 9	2.15		1.964

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.6. Cálculo de los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 20. Resultados de la resistencia a la compresión axial

Dosificación	f'c obtenido	Desviación estándar Ss	f'c corregido = f'c – Ss kg/cm ²
P	211.09	2.787	208.303
D - 1	213.37		210.583
D - 2	214.87		212.083
D - 3	212.63		209.843
D - 4	215.21		212.423
D - 5	219.43		216.643
D - 6	214.88		212.093
D - 7	216.03		213.243
D - 8	212.81		210.023
D - 9	208.61		205.823

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 21. Compresión Axial – 07 días

% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Edad	Resist. de Probeta	Prom.	Resist. que debe tener	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener
		(días)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	(kg/cm2)	%	%
0 %	0 %	7	148.10		143.61	70.52%	68.39%
0 %	0 %	7	147.43	148.40	143.61	70.20%	68.39%
0 %	0 %	7	149.67		143.61	71.27%	68.39%
3 %	5 %	7	152.63		143.61	72.68%	68.39%
3 %	5 %	7	151.88	152.34	143.61	72.33%	68.39%
3 %	5 %	7	152.50		143.61	72.62%	68.39%
3 %	10 %	7	155.15		143.61	73.88%	68.39%
3 %	10 %	7	154.50	154.43	143.61	73.57%	68.39%
3 %	10 %	7	153.63		143.61	73.16%	68.39%
3 %	12.5 %	7	152.51		143.61	72.62%	68.39%
3 %	12.5 %	7	151.52	152.14	143.61	72.15%	68.39%
3 %	12.5 %	7	152.39		143.61	72.57%	68.39%
4 %	5 %	7	153.17		143.61	72.94%	68.39%
4 %	5 %	7	154.08	154.19	143.61	73.37%	68.39%
4 %	5 %	7	155.31		143.61	73.96%	68.39%
4 %	10 %	7	161.71		143.61	77.01%	68.39%
4 %	10 %	7	162.84	162.16	143.61	77.54%	68.39%
4 %	10 %	7	161.93		143.61	77.11%	68.39%
4 %	12.5 %	7	153.17		143.61	72.94%	68.39%
4 %	12.5 %	7	155.10	153.90	143.61	73.86%	68.39%
4 %	12.5 %	7	153.44		143.61	73.07%	68.39%
5 %	5 %	7	158.51		143.61	75.48%	68.39%
5 %	5 %	7	159.62	159.36	143.61	76.01%	68.39%
5 %	5 %	7	159.94		143.61	76.16%	68.39%
5 %	10 %	7	151.51		143.61	72.15%	68.39%
5 %	10 %	7	152.05	152.06	143.61	72.40%	68.39%
5 %	10 %	7	152.64		143.61	72.69%	68.39%
5 %	12.5 %	7	141.33		143.61	67.30%	68.39%
5 %	12.5 %	7	142.43	141.32	143.61	67.82%	68.39%
5 %	12.5 %	7	140.19		143.61	66.76%	68.39%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 22. Compresión Axial – 14 días

% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Edad		f'c	Resist. de	Prom.	Resist.	% f'c	% f'c
		(días)	Mpa	(kg/cm2)	Probeta		que debe tener	de probeta	diseño que debe tener
				Diseño	(kg/cm2)		(kg/cm2)	(kg/cm2)	%
0 %	0 %	14	17.856	210	182.08		179.42	86.70%	85.44%
0 %	0 %	14	17.685	210	180.33	181.61	179.42	85.87%	85.44%
0 %	0 %	14	17.888	210	182.40		179.42	86.86%	85.44%
3 %	5 %	14	18.025	210	183.81		179.42	87.53%	85.44%
3 %	5 %	14	18.156	210	185.14	184.38	179.42	88.16%	85.44%
3 %	5 %	14	18.065	210	184.21		179.42	87.72%	85.44%
3 %	10 %	14	18.545	210	189.10		179.42	90.05%	85.44%
3 %	10 %	14	18.685	210	190.53	190.27	179.42	90.73%	85.44%
3 %	10 %	14	18.748	210	191.17		179.42	91.03%	85.44%
3 %	12.5 %	14	18.036	210	183.92		179.42	87.58%	85.44%
3 %	12.5 %	14	18.141	210	184.98	184.72	179.42	88.09%	85.44%
3 %	12.5 %	14	18.169	210	185.27		179.42	88.22%	85.44%
4 %	5 %	14	18.565	210	189.31		179.42	90.15%	85.44%
4 %	5 %	14	18.745	210	191.14	190.24	179.42	91.02%	85.44%
4 %	5 %	14	18.658	210	190.26		179.42	90.60%	85.44%
4 %	10 %	14	19.421	210	198.04		179.42	94.30%	85.44%
4 %	10 %	14	19.341	210	197.22	197.88	179.42	93.91%	85.44%
4 %	10 %	14	19.454	210	198.37		179.42	94.46%	85.44%
4 %	12.5 %	14	18.584	210	189.50		179.42	90.24%	85.44%
4 %	12.5 %	14	18.680	210	190.48	190.07	179.42	90.70%	85.44%
4 %	12.5 %	14	18.656	210	190.24		179.42	90.59%	85.44%
5 %	5 %	14	19.121	210	194.98		179.42	92.85%	85.44%
5 %	5 %	14	19.241	210	196.20	195.16	179.42	93.43%	85.44%
5 %	5 %	14	19.054	210	194.29		179.42	92.52%	85.44%
5 %	10 %	14	18.858	210	192.30		179.42	91.57%	85.44%
5 %	10 %	14	18.748	210	191.17	191.37	179.42	91.03%	85.44%
5 %	10 %	14	18.695	210	190.63		179.42	90.78%	85.44%
5 %	12.5 %	14	17.511	210	178.56		179.42	85.03%	85.44%
5 %	12.5 %	14	17.509	210	178.54	178.31	179.42	85.02%	85.44%
5 %	12.5 %	14	17.441	210	177.85		179.42	84.69%	85.44%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 23. Compresión Axial – 28 días

% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Edad (días)	f'c (kg/cm ²)	Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Prom. (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener	
							Dial Mpa	(%)	(%)
0 %	0 %	28	20.754	210	211.63		210.00	100.78%	100.00%
0 %	0 %	28	20.656	210	210.63	211.09	210.00	100.30%	100.00%
0 %	0 %	28	20.695	210	211.03		210.00	100.49%	100.00%
3 %	5 %	28	20.969	210	213.82		210.00	101.82%	100.00%
3 %	5 %	28	20.911	210	213.23	213.37	210.00	101.54%	100.00%
3 %	5 %	28	20.895	210	213.07		210.00	101.46%	100.00%
3 %	10 %	28	21.021	210	214.35		210.00	102.07%	100.00%
3 %	10 %	28	21.044	210	214.59	214.87	210.00	102.18%	100.00%
3 %	10 %	28	21.150	210	215.67		210.00	102.70%	100.00%
3 %	12.5 %	28	20.950	210	213.63		210.00	101.73%	100.00%
3 %	12.5 %	28	20.859	210	212.70	212.63	210.00	101.29%	100.00%
3 %	12.5 %	28	20.748	210	211.57		210.00	100.75%	100.00%
4 %	5 %	28	21.025	210	214.39		210.00	102.09%	100.00%
4 %	5 %	28	21.154	210	215.71	215.21	210.00	102.72%	100.00%
4 %	5 %	28	21.138	210	215.54		210.00	102.64%	100.00%
4 %	10 %	28	21.426	210	218.48		210.00	104.04%	100.00%
4 %	10 %	28	21.550	210	219.75	219.43	210.00	104.64%	100.00%
4 %	10 %	28	21.580	210	220.05		210.00	104.79%	100.00%
4 %	12.5 %	28	21.068	210	214.83		210.00	102.30%	100.00%
4 %	12.5 %	28	21.095	210	215.11	214.88	210.00	102.43%	100.00%
4 %	12.5 %	28	21.055	210	214.70		210.00	102.24%	100.00%
5 %	5 %	28	21.169	210	215.86		210.00	102.79%	100.00%
5 %	5 %	28	21.285	210	217.04	216.03	210.00	103.35%	100.00%
5 %	5 %	28	21.104	210	215.20		210.00	102.47%	100.00%
5 %	10 %	28	20.859	210	212.70		210.00	101.29%	100.00%
5 %	10 %	28	20.966	210	213.79	212.81	210.00	101.80%	100.00%
5 %	10 %	28	20.785	210	211.94		210.00	100.93%	100.00%
5 %	12.5 %	28	20.454	210	208.57		210.00	99.32%	100.00%
5 %	12.5 %	28	20.545	210	209.50	208.61	210.00	99.76%	100.00%
5 %	12.5 %	28	20.374	210	207.75		210.00	98.93%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.7. Cálculo de los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 24. Flexión – 07 días

DESCRIPCION (CAL/CENIZA)		P	L (mm)	b (mm)	d (mm)	R	Promedio
0 %	0 %	1833.65 kg	450	150	150	24.44 kg/cm ²	
0 %	0 %	1845.23 kg	450	150	150	24.59 kg/cm ²	24.58 kg/cm ²
0 %	0 %	1854.22 kg	450	150	150	24.71 kg/cm ²	
3 %	5 %	1955.21 kg	450	150	150	26.06 kg/cm ²	
3 %	5 %	1965.36 kg	450	150	150	26.19 kg/cm ²	26.10 kg/cm ²
3 %	5 %	1955.21 kg	450	150	150	26.06 kg/cm ²	
3 %	10 %	2012.36 kg	450	150	150	26.82 kg/cm ²	
3 %	10 %	2011.24 kg	450	150	150	26.81 kg/cm ²	26.89 kg/cm ²
3 %	10 %	2028.74 kg	450	150	150	27.04 kg/cm ²	
3 %	12.5 %	1965.36 kg	450	150	150	26.19 kg/cm ²	
3 %	12.5 %	1974.22 kg	450	150	150	26.31 kg/cm ²	26.19 kg/cm ²
3 %	12.5 %	1956.34 kg	450	150	150	26.07 kg/cm ²	
4 %	5 %	1995.32 kg	450	150	150	26.59 kg/cm ²	
4 %	5 %	1997.11 kg	450	150	150	26.62 kg/cm ²	26.61 kg/cm ²
4 %	5 %	1996.25 kg	450	150	150	26.61 kg/cm ²	
4 %	10 %	2072.14 kg	450	150	150	27.62 kg/cm ²	
4 %	10 %	2084.15 kg	450	150	150	27.78 kg/cm ²	27.77 kg/cm ²
4 %	10 %	2094.21 kg	450	150	150	27.91 kg/cm ²	
4 %	12.5 %	1945.26 kg	450	150	150	25.93 kg/cm ²	
4 %	12.5 %	1965.44 kg	450	150	150	26.20 kg/cm ²	26.06 kg/cm ²
4 %	12.5 %	1954.11 kg	450	150	150	26.04 kg/cm ²	
5 %	5 %	2001.62 kg	450	150	150	26.68 kg/cm ²	
5 %	5 %	2005.33 kg	450	150	150	26.73 kg/cm ²	26.74 kg/cm ²
5 %	5 %	2011.44 kg	450	150	150	26.81 kg/cm ²	
5 %	10 %	1965.21 kg	450	150	150	26.19 kg/cm ²	
5 %	10 %	1944.14 kg	450	150	150	25.91 kg/cm ²	26.04 kg/cm ²
5 %	10 %	1952.24 kg	450	150	150	26.02 kg/cm ²	
5 %	12.5 %	1896.26 kg	450	150	150	25.27 kg/cm ²	
5 %	12.5 %	1874.26 kg	450	150	150	24.98 kg/cm ²	25.12 kg/cm ²
5 %	12.5 %	1884.25 kg	450	150	150	25.11 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 25. Flexión – 14 días

DESCRIPCION (CAL/CENIZA)		P	L (mm)	b (mm)	d (mm)	R	Promedio
0 %	0 %	1921.25 kg	450	150	150	25.61 kg/cm ²	
0 %	0 %	1932.14 kg	450	150	150	25.75 kg/cm ²	25.63 kg/cm ²
0 %	0 %	1915.44 kg	450	150	150	25.53 kg/cm ²	
3 %	5 %	1985.26 kg	450	150	150	26.46 kg/cm ²	
3 %	5 %	1989.55 kg	450	150	150	26.52 kg/cm ²	26.52 kg/cm ²
3 %	5 %	1995.26 kg	450	150	150	26.59 kg/cm ²	
3 %	10 %	2032.15 kg	450	150	150	27.08 kg/cm ²	
3 %	10 %	2045.19 kg	450	150	150	27.26 kg/cm ²	27.25 kg/cm ²
3 %	10 %	2056.36 kg	450	150	150	27.41 kg/cm ²	
3 %	12.5 %	1998.25 kg	450	150	150	26.63 kg/cm ²	
3 %	12.5 %	1989.65 kg	450	150	150	26.52 kg/cm ²	26.50 kg/cm ²
3 %	12.5 %	1977.25 kg	450	150	150	26.35 kg/cm ²	
4 %	5 %	2012.36 kg	450	150	150	26.82 kg/cm ²	
4 %	5 %	2032.15 kg	450	150	150	27.08 kg/cm ²	26.95 kg/cm ²
4 %	5 %	2022.36 kg	450	150	150	26.95 kg/cm ²	
4 %	10 %	2156.74 kg	450	150	150	28.75 kg/cm ²	
4 %	10 %	2145.36 kg	450	150	150	28.59 kg/cm ²	28.59 kg/cm ²
4 %	10 %	2134.25 kg	450	150	150	28.45 kg/cm ²	
4 %	12.5 %	2014.26 kg	450	150	150	26.85 kg/cm ²	
4 %	12.5 %	2035.36 kg	450	150	150	27.13 kg/cm ²	27.08 kg/cm ²
4 %	12.5 %	2045.44 kg	450	150	150	27.26 kg/cm ²	
5 %	5 %	2056.36 kg	450	150	150	27.41 kg/cm ²	
5 %	5 %	2065.74 kg	450	150	150	27.53 kg/cm ²	27.54 kg/cm ²
5 %	5 %	2077.59 kg	450	150	150	27.69 kg/cm ²	
5 %	10 %	2012.35 kg	450	150	150	26.82 kg/cm ²	
5 %	10 %	2011.54 kg	450	150	150	26.81 kg/cm ²	26.81 kg/cm ²
5 %	10 %	2009.65 kg	450	150	150	26.78 kg/cm ²	
5 %	12.5 %	1985.24 kg	450	150	150	26.46 kg/cm ²	
5 %	12.5 %	1977.44 kg	450	150	150	26.36 kg/cm ²	26.30 kg/cm ²
5 %	12.5 %	1956.84 kg	450	150	150	26.08 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 26. Flexión – 28 días

DESCRIPCION (CAL/CENIZA)		P	L (mm)	b (mm)	d (mm)	R	Promedio
0 %	0 %	2045.63 kg	450	150	150	27.26 kg/cm ²	
0 %	0 %	2035.66 kg	450	150	150	27.13 kg/cm ²	27.21 kg/cm ²
0 %	0 %	2043.64 kg	450	150	150	27.24 kg/cm ²	
3 %	5 %	2096.69 kg	450	150	150	27.94 kg/cm ²	
3 %	5 %	2098.44 kg	450	150	150	27.97 kg/cm ²	27.92 kg/cm ²
3 %	5 %	2088.69 kg	450	150	150	27.84 kg/cm ²	
3 %	10 %	2102.36 kg	450	150	150	28.02 kg/cm ²	
3 %	10 %	2114.47 kg	450	150	150	28.18 kg/cm ²	28.13 kg/cm ²
3 %	10 %	2115.68 kg	450	150	150	28.20 kg/cm ²	
3 %	12.5 %	2085.65 kg	450	150	150	27.80 kg/cm ²	
3 %	12.5 %	2078.44 kg	450	150	150	27.70 kg/cm ²	27.77 kg/cm ²
3 %	12.5 %	2086.11 kg	450	150	150	27.80 kg/cm ²	
4 %	5 %	2133.12 kg	450	150	150	28.43 kg/cm ²	
4 %	5 %	2125.14 kg	450	150	150	28.32 kg/cm ²	28.35 kg/cm ²
4 %	5 %	2122.50 kg	450	150	150	28.29 kg/cm ²	
4 %	10 %	2214.26 kg	450	150	150	29.51 kg/cm ²	
4 %	10 %	2232.14 kg	450	150	150	29.75 kg/cm ²	29.69 kg/cm ²
4 %	10 %	2236.21 kg	450	150	150	29.80 kg/cm ²	
4 %	12.5 %	2141.26 kg	450	150	150	28.54 kg/cm ²	
4 %	12.5 %	2136.21 kg	450	150	150	28.47 kg/cm ²	28.58 kg/cm ²
4 %	12.5 %	2155.69 kg	450	150	150	28.73 kg/cm ²	
5 %	5 %	2165.21 kg	450	150	150	28.86 kg/cm ²	
5 %	5 %	2168.54 kg	450	150	150	28.90 kg/cm ²	28.89 kg/cm ²
5 %	5 %	2170.20 kg	450	150	150	28.92 kg/cm ²	
5 %	10 %	2098.21 kg	450	150	150	27.96 kg/cm ²	
5 %	10 %	2077.26 kg	450	150	150	27.69 kg/cm ²	27.82 kg/cm ²
5 %	10 %	2085.46 kg	450	150	150	27.80 kg/cm ²	
5 %	12.5 %	2010.26 kg	450	150	150	26.79 kg/cm ²	
5 %	12.5 %	2003.58 kg	450	150	150	26.70 kg/cm ²	26.87 kg/cm ²
5 %	12.5 %	2034.18 kg	450	150	150	27.11 kg/cm ²	

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 27. Resultados de la resistencia a la flexión

Dosificación	R.flexion obtenido	Desviación estándar Ss	R. flexión corregido = Flexión – Ss kg/cm²
P	27.21		26.87
D - 1	27.92		27.58
D - 2	28.13		27.79
D - 3	27.77		27.43
D - 4	28.35	0.341	28.01
D - 5	29.69		29.35
D - 6	28.58		28.24
D - 7	28.89		28.55
D - 8	27.82		27.48
D - 9	26.87		26.53

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.6.8. Determinación de la variación de la ceniza de eucalipto y cal en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 28. Resultados obtenidos de los concretos modificados

Dosificación	Trabajabilidad (pulg)	Contenido de aire (%)	Compresión (kg/cm²)	Flexión (kg/cm²)
Patrón	3.2	2.614	209.728	26.87
D - 1	2.2	2.514	212.008	27.58
D - 2	1.9	2.364	213.508	27.79
D - 3	1.8	2.264	211.268	27.43
D - 4	2.0	2.414	213.848	28.01
D - 5	1.8	2.264	218.068	29.35
D - 6	1.7	2.114	213.518	28.24
D - 7	1.9	2.314	214.668	28.55
D - 8	1.7	2.114	211.448	27.48
D - 9	1.6	1.964	207.248	26.53

Fuente: Elaboración Propia (2022)

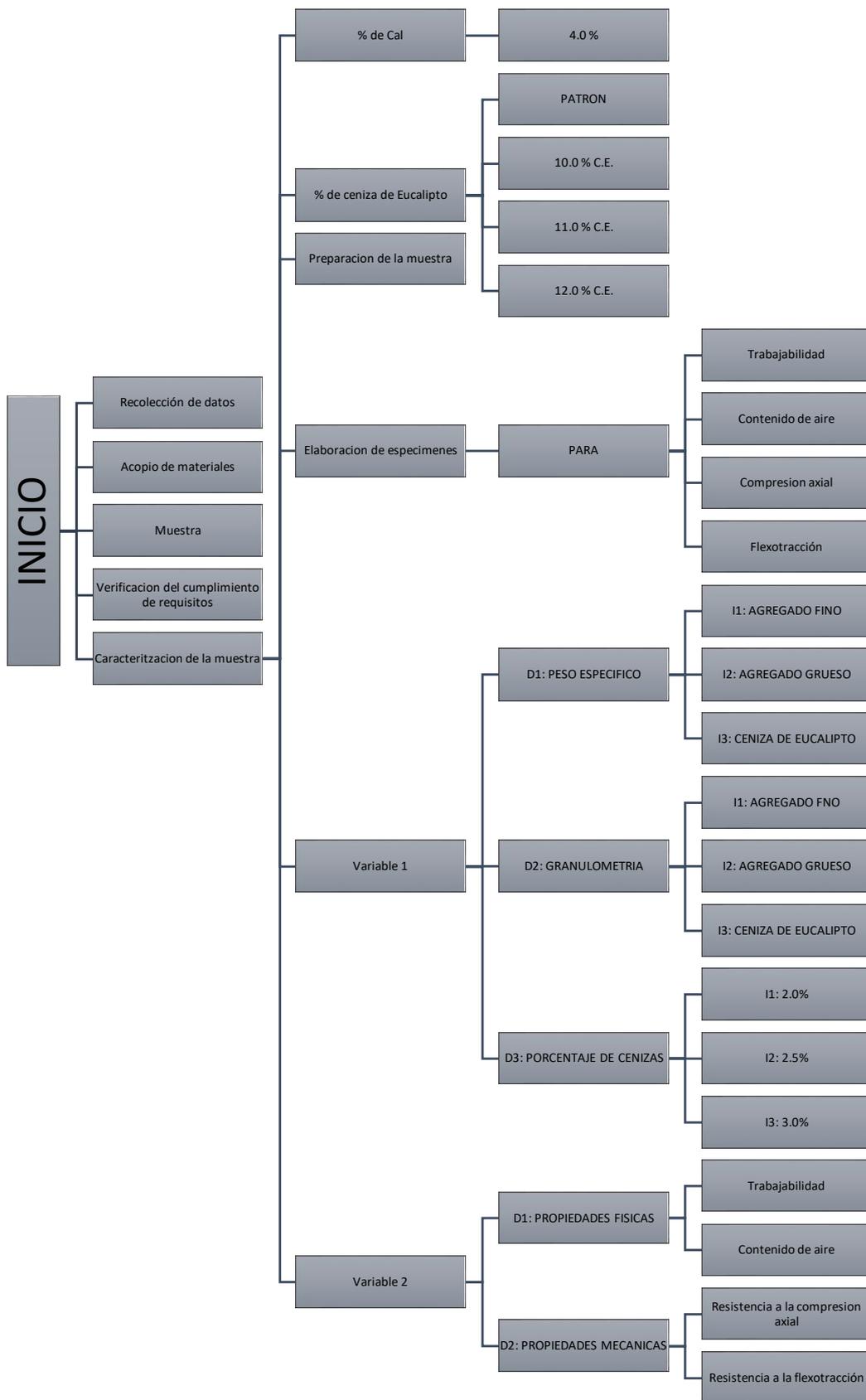


Figura 9: Flujograma

Fuente: Elaboración Propia (2022)

3.7. Aspectos éticos

Según las reglas de autenticidad, el contenido está estructurado en capítulos, las referencias se basan en teorías y conceptos actualmente escritos, año y números de página de la información fueron recolectados, realizados en espacios de trabajo complementarios clasificados de acuerdo con la norma ISO-690 7ª Edición dedicada a este estudio.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

En la ubicación del proyecto, la presente investigación: “Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando cenizas de Eucalipto y Cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco 2022”, se desarrolló en la provincia de Urubamba, de la region Cusco.



Figura 10: Perú - Mapa

Fuente: Google Search

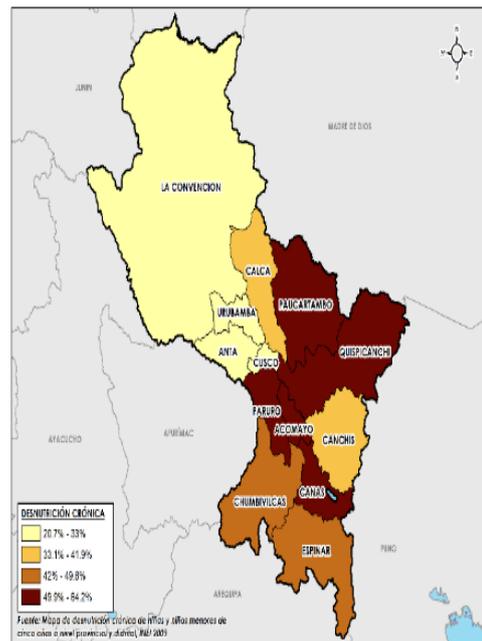


Figura 11: Cusco - Mapa de la Región

Fuente: Google Search



Figura 12: Mapa del Distrital de Urubamba

Fuente: Google Search

Limites

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.

En la ubicación Geográfica, se ubica a 57 km al noroeste de la ciudad del Cusco, por la vía a Chinchero. Se encuentra a 2 588 metros de altura, sobre una planicie en el valle que separa la Cordillera Central de los Andes de la Cordillera Urubamba; en la margen derecha del río del mismo nombre. Desde la ciudad se puede ver el valle y los nevados de la Cordillera de Vilcanota. En la actualidad Urubamba tiene una importante actividad comercial por su posición en la Región Cusco.

El clima de Urubamba se clasifica como cálido y templado. Urubamba es una ciudad con precipitaciones significativas. Incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. De acuerdo con Köppen y Geiger clima se clasifica como Cfb. La temperatura aquí es en promedio 9.6 °C. La precipitación aproximada es de 1612 mm.

4.2. Resultados

4.2.1. Objetivo específico 1: Determinar los efectos que tiene las cenizas de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 29: Resultados de trabajabilidad

Dosificación	Slump obtenido	Desviación estándar Ss	Slump Corregido = Slump – Ss
P	3.6		3.2
D - 1	2.6		2.2
D - 2	2.3		1.9
D - 3	2.2		1.8
D - 4	2.4	0.44	2.0
D - 5	2.2		1.8
D - 6	2.1		1.7
D - 7	2.3		1.9
D - 8	2.1		1.7
D - 9	2.0		1.6

Fuente: Elaboración Propia (2022)

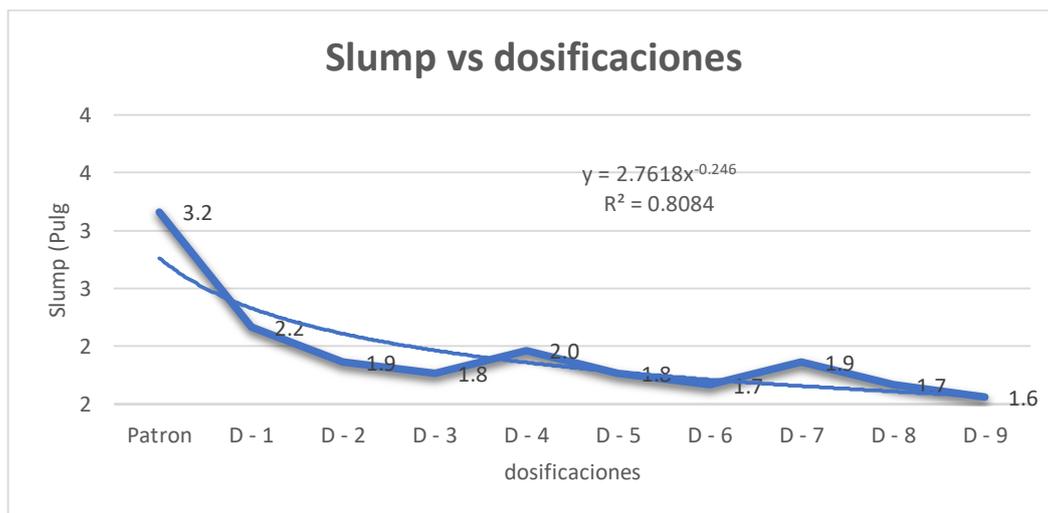


Figura 13: Relación de trabajabilidad vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: En la tabla 29 y figura 13, se verificó que la mejor dosificación fue D - 5 es de 2.2 pulg, contemplando en los márgenes de 2” a 4” en base a la norma E060 – ASTM C 143.

4.2.2. Objetivo específico 2: Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 30: Resultados de contenido de aire

Dosificación	C.A. obtenido	Desviación estándar Ss	C.A. corregido = C.A. – Ss kg/cm ²
P	2.8		2.614
D - 1	2.7		2.514
D - 2	2.55		2.364
D - 3	2.45		2.264
D - 4	2.6	0.186	2.414
D - 5	2.45		2.264
D - 6	2.3		2.114
D - 7	2.5		2.314
D - 8	2.3		2.114
D - 9	2.15		1.964

Fuente: Elaboración Propia (2022)

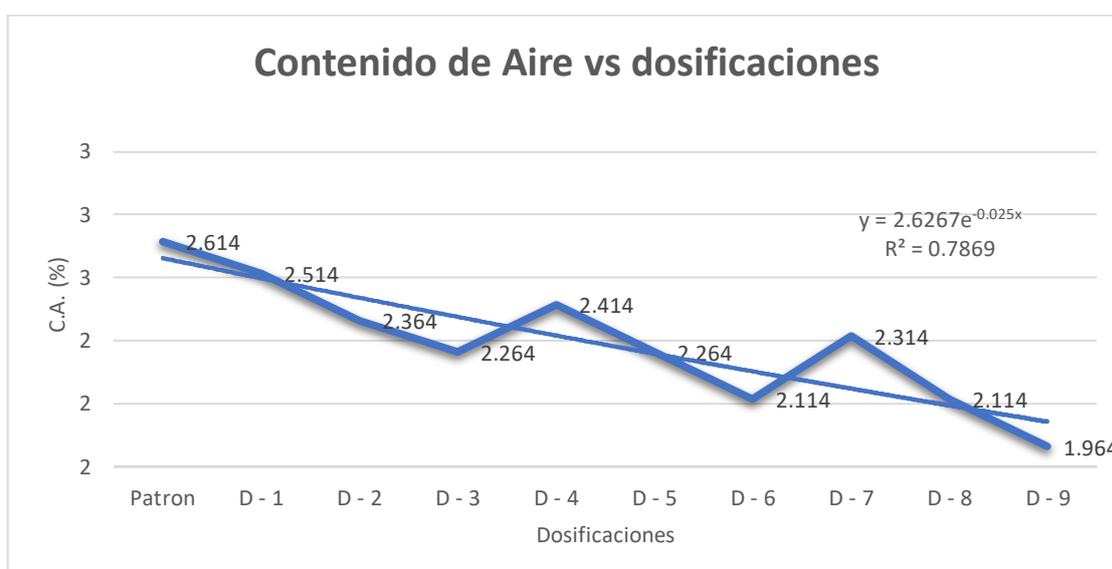


Figura 14: Relación de contenido de aire vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: En la tabla 30 y figura 14, según a los ensayos se verifico que la mejor dosificación fue la mezcla D – 5 es de 2.45 %, contemplado en los márgenes de 1% al 3% según norma E060 – ASTM C 231

4.2.3. Objetivo específico 3: Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos

Tabla 31: Resultados de compresión axial

Dosificación	Compresión obtenida	Desviación estándar Ss	Compresión corregida = Compresión – Ss kg/cm ²
P	211.09		208.303
D - 1	213.37		210.583
D - 2	214.87		212.083
D - 3	212.63		209.843
D - 4	215.21	2.787	212.423
D - 5	219.43		216.643
D - 6	214.88		212.093
D - 7	216.03		213.243
D - 8	212.81		210.023
D - 9	208.61		205.823

Fuente: Elaboración Propia (2022)

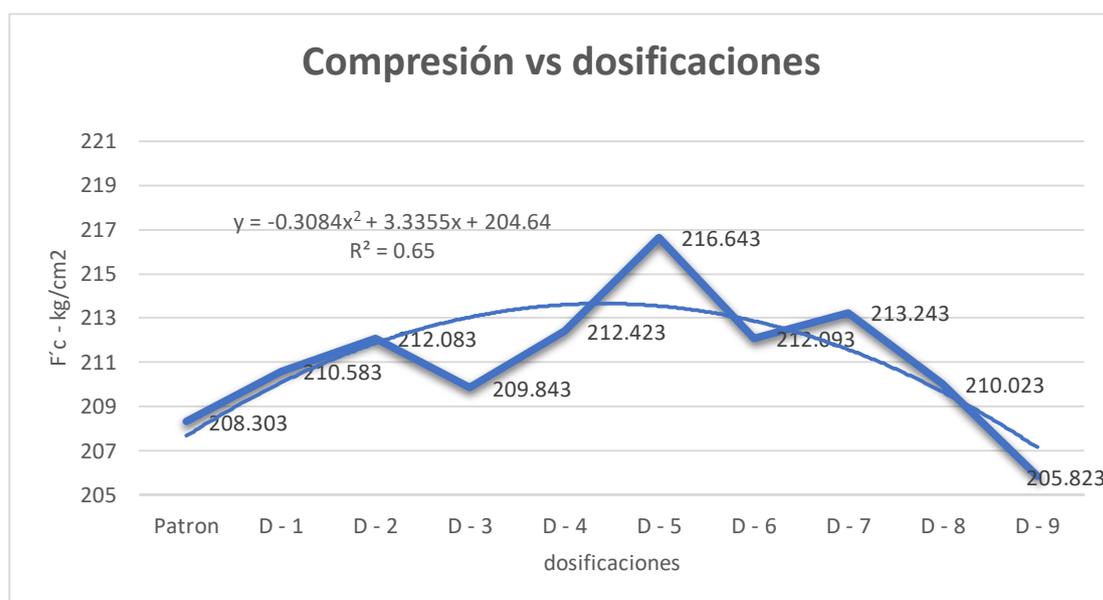


Figura 15: Relación de Compresión vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: En la tabla 31 y figura 15, según a los ensayos ser verifiko que la mejorar dosificación fue la D – 5 es de 219.43 kg/cm² (rango de variación), mejorando la resistencia diseño según norma E060.

4.2.4. Objetivo específico 04: Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos

Resultado de los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos

Tabla 32: Resultados de flexión

Dosificación	R. Flexión obtenido	Desviación estándar Ss	R. flexión corregido = Flexión – Ss kg/cm ²
P	27.21		26.87
D - 1	27.92		27.58
D - 2	28.13		27.79
D - 3	27.77		27.43
D - 4	28.35	0.341	28.01
D - 5	29.69		29.35
D - 6	28.58		28.24
D - 7	28.89		28.55
D - 8	27.82		27.48
D - 9	26.87		26.53

Fuente: Elaboración Propia (2022)

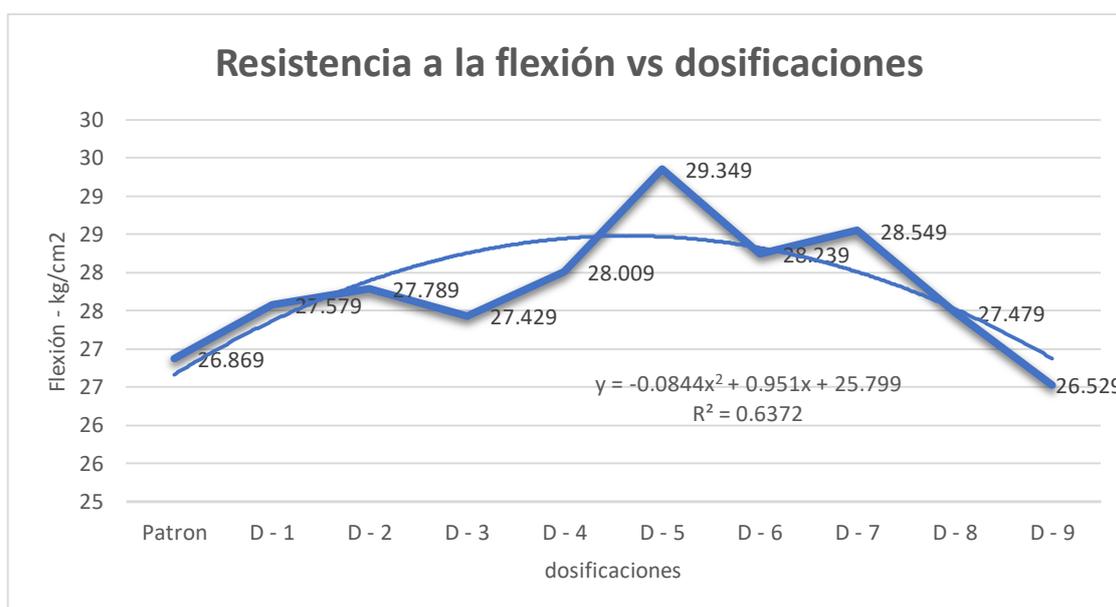


Figura 16: Relación de flexión vs %s de dosificación

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: En la tabla 32 y figura 16, según los ensayos obtenidos la mejor dosificación ensayada a los 28 días en la D – 5 es de 29.69 kg/cm², mejorado la fuerza mínima de 25 kg/cm² en base a la norma E060 – ASTM C-78.

4.3. Análisis factorial

4.3.1. Objetivo específico 1: Determinar los efectos que tiene las cenizas de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 33: Resultados de medición de la trabajabilidad.

		Cal		
		3%	4%	5%
Cenizas	5%	2.6	2.4	2.3
		2.65	2.35	2.3
		2.55	2.45	2.3
	10%	2.3	2.2	2.1
		2.35	2.2	2.05
		2.25	2.2	2.15
	12.50%	2.2	2.1	2
		2.2	2.15	2
		2.2	2.05	2

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Hipótesis 01



Tabla 34: Análisis factorial para trabajabilidad.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F	Decisión
%_Cen	1.000	0.526	0.526	310.035	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1
%_Cal	1.000	0.245	0.245	144.421	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 35: Coeficientes estandarizados para trabajabilidad.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_Cen	-0.805	0.046	-17.608	<0.0001	-0.899	-0.711
%_Cal	-0.549	0.046	-12.018	<0.0001	-0.644	-0.455

Fuente: Elaboración Propia (2022)

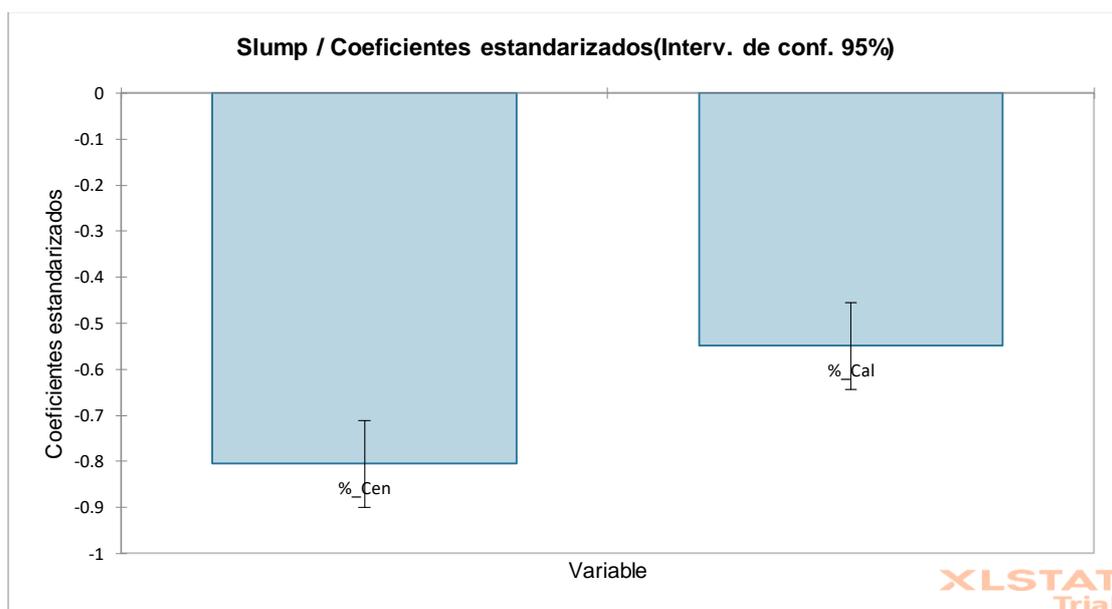


Figura 17: Coeficientes estandarizados - Trabajabilidad

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. Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 95% de la variabilidad de la variable dependiente Slump. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media.

4.3.2. Objetivo específico 2: Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 36: Resultados de medición de contenido de aire.

		Cal		
		3%	4%	5%
Cenizas	5%	2.7	2.6	2.5
		2.65	2.7	2.55
		2.75	2.65	2.45
	10%	2.55	2.45	2.3
		2.6	2.5	2.35
		2.5	2.4	2.25
	12.50%	2.45	2.3	2.15
		2.4	2.3	2.1
		2.5	2.3	2.2
		2.5	2.3	2.2

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Hipótesis 02



Tabla 37: Análisis factorial para contenido de aire.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F	Decisión
%_Cen	1.000	0.451	0.451	185.742	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1
%_Cal	1.000	0.281	0.281	115.951	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 38: Coeficientes estandarizados para contenido de aire.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_Cen	-0.755	0.055	-13.629	<0.0001	-0.870	-0.641
%_Cal	-0.597	0.055	-10.768	<0.0001	-0.711	-0.482

Fuente: Elaboración Propia (2022)

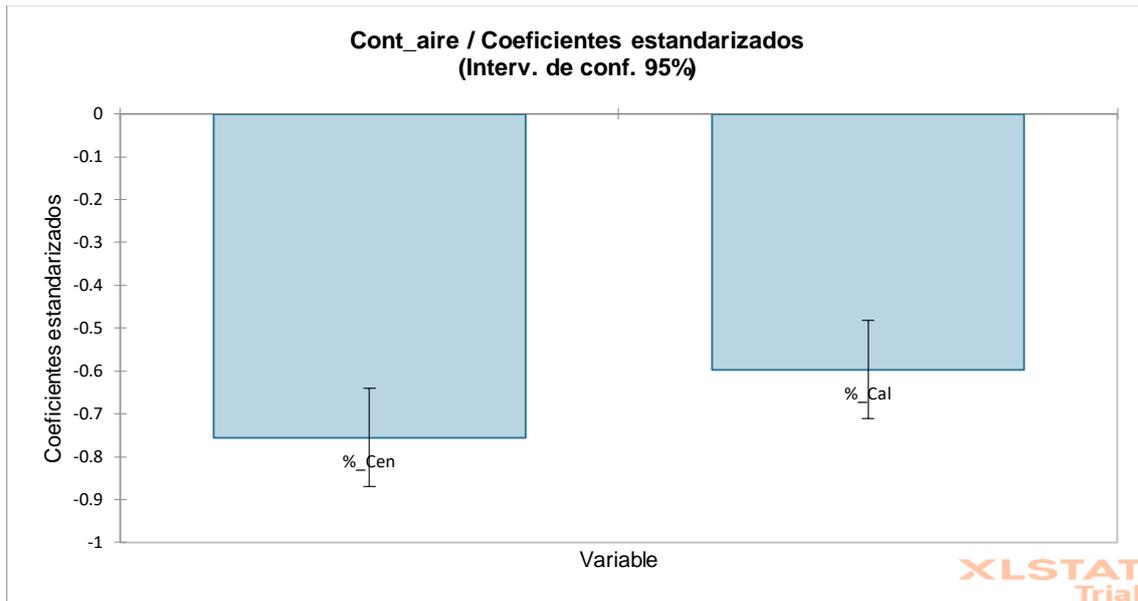


Figura 18: Coeficientes estandarizados – contenido de aire

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 si tiene efecto en la concentración de aire en las mezclas propuestas. Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 93% de la variabilidad de la variable dependiente Cont_aire. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media.

4.3.3. Objetivo específico 3: Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 39: Resultados de medición de compresión axial.

Cenizas	Resistencia a los 07 días			Resistencia a los 14 días			Resistencia a los 28 días		
	Cal			Cal			Cal		
	3	4	5	3	4	5	3	4	5
5	152.63	153.17	158.51	183.81	189.31	194.98	213.82	214.39	215.86
	151.88	154.08	159.62	185.14	191.14	196.20	213.23	215.71	217.04
	152.50	155.31	159.94	184.21	190.26	194.29	213.07	215.54	215.20
10	155.15	161.71	151.51	189.10	198.04	192.30	214.35	218.48	212.70
	154.50	162.84	152.05	190.53	197.22	191.17	214.59	219.75	213.79
	153.63	161.93	152.64	191.17	198.37	190.63	215.67	220.05	211.94
12.5	152.51	153.17	141.33	183.92	189.50	178.56	213.63	214.83	208.57
	151.52	155.10	142.43	184.98	190.48	178.54	212.70	215.11	209.50
	152.39	153.44	140.19	185.27	190.24	177.85	211.57	214.70	207.75

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Hipótesis 03

**Tabla 40:** Análisis factorial para resistencia a la compresión - 07 D.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
%_cal	1.000	2800.014	2800.014	88.894	<0.0001
%_Cen	1.000	101.215	101.215	3.213	0.086

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 41: Coeficientes estandarizados para resistencia a la compresión - 07 D.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_cal	0.875	0.093	9.428	<0.0001	0.683	1.067
%_Cen	0.166	0.093	1.793	0.086	-0.025	0.358

Fuente: Elaboración Propia (2022)

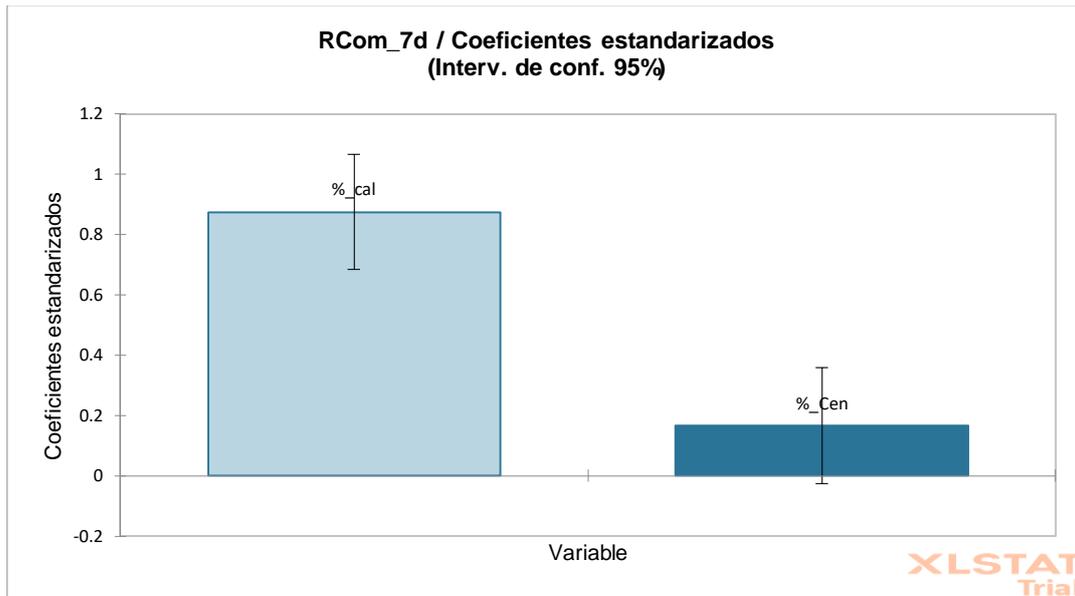


Figura 19: Coeficientes estandarizados – resistencia a la compresión – 07 D.

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. Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 79% de la variabilidad de la variable dependiente RCom_7d. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media. 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.

Tabla 42: Análisis factorial para resistencia a la compresión - 14 D.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
%_cal	1.000	3965.901	3965.901	90.777	<0.0001
%_Cen	1.000	143.724	143.724	3.290	0.082

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 43: Coeficientes estandarizados para resistencia a la compresión - 14 D.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_cal	0.877	0.092	9.528	<0.0001	0.687	1.067
%_Cen	0.167	0.092	1.814	0.082	-0.023	0.357

Fuente: Elaboración Propia (2022)

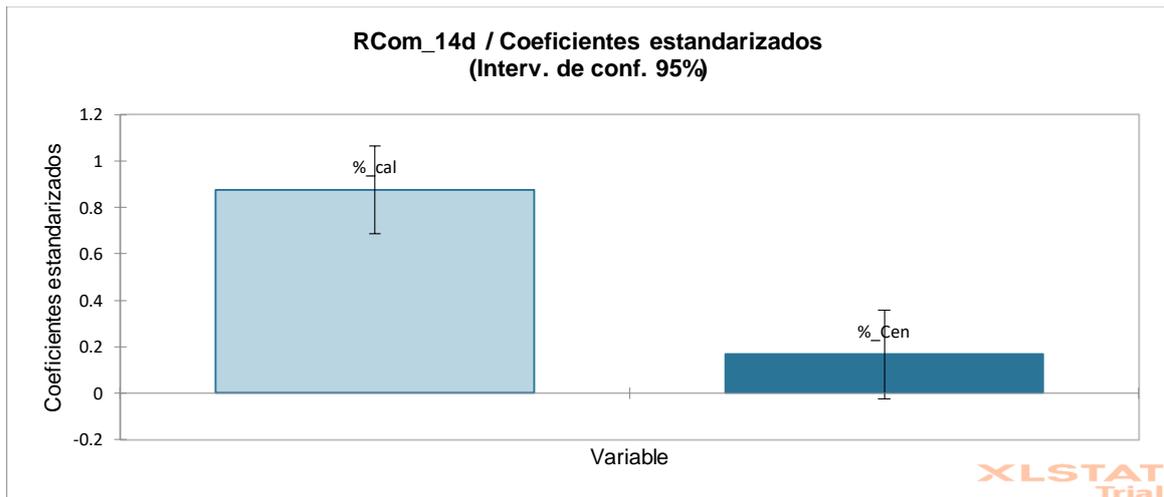


Figura 20: Coeficientes estandarizados – resistencia a la compresión – 14 D.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 80% de la variabilidad de la variable dependiente RCom_14d. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media. Entre las variables explicativas, sobre la base de la suma de cuadrados Tipo III, la variable %_cal es la más influyente.

Tabla 44: Análisis factorial para resistencia a la compresión - 28 D.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F	Decisión
%_cal	1.000	60.237	60.237	76.808	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1
%_Cen	1.000	2.197	2.197	2.801	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 45: Coeficientes estandarizados para resistencia a la compresión - 28 D.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_cal	0.861	0.098	8.764	<0.0001	0.658	1.064
%_Cen	0.164	0.098	1.674	0.107	-0.038	0.367

Fuente: Elaboración Propia (2022)

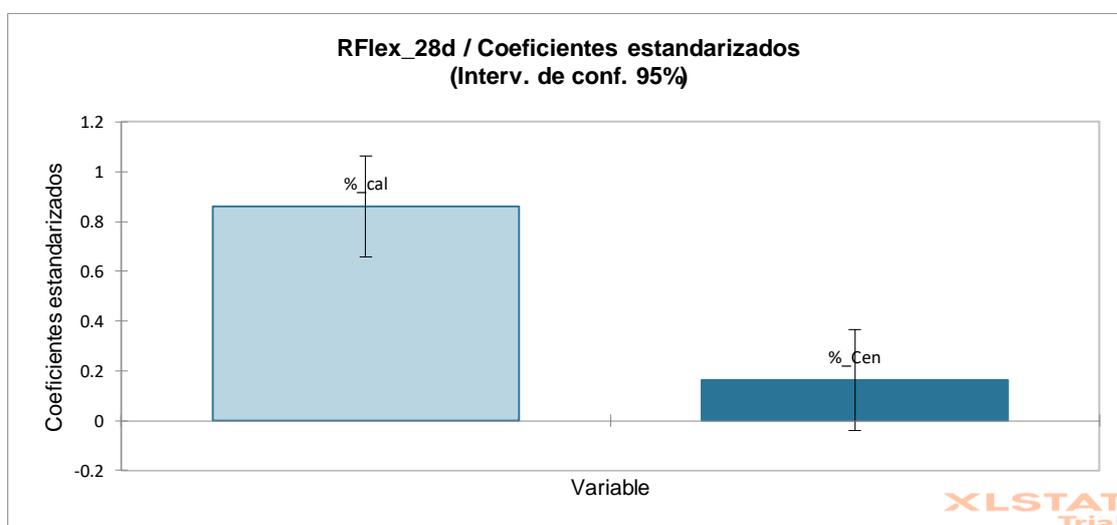


Figura 21: Coeficientes estandarizados – resistencia a la compresión – 28 D.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 80% de la variabilidad de la variable dependiente RCom_28d. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media. Entre las variables explicativas, sobre la base de la suma de cuadrados Tipo III, la variable %_cal es la más influyente.

4.3.4. Objetivo específico 4: Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.

Tabla 46: Resultados de medición de flexión.

Cenizas	Flexión a los 07 días			Flexión a los 14 días			Flexión a los 28 días		
	Cal			Cal			Cal		
	3	4	5	3	4	5	3	4	5
5	26.06	26.59	26.68	26.46	26.82	27.41	27.94	28.43	28.86
	26.19	26.62	26.73	26.52	27.08	27.53	27.97	28.32	28.90
	26.06	26.61	26.81	26.59	26.95	27.69	27.84	28.29	28.92
10	26.82	27.62	26.19	27.08	28.75	26.82	28.02	29.51	27.96
	26.81	27.78	25.91	27.26	28.59	26.81	28.18	29.75	27.69
	27.04	27.91	26.02	27.41	28.45	26.78	28.20	29.80	27.80
12.5	26.19	25.93	25.27	26.63	26.85	26.46	27.80	28.54	26.79
	26.31	26.20	24.98	26.52	27.13	26.36	27.70	28.47	26.70
	26.07	26.04	25.11	26.35	27.26	26.08	27.80	28.73	27.11

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Hipótesis 04



Tabla 47: Análisis factorial para resistencia a la flexión - 07 D.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F	Decisión
%_cal	1.000	38.779	38.779	77.128	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1
%_Cen	1.000	1.410	1.410	2.804	0.107	Se rechaza H0 y acepta H1

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 48: Coeficientes estandarizados para resistencia a la flexión - 07 D.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_cal	0.861	0.098	8.782	<0.0001	0.659	1.064
%_Cen	0.164	0.098	1.675	0.107	-0.038	0.367

Fuente: Elaboración Propia (2022)

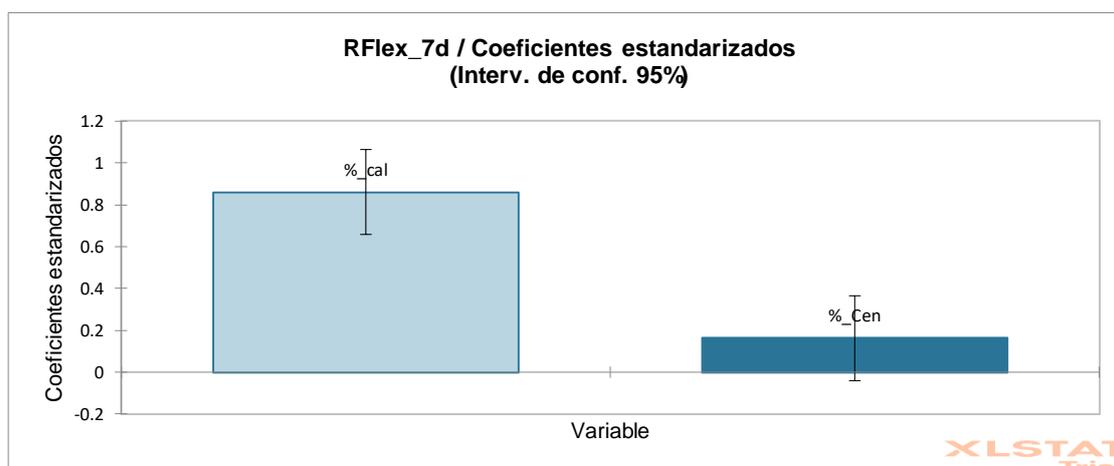


Figura 22: Coeficientes estandarizados – resistencia a la flexión – 07 D.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 77% de la variabilidad de la variable dependiente RFlex_7d. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media. Entre las variables explicativas, sobre la base de la suma de cuadrados Tipo III, la variable %_cal es la más influyente.

Tabla 49: Análisis factorial para resistencia a la flexión - 14 D.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F
%_cal	1.000	55.023	55.023	77.157	<0.0001
%_Cen	1.000	2.009	2.009	2.817	0.106

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 50: Coeficientes estandarizados para resistencia a la flexión - 14 D.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_cal	0.861	0.098	8.784	<0.0001	0.659	1.064

%_Cen	0.165	0.098	1.678	0.106	-0.038	0.367
-------	-------	-------	-------	-------	--------	-------

Fuente: Elaboración Propia (2022)

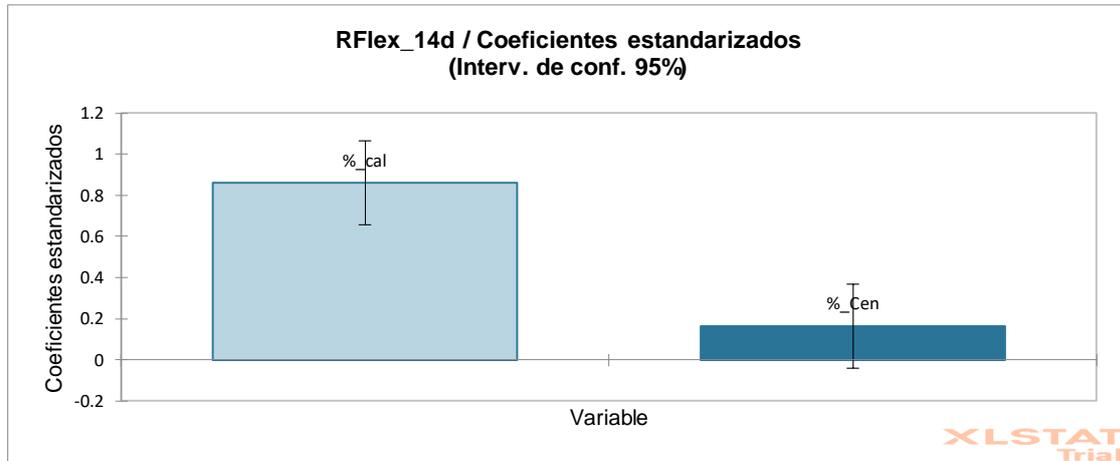


Figura 23: Coeficientes estandarizados – resistencia a la flexión – 14 D.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 77% de la variabilidad de la variable dependiente RFlex_14d. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media. Entre las variables explicativas, sobre la base de la suma de cuadrados Tipo III, la variable %_cal es la más influyente.

Tabla 51: Análisis factorial para resistencia a la flexión - 28 D.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Pr > F	Decisión
%_cal	1.000	60.237	60.237	76.808	<0.0001	Se rechaza H0 y acepta H1
%_Cen	1.000	2.197	2.197	2.801	0.107	Se rechaza H0 y acepta H1

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Tabla 52: Coeficientes estandarizados para resistencia a la flexión - 28 D.

Fuente	Valor	Error estándar	t	Pr > t	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
%_cal	0.861	0.098	8.764	<0.0001	0.658	1.064
%_Cen	0.164	0.098	1.674	0.107	-0.038	0.367

Fuente: Elaboración Propia (2022)

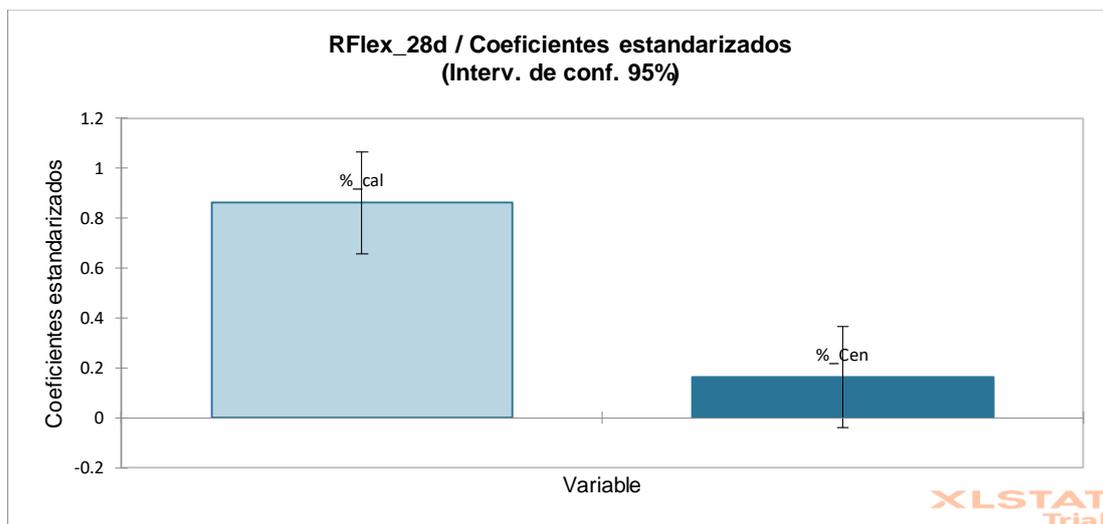


Figura 24: Coeficientes estandarizados – resistencia a la flexión – 28 D.

Fuente: Elaboración Propia (2022)

Interpretación: Dado el valor R^2 , las 2 variables explicativas explican el 77% de la variabilidad de la variable dependiente RFlex_28d. Dado el valor p asociado al estadístico F calculado en la tabla ANOVA, y dado el nivel de significación del 5%, la información aportada por las variables explicativas es significativamente mejor que la que podría aportar únicamente la media. Entre las variables explicativas, sobre la base de la suma de cuadrados Tipo III, la variable %_cal es la más influyente.

V. DISCUSIÓN

Discusión 01: Determinación los efectos que tiene las cenizas de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.

En la presente investigación se hizo la combinación de dos materiales los cuales no se encontraron antecedentes con dichas combinaciones, por lo que ésta referencia servirá para corroborar los cambios en los resultados y éstas sean comparables con los ensayos de trabajabilidad. La trabajabilidad del concreto modificado, la mejor mezcla D – 5 (4% CAL + 10% CE), es de 2.2 pulg, en los márgenes de 2” a 4” en base a la norma E060 – ASTM C 143.

En tal caso **ALIAGA y otros (2018)**, concluyeron que las cenizas de cascarilla de arroz, en el ensayo de trabajabilidad en las dosificaciones de 0% (3.6 pulg), 10% (3.1 pulg), 15% (2.8 pulg) y 20% (2.5 pulg). Verificamos que cumplió con el objetivo 1 de la investigación.

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

En la presente investigación se hizo la combinación de dos materiales los cuales no se encontraron antecedentes con dichas combinaciones, por lo que ésta referencia servirá para corroborar los cambios en los resultados y éstas sean comparables con los ensayos de contenido de aire. El contenido de aire del concreto modificado, la mejor mezcla D – 5 (4% CAL + 10% CE), es de 2.45 %, cumpliendo en el margen de 1% al 3% según norma E060 – ASTM C 231

Al respecto es inferior a **COYASIMIN (2016)**, de 0% (1.03%),15% ceniza de bagazo de caña (CBC) (1.9%),15% CCA (2.0%), 30% CBC (3.2%) y 30% ceniza de cascara de azúcar (CCA) (3.1%). Verificamos que se cumplió con el objetivo 2 de la investigación.

Discusión 03: Determinación los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos.

En la presente investigación se hizo la combinación de dos materiales los cuales no se encontraron antecedentes con dichas combinaciones, por lo que ésta referencia servirá para corroborar los cambios en los resultados y éstas sean comparables con los ensayos de compresión. La compresión en las briquetas de concreto modificado, ensayados a los 28 días en la D – 5 (4% CAL + 10% CE), es de 219.43 kg/cm², superando la fuerza mínima de diseño según norma E060 de $f'c = 210$ kg/cm².

Al respecto es inferior a **CHUMACERO y otros (2021)** del cual obtuvo los siguientes **resultados** en las dosificaciones de Compresión a los 28 días, de 0% (220.99 kg/cm²), de 5% (189.44 kg/cm²), 10% (234.65 kg/cm²) y 15% (196.70 kg/cm²), por lo que se encuentra que la compresión 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. Se puede observar que se cumplió con el objetivo 3 de la investigación.

Discusión 04: Determinación los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos

En la presente investigación se hizo la combinación de dos materiales los cuales no se encontraron antecedentes con dichas combinaciones, por lo que ésta referencia servirá para corroborar los cambios en los resultados y éstas sean comparables con los ensayos de flexión. La flexión en las viguetas de concreto modificado, ensayados a los 28 días en la D – 5 (4% CAL + 10% CE), es de 29.69 kg/cm², mejorando la fuerza mínima de 25 kg/cm² según norma E060 – ASTM C-78.

Al respecto es inferior a **BERNAOLA & GUARDAPUCLLA (2021)**, en su trabajo, citado en el contexto nacional cuyos **resultados** en las dosificaciones de la flexión a los 28 días, de 0% (25.39 kg/cm²), 9% (26.05 kg/cm²), 14% (23.23 kg/cm²) y 23% (18.0 kg/cm²). Se puede observar que se cumplió con el objetivo 4 de la investigación.

Discusión 05: Determinación de las propiedades físico mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022, adicionando cenizas de eucalipto y cal.

En la presente investigación se hizo la combinación de dos materiales los cuales no se encontraron antecedentes con dichas combinaciones, por lo que ésta referencia servirá para corroborar los cambios en los resultados y éstas sean comparables con los antecedentes descritos. Las propiedades de concreto modificado con cal y ceniza de eucalipto a los 28 días con la D – 5 (4% CAL + 10% CE), para trabajabilidad es de 2.2 pulg, para el contenido de aire es de 2.45 %, para la Compresión es 219.43 kg/cm², y para la flexión es de 29.69 kg/cm².

Al respecto es inferior a **ALIAGA y otros (2018)**, concluyeron que las cenizas de cascarilla de arroz, en el ensayo de trabajabilidad en las dosificaciones de 0% (3.6 pulg), 10% (3.1 pulg), 15% (2.8 pulg) y 20% (2.5 pulg). Afectando en el control de calidad pero estando en los márgenes de 2" a 4" según norma E060 – ASTM C 143. **COYASIMIN (2016)**, de 0% (1.03%), 15% ceniza de bagazo de caña (CBC) (1.9%), 15% CCA (2.0%), 30% CBC (3.2%) y 30% ceniza de cascara de azúcar (CCA) (3.1%). **CHUMACERO y otros (2021)** del cual obtuvo los siguientes **resultados** en las dosificaciones de la $f'c$ a los 28 días, de 0% (220.99 kg/cm²), de 5% (189.44 kg/cm²), 10% (234.65 kg/cm²) y 15% (196.70 kg/cm²). **BERNAOLA & GUARDAPUCLLA (2021)**, en su trabajo, citado en el contexto nacional cuyos **resultados** en las dosificaciones de la flexión a los 28 días, de 0% (25.39 kg/cm²), 9% (26.05 kg/cm²), 14% (23.23 kg/cm²) y 23% (18.0 kg/cm²). Cumpliéndose el objetivo general de la investigación.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 01: La adición de ceniza de eucalipto y cal, verifica una tendencia a la disminución de la trabajabilidad en la mezcla D – 5 (4% CAL + 10% CE) con 2.2 pulg, en un diseño patrón de 3 pulg.

Conclusión 02: El contenido de aire vario debido a las diferentes combinaciones de ceniza de eucalipto y cal, donde la mezcla D - 5 (4% CAL + 10% CE), es de 2.45%, con la menor concentración de aire atrapado según la norma E060 – ASTM C 231, mediante los rangos de 1% y 3%.

Conclusión 03: La resistencia a la compresión de las briquetas de concreto, se diferenció debido a las dosificaciones distintas de ceniza de eucalipto y cal ensayados a los 28 días donde la más alta es la dosificación D – 5 (4% CAL + 10% CE), es de 219.43 kg/cm², después empezara a descender su resistencia, esto debido a mayor adición de ceniza de eucalipto y cal, estando en el margen óptimo de la norma E060, con el diseño patrón de $f'c = 210$ kg/cm².

Conclusión 04: La resistencia a la flexión de las briquetas de concreto, se diferenció debido a las dosificaciones distintas de ceniza de eucalipto y cal ensayados a los 28 días donde la más alta es la dosificación D – 5 (4% CAL + 10% CE), es de 29.69 kg/cm², después empezara a descender su resistencia, esto debido a mayor adición de ceniza de eucalipto y cal, estando en el margen óptimo de la norma E060 – ASTM C78.

Conclusión 05: Las propiedades de concreto modificado con cal y ceniza de eucalipto a los 28 días mejoraron con la dosificación D – 5(4% CAL + 10% CE),, para trabajabilidad es de 2.2 pulg, para el contenido de aire es de 2.45 %, para la compresión es 219.43 kg/cm², y para la flexión es 29.69 kg/cm². En los resultados generales se verifica la tendencia del mejoramiento de las propiedades del concreto, según la adición de la ceniza de eucalipto y cal, hasta la dosificación 5, luego empezara a descender para todos los ensayos estudiados.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 01: Se recomienda emplear la dosificación de concreto modificado D – 5 (4% CAL + 10% CE), cuya trabajabilidad es de 2.2 pulg, cuyos márgenes de 2” a 4” en base a la norma E060 – ASTM C 143, dando una mezcla blanda.

Recomendación 02: Se recomienda emplear la dosificación de concreto modificado en D – 5 (4% CAL + 10% CE), cuyo contenido de aire es de 2.45%, encontrándose en el rango permitido según la norma ASTM C231 de 1% a 3%.

Recomendación 03: Se recomienda emplear la dosificación de concreto modificado hasta la D – 5 (4% CAL + 10% CE), ya que mejora la resistencia a la compresión axial con 219.43 kg/cm². Aumentando mayor dosificación tendera a disminuir la resistencia obteniendo fallas por corte indirecto.

Recomendación 04: Se recomienda emplear la dosificación de concreto modificado en D – 5 (4% CAL + 10% CE), ya que mejora la resistencia a la flexión con 29.69 kg/cm². Aumentando mayor dosificación tendera a disminuir la resistencia obteniendo fallas por corte indirecto.

Recomendación 05: Se recomienda emplear la dosificación del concreto modificado en D – 5 (4% CAL + 10% CE) como máximo, ya que incrementando la dosificación, su tendencia dará a reducir los ensayos estudiados.

REFERENCIAS

1. *A review on the utilization of fly ash*. Ahmaruzzaman. 2010. 3, s.l. : Issue: ELSERIVER, 2010, Vol. 36, pp. 327-363.
2. ABANTO, Flavio. 2009. Concreto, definicion. *Tecnología del concreto*. Lima : San Marcos, 2009, pp. 11-13.
3. Abellán, Joaquin, et al. 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 and 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. and 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. Aliaga, J. and 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.
7. American Concrete Institute. 1987. *Guía práctica para el diseño de mezcla de hormigón*. Colombia : Medellín, 1987.
8. Arias, Fidias. 2012. *El proyecto de investigación, introducción a la metodología científica*. Venezuela : Caracas, 2012.
9. Arrieta, M. and 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.
10. ASTM C618. 2018. *Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. USA : ASTM INTERNATIONAL, 2018.
11. ATEP-GEHO-FIP-CEB. DEL POZO, Vindel, F.J. 1996. 202, 1996, Hormigón Y Acero, Vol. 47.
12. Baena, Guillermina. 2017. *Metodología de la investigación*. Mexico : Patria, 2017.
13. Baldoceca, Josué and 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.
14. Bernaola, Y. and Guardapuella, H. 2021. *“Influencia de la ceniza del tronco del eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Anta, Cusco – 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
15. BOLIVAR, RUIZ. 2002. 2002.

16. Caballero, Karen. 2017. *Propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2017. pp. 18-23. Vol. 8.
17. 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.
18. 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.
19. Chino, M. 2021. *Resistencia a la compresión del concreto hidráulico 210 Kg/cm², Incorporando ceniza de eucalipto para la eficiencia estructural del pavimento rígido en Av. Micaela Bastidas- Cusco*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
20. *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*. Nurtanto, D., et al. 2020. 3, Jember : Universitas Jember, 2020, Vol. 35. ISSN 0718-5073.
21. *Concrete with rice husk ash and construction and demolition wastes*. Da Silva, Larissa, et al. 2019. 4861, Brasil : Res., Soc. Dev. 2019; 8(4):e2684861, 2019, Vol. 8. ISSN 2525-3409.
22. *Definición, Propiedad Intelectual e Industria*. Lozada, J. 2014. 1, Quito : Universidad Tecnológica Indoamericana, 2014, Vol. 3. ISSN: 1390-9592.
23. Farfán, Marlon and 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. id=521758012002.
24. Garcia, Alcira and 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.
25. GERENCIA, INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y. 2015. 2015.
26. Gómez, J. 2016. *Tecnología del concreto en la modernidad*. Lima : Universidad Tecnológica Indoamericana, 2016. ISSN 1390 - 9592.
27. Hernandez-Sampieri, R and Mendoza, C. 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico DF : Mc Graw Hill Education, 2018.
28. Herrera, Sergio and Polo, Melvin. 2017. Arequipa : UCSM, 2017, Tesis de grado. 12.026404.

29. HUAQUISTO, Samuel and BELIZARIO, German. 2018. *Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento*. Puno : s.n., 2018. p. 228. Vol. 20.
30. *Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete*. Do Couto, Álison, et al. 2018. 2018, Medellín : DYNA, 2018, Vol. 86, pp. 264-270. ISSN 0012-7353.
31. McCORMAC, Jack C. and BROWN, Russell H. 2011. *Diseño de Concreto Reforzado*. Mexico DF : Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V, 2011. p. 724.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. NTP 339.183. 2013. *Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima : INDECOPI, 2013.
36. Ortiz, Javier, Rojas, Andrés and Triana, Juan. 2021. *Comportamiento del mortero y el concreto hidráulicos con adición de ceniza de cascarilla de café*. Ibagué : Universidad Cooperativa de Colombia, 2021.
37. Palacios, L. 2021. *Evaluación de resistencia a compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de ceniza de coronta y nuez, Vilcashuamán, Ayacucho 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
38. RNE - Norma E060. 2016. *Concreto armado*. Lima : Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016.
39. Salas, et al. 2013. *Propiedades de ingeniería de concretos adicionados con cenizas de cascarilla de arroz y metacaolín colombianos*. Colombia : Universidad del Valle , 2013. ISSN: 0123-3033.
40. TORIBIO, Deivid and 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.
41. Vargas, Katya. 2021. *Adición de ceniza de Quinual para mejorar la resistencia del concreto – Yanacancha, Cerro de Pasco – 2021*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2021.
42. 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.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Matriz de operacionalización de la variable

Anexo 03: Análisis estadístico de resultados

Anexo 04: Ensayos

Anexo 04.01. Ensayos de la Ceniza de Eucalipto

Anexo 04.02. Diseño de mezclas

Anexo 04.03. Ensayo de Trabajabilidad

Anexo 04.04. Ensayo de contenido de aire

Anexo 04.05. Ensayo de resistencia a la compresión

Anexo 04.06. Ensayo de resistencia a la flexión

Anexo 05: Confiabilidad

Anexo 06: Dosificación y resultados de antecedentes

Anexo 07: Procedimientos

Anexo 08: Certificados de calibración

Anexo 09: Constancia de permanencia en laboratorio

Anexo 10: Turnitin

Anexo 01: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General: ¿Cómo varían las Propiedades físicas y mecánicas de concreto adicionando cenizas de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco 2022?	Objetivo General: Determinar las propiedades físico mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Cusco 2022, adicionando cenizas de eucalipto y cal.	Hipótesis General: La ceniza de Eucalipto y cal influyen considerablemente en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco 2022.	Independiente 01: Ceniza de eucalipto y Cal	Dosificación	Patron (0%), CAL (3%,4%,5%) Y CE (5%,10%,12.5%)	Balanza Calibrada	Tipo de investigación: Aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativo El diseño de la investigación: Experimental El nivel de la investigación: Causa Efecto Población: Concreto f'c= 210 kg/cm2 Muestra: Representativas por dosificación Muestreo: No probabilístico
¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos?	Determinar los efectos que tiene las cenizas de eucalipto y cal en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.	La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en la trabajabilidad del concreto para pavimentos rígidos.	Variable 2: Propiedades físicas y mecánicas de concreto	Granulometria	Ceniza de Eucalipto	Tamices según NTP y ASTM, Balanza calibrada	
				Cal	Cal y Ceniza de eucalipto		
				Peso Unitario	Ceniza de Eucalipto		
¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos?	Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.	La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en el contenido de aire del concreto para pavimentos rígidos.	Propiedades físicas	Cal	Cal y Ceniza de eucalipto	Ensayo de consistencia - cono de Abrahams	
				Trabajabilidad (ASTM C-143)	Ensayo de contenido de aire - Olla de Washington		
¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos?	Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos.	La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en la resistencia a la compresión axial del concreto para pavimentos rígidos.	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión (ASTM C-109)	Ensayo de resistencia a la compresión - Maquina de compresión axial		
¿Cómo varían los efectos de la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos?	Determinar los efectos que tiene la ceniza de eucalipto y cal en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos	La adición de ceniza de eucalipto y cal influye en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos		Resistencia a la flexión (ASTM C-293)	Ensayo de resistencia a la flexotracción - Maquina de flexotracción		

Anexo 02: Matriz de operacionalización de la variable

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1: Ceniza de Eucalipto y cal (Aguilar, J. & Diaz, V. 2021 - 4% de Cal)	La ceniza de Eucalipto "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" (Agudelo, y otros, 2017).	Las dosificaciones de la cal (3%,4%,5%) y la ceniza de eucalipto al (5%, 10% y 12.5%) respecto al peso del cemento, empleándose para las 10 muestras o combinaciones incluida la muestra patrón (0%), con el objetivo de mejorar la trabajabilidad, disminuir el contenido de aire, aumentar la flexotracción e incrementar la resistencia a la compresión.	Dosificación	Patron (0%), CAL (3%,4%,5%) Y CE (5%,10%,12.5%)	Balanza calibrada (kg) - Razón
			Granulometría	Ceniza de Eucalipto	% que pasa - Razón
				Cal	
			Peso Unitario	Cal y Ceniza de eucalipto	
				Ceniza de Eucalipto	Kg/m3 o gr/cm3 - Razón
				Cal	
Cal y Ceniza de eucalipto					
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 flexión (ASTM C-293)	Kg/cm2

Anexo 03: Análisis estadístico de resultados

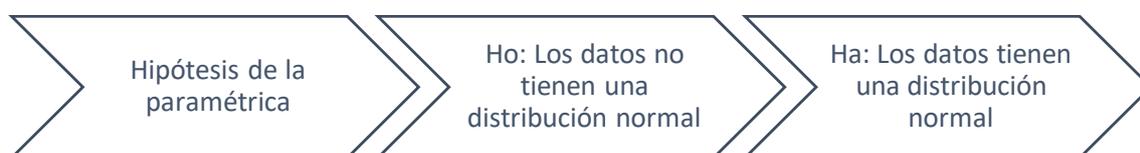
Estadística correlacional.

		V1	V2
V1	Correlación de Pearson	1	,935**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	240	100
V2	Correlación de Pearson	,935**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	240	100

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

En cuanto a la correlación de la V1 y V2, tiene un grado de correlación 0.935, lo que demuestra que existe un alto grado de significación de acuerdo a la prueba de correlación de Pearson.

Estadística inferencial



	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
V1	,114	240	,082	,925	240	,003
V2	,138	240	,014	,910	240	,001

De acuerdo al estadístico de prueba de Kolmogorov – Smirnov se observa que los valores $p=0.114 > 0.05$, para la variable 1 y $p=0.138 > 0.05$, para la variable 2 donde se demuestra que ambas variables son paramétricas, en consecuencia, los datos que provienen del tamaño de la muestra tienen una distribución normal donde aceptamos la Ha y rechazando la Ho.

Contraste de hipótesis 01



			V1D1	V2D111
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000	,775**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	90	90
	V2D111	Coef. de corr,	,775**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	90	90

Según los datos obtenidos en cuanto a la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D111 el cual permite destacar a través del coef. de corr. de Pearson un nivel de significancia de 0,775 y un nivel de sig. 0,000 menor al nivel de error de 0,05 .En cuanto a los resultados se respalda la postura planteada por el autor donde se ratifica la hipótesis Ha y se rechaza la Ho.

Contraste de hipótesis 02



			V1D1	V2D112
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000	,901**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	90	90
	V2D112	Coef. de corr,	,901**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	90	90

Demostrando los resultados en cuanto a la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D112 el cual permite destacar a través del coef. de corr. de

Pearson un nivel de significancia de 0,901 y un nivel de sig. 0,000 menor al nivel de error de 0,05. En cuanto a los resultados se respalda la postura planteada por el autor donde se ratifica la hipótesis Ha y se rechaza la Ho.

Contraste de hipótesis 03



		V1D1	V2D2I1
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000
		Sig. (bilateral)	,930**
		N	30
	V2D2I1	Coef. de corr,	,930**
		Sig. (bilateral)	1,000
		N	30

Demostrando los resultados en cuanto a la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D2I1 el cual permite destacar a través del coef. de corr. de Pearson un nivel de significancia de 0,930 y un nivel de sig. 0,000 menor al nivel de error de 0,05. En cuanto a los resultados se respalda la postura planteada por el autor donde se ratifica la hipótesis Ha y se rechaza la Ho.

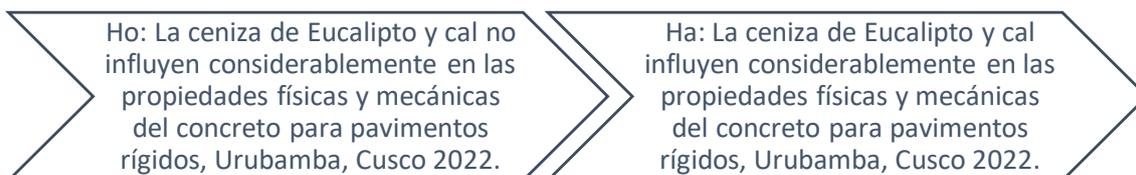
Contraste de hipótesis 04



			V1D1	V2D2I2
Rho de Spearman	V1D1	Coef. de corr,	1,000	,789**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	30	30
	V2D2I2	Coef. de corr,	,789**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	30	30

Demostrando los resultados en cuanto a la prueba de hipótesis específica de la variable V1D1 y V2D2I2 el cual permite destacar a través del coeficiente de correlación de Pearson un nivel de significancia de 0,789 y un nivel de sig. 0,000 menor al nivel de error de 0,05 .En cuanto a los resultados se respalda la postura planteada por el autor donde se ratifica la hipótesis Ha y se rechaza la Ho.

Contraste de hipótesis general



			V1	V2
Rho de Spearman	V1	Coef. de corr,	1,000	,946**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	108	108
	V2	Coef. de corr,	,946**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	108	108

El coeficiente de correlación entre la V1 y V2 presenta un grado de correlación alto de 0,946 lo que demuestra que existe un coeficiente de correlación significativa de acuerdo a la prueba estadística de Pearson $> \alpha = 0.05$ en consecuencia, donde aceptamos la Ha y rechazando la Ho.

		CAL 3 %		CAL 4 %		CAL 5 %	
		3		4		5	
CE 5 %	5	213.82		214.39		215.86	
	5	213.23		215.71		217.04	
	5	213.07		215.54		215.20	
			213.373333		215.213333		216.033333
CE 10 %	10	214.35		218.48		212.7	
	10	214.59		219.75		213.79	
	10	215.67		220.05		211.94	
			214.87		219.426667		212.81
CE 12.5 %	12.5	213.63		214.83		208.57	
	12.5	212.70		215.11		209.50	
	12.5	211.57		214.70		207.75	
			212.633333		214.88		208.606667

Anexo 04: Ensayos

Anexo 04.01. Ensayos de la Ceniza de Eucalipto



- 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 EUCALIPTO Y CAL PARA
PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022

Solicita: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

Ubicación: Region CUSCO
Provincia URUBAMBA

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

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

JUNIO, 2022

Cusco-Peru

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 ₄ . NTP 400.037 4	
2.1.3 ENSAYO DE CLORUROS SOLUBLES (Cl-) - NTP 339.177.	6
2.1.4 ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES (SO ₄) - 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


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

1. **NORMATIVIDAD, OBJETIVO Y FINES DE ESTUDIO.**

1.1.- **NORMATIVIDAD:**

- NTP 339.176:2022 ENSAYO PARA DETERMINAR EL PH
- NTP. 339.178:2002 CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES
- NTP 339.152:2002 SALES SOLUBLES
- NTP 339.177:2002 CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES
- MTC E 107 ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
- MTC E 110 DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS
- MTC E 111 DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)
- MTC E 113 MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA

1.2.- **OBJETIVO**

Determinar las características geotécnicas de la ceniza para determinar el tipo de suelo al que corresponde.

1.3.- **FINES DE ESTUDIO.**

Determinar las características geotécnicas de la ceniza, con un adecuado control y cumplimiento de las especificaciones técnicas establecida por el MTC.

2. **TRABAJOS EN LABORATORIO.**

2.1 **ANÁLISIS QUÍMICOS EN SUELOS**

2.1.1 **POTENCIAL HIDROGENO (PH) - MTC E 129**

EQUIPOS Y REACTIVOS

EQUIPOS

- Aparato para la determinación pH por el método electrométrico.
- Potenciómetro, medidor de pH, este aparato está provisto de una escala de lectura, legible y precisa
- a 0,05 unidades de pH, compensador de temperatura, ensayado con un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia de calomel ó de cloruro de plata.
- 4.1.2 Balanza, con aproximación a 0,001 g.
- 4.1.3 Bandeja no corrosiva.
- 4.1.4 Tamiz con abertura de 2 mm (malla N^o 10), con plato de fondo.


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 o vaso 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 pH de una suspensión de suelo varía con la relación suelo agua, un incremento en la solución llevará al pH más cerca de 7

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

- 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).

PREPARACIÓN DE MUESTRA

- Verifique la humedad de la muestra y secar al aire libre o en estufa a una temperatura de 60 °C.
- Cuartee 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 Whatman42, 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 BaCl₂, 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 BaSO₄ 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 EN GEOTECNIA Y MATERIALES
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

CÁLCULO

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 BaSO₄

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 (NaHCO₃) en polvo.

- Ácido nítrico (HNO_3) 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 alícuota 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 alícuota en función del ensayo cualitativo en un matraz Erlenmeyer de 100 mL y enrrese 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 alícuota menor y repita el proceso a partir del punto 6.6.
- Registre el volumen de AgNO_3 empleado hasta llegar al punto final.


INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
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⁻/mL de AgNO₃

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 déleznable con un rodillo hasta que todo pase por el tamiz.

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

MÉTODO GRAVIMÉTRICO

APARATOS

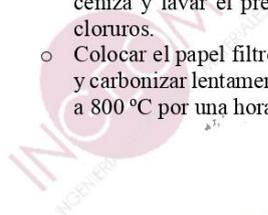
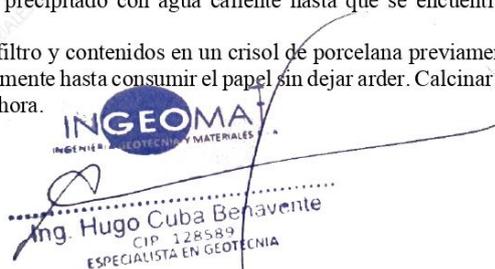
- Balanza analítica (de acuerdo a los requisitos NTP334,079).
- Bureta 100 mL.
- Pipetas de 5, 10, 20 y 30mL.
- Horno mufla.
- Crisoles de porcelana (previamente tarados a 800 °C por una hora en estufa).
- Embudo de vidrio o de plástico.
- Papel Whatman 42.
- Vaso de precipitado.
- Probeta de 250 mL.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

REACTIVOS

- Solución de cloruro de bario (100g/L).
- Ácido nítrico (gravedad específica 1.42)

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 BaCl₂, 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 BaSO₄ 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 EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP. 128589
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 BaSO₄

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 ₃)	1,000	p.p.m.	máximo
4.- Sulfato (ión SO ₄)	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 con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,750 mm (Nº 4).
- Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,750 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
3/8"	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 entre el peso 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 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 ± 0,2 mm (0,394 ± 0,008") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- Recipientes o Pesos. 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 ($\frac{3}{4}$ " 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 $LL = kW^n$ para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:



Donde:

- N = Números 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 el método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua clara 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 μm (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.

CÁLCULO

(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 ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNÓMETRO 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 $1 \pm 0.5^\circ\text{C}$ en toda la cámara de secado. Estos requerimientos usualmente se cumplen con 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

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

3 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA.

N° DE ENSAYO	MUESTRA	SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	CLORUROS SOLUBLES	PH
1	CENIZA	227.27 ppm	135.00 ppm	695.65 ppm	7.1
SEGÚN NORMA		1500.00 ppm	600.00 ppm	1000.00 ppm	5 a 8
CUMPLE??		SI	SI	SI	SI

Cuadro 4 Resumen de las condiciones químicas de la ceniza.

N° DE ENSAYO	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP	SUCS	P.E.
1	CENIZA	0.00 %	19.65 %	80.35 %	20.93 %	16.95 %	3.98 %	ML	1.78

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 1.86 g/cm³.

BIBLIOGRAFIA:

1. MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES – MTC 2016
2. AGREGADOS PARA CONCRETO NORMA TÉCNICA NTP 400.03 PERUANA 2018.

INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

4 PANEL FOTOGRÁFICO.



Fotografía 1 y Fotografía 2: Análisis granulométrico.



Fotografía 3 y Fotografía 4: Determinación del peso específico.

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



- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote G-3, San Sebastian - Cusco, Tlf 084 - 270342, RP 0374270240, RPM: 4998980111

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

Ubicación: -URUBAMBA -CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicitante: BACH. EBER BUNII HUANACO LOAYZA

PESO INICIAL= 450.00 gr

% de perdidas= 1.55%

PESO FINAL= 443.14 gr

% Max de Perdida= 2.00%

OKiji

P.R.: HUGO CUBA BENAVENTE

J.L.: JEFFERSON CHARA HOLGUIN

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	32.46	7.32%	92.68%
200	0.075	54.61	12.32%	80.35%
bandeja	0.000	356.07	80.35%	0.00%
		443.14	100.00%	



% de gruesos= 19.65%

% de finos= 80.35%

% de grava= 0.00%

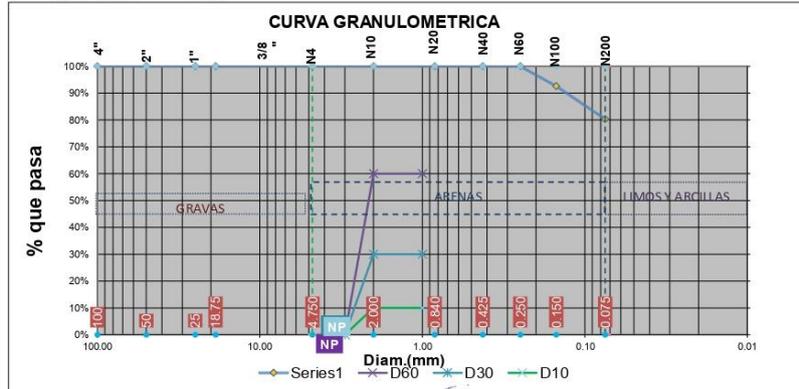
% de arena= 19.65%

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

% de la fraccion gruesa pasa la malla N 4=

0.00% (Grava)

100.00% (Arena)



D40= NP
D30= NP
D10= NP

Cu= NP
Cc= NP

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

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



- LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.

- Urb. El Eden Lote G-3, San Sebastián - Cusco, Tlf 084 - 270342, RP 0374270240, RPM: 4998990111

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

Ubicación: --URUBAMBA -CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicitante: BACH. EBER BUNII HUANACO LOAYZA

PESO INICIAL= 450.00 gr

% de perdidas= 1.55%

PESO FINAL= 443.14 gr

% Max de Perdida= 2.00% OKiji

P.R.: HUGO CUBA BENAVENTE

J.L.: JEFFERSON CHARA HOLGUIN

LIMITES DE CONSISTENCIA

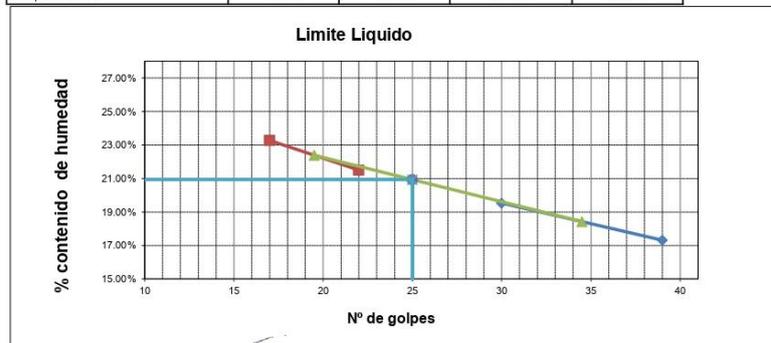
LIMITE PLASTICO

Nº de lata	1	2	3
peso de suelo humedo + lata(gr)	12.86	11.16	12.02
peso de suelo seco + lata(gr)	11.75	10.36	11.18
peso de lata(gr)	5.23	5.64	6.22
peso de suelo seco(gr)	6.52	4.72	4.96
peso de suelo humedo(gr)	7.63	5.52	5.80
peso de agua(gr)	1.11	0.80	0.84
contenido de humedad	16.98%	16.98%	16.90%



LIMITE LIQUIDO MTC E-110

Nº de lata	1	2	3	4
peso de suelo humedo + lata(gr)	88.95	105.74	108.75	103.12
peso de suelo seco + lata(gr)	77.88	90.14	91.69	85.59
peso de lata(gr)	13.95	10.25	12.35	10.25
peso de suelo seco(gr)	63.93	79.89	79.34	75.34
peso de suelo humedo(gr)	75.00	95.49	96.40	92.87
peso de agua(gr)	11.07	15.60	17.06	17.53
contenido de humedad	17.31%	19.53%	21.50%	23.27%
Numero de golpes:N	39	30	22	17
LL aproximado	18.27%	19.97%	21.17%	22.21%



LL= 20.93%

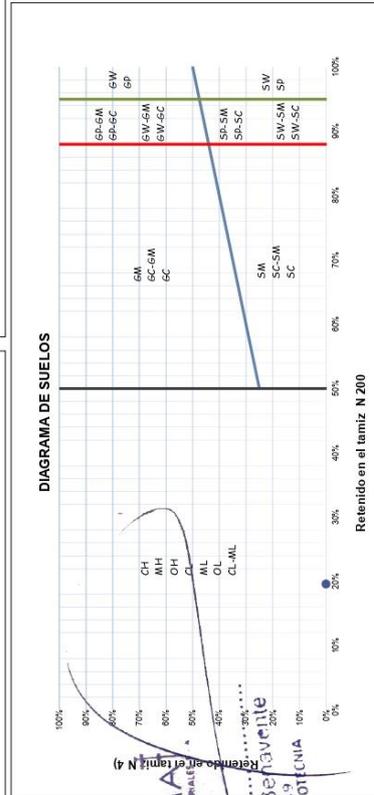
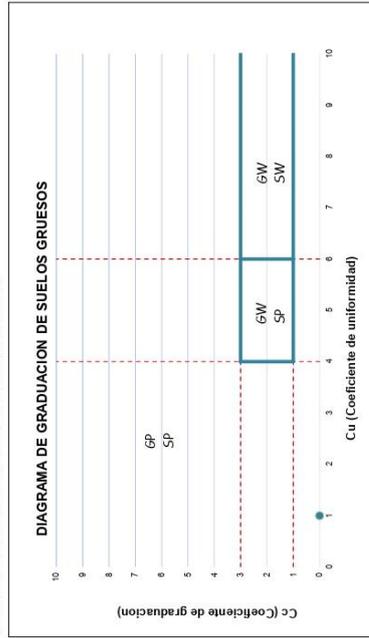
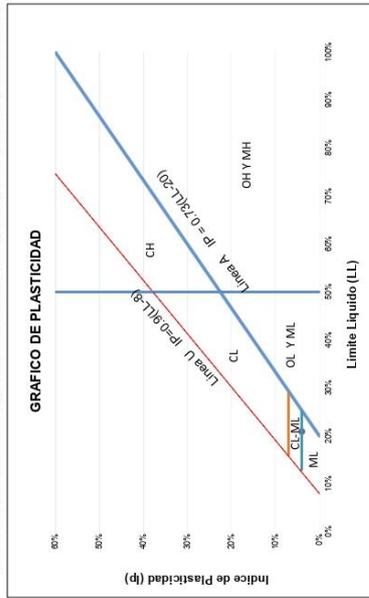
LP= 16.95%

IP= 3.98%



Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONADO CON CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, URUBA, IBA, CUSCO, 2022



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

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

Ubicación: --URUBAMBA -CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicita: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

P.R.: HUGO CUBA BENAVENTE

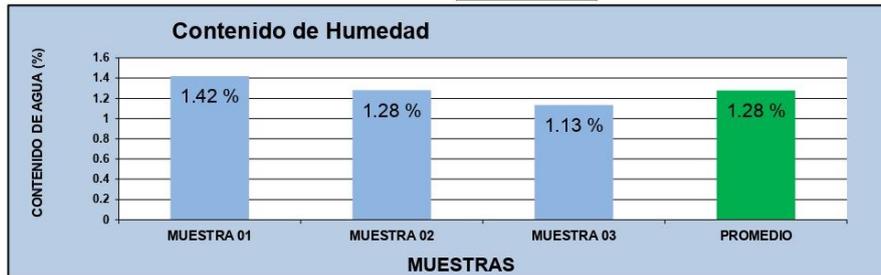
J.L.: JEFFERSON CHARA HOLGUIN

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

NTP-339.127 - ASTM-D2216

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	29.66	29.97	30.00	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	126.25	120.39	113.22	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	124.9	119.25	112.29	
PESO DEL AGUA	1.35	1.14	0.93	
PESO DEL SUELO SECO	95.24	89.28	82.29	
CONTENIDO DE AGUA (%)	1.42	1.28	1.13	1.28

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = **1.28%**



PESO ESPECIFICO DE SOLIDOS ASTM D854 - 58

Peso Especifico de masa (Pem)

Ws= Peso del solido, gr : 2041.25 gr
 Wo= Peso de inicial, gr : 1592.65 gr
 Wf= Peso final de la muestra, gr : 2486.25 gr
 γw= Peso especifico del agua : 1.00 gr/cm3

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} = \frac{W_s}{W_o + W_f - W_f} \gamma_w = 1.78 \text{ gr/cm}^3$$

Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

- LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.

Urb. El Eden lote C-3, San Sebastián - Cusco. Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, R.F.M.: #998990111

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

Ubicación: -URUBAMBA -CUSCO

Muestra: CENIZA

Fecha: JUNIO, 2022

Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

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

POTENCIAL HIDROGENO (PH) - MTC E 129		
PH	7.1	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	109.783 gr	113.778 gr	
PESO DE BAKER + RESIDUOS DE SALES	109.791 gr	113.790 gr	
PESO DE RESIDUO DE SALES	0.008 gr	0.012 gr	
VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA	132.00 ml	132.00 ml	
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN LICUOTA	60.6 ppm	90.9 ppm	
CONSTITUYENTES DE SALES SOLUBLES EN MUESTRA	181.8 ppm	272.7 ppm	
CONSTITUYENTES DE S.S. EN PESO SECO	0.018 %	0.027 %	

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	21.320 gr	23.428 gr	
PESO DEL CRISOL + RESIDUOS DE SULFATOS	21.333 gr	23.442 gr	
PESO DEL RESIDUO DE SULFATOS	0.013 gr	0.014 gr	
VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA O FACTOR DE DISOLUCION	51.00 ml	51.00 ml	
PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION	17.000 gr	17.000 gr	
CONCENTRACION DE ION SULFATO	130.0 ppm	140.0 ppm	
CONTENIDO DE SULFATO	0.013 %	0.014 %	
EXPOSICIÓN 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	42.00 ml	42.00 ml	
TITULACION DE LA SOLUCION DE NITRATO DE PLATA	1.55	1.55	
CONSUMO DE LA SOLUCION DEL NITRATO DE PLATA	8.72 ml	10.13 ml	
PESO DE MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION - S	21.00 gr	21.00 gr	
Ph DE ENSAYO	7.7	7.7	
CONTENIDO DE CLORUROS	643.6 ppm	747.7 ppm	
CONTENIDO DE CLORUROS	0.064 %	0.075 %	
EXPOSICIÓN A CLORUROS	INSIGNIFICANTE		



Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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

Ubicación: --URUBAMBA -CUSCO

Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

Fecha: JUNIO, 2022

Muestra: CENIZA

N° DE ENSAYO	MUESTRA	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)	LL	LP	IP	SUCS	P.E.
1	CENIZA	0.00 %	19.65 %	80.35 %	20.93 %	16.95 %	3.98 %	ML	1.78
N° DE ENSAYO	MUESTRA	SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	CLORUROS SOLUBLES	PH				
1	CENIZA	227.27 ppm	135.00 ppm	695.65 ppm	7.1				
	SEGUN 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 04.02. Diseño de mezclas



- 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 EUALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022

Solicita: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA



DISEÑO DE MEZCLAS (METODO ACI)

$f'c =$ 210 kg/cm²

slump= 4 pulg

Sin Aditivo

TMAX AGREGADO 3/4pulg

Canteras			
Fino	HUAMBITIO	Grueso	VICHO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

MAYO, 2022
Cusco-Peru

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

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 el concreto de propiedades comparables, preparado con agregado del mismo origen, ha demostrado un comportamiento satisfactorio cuando estuvo sometido a condiciones de intemperismo similares a las que se esperan.

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/m³. 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 con la 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 inconvenientes.

La suma de los contenidos de sales nocivas 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.


Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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.


INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA 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 ²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	22 lt/pie ³
Agregado fino	2.4 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	2.6 pie ³ /pie ³

Cuadro 2 DOSIFICACION FINAL DEL CONCRETO.

(FUENTE: E 060)


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


INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO – DISEÑO DE MEZCLAS

AGREGADO FINO



Fotografia 1 Y Fotografia 2 IZQUIERDA: Lavado de muestras para análisis granulométrico, DERECHA: Determinación de la absorción del agregado.



Fotografia 3 Y Fotografia 4: IZQUIERDA: Determinación del contenido de humedad, DERECHA: Determinación del peso específico.

INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

AGREGADO GRUESO



Fotografía 5 Y Fotografía 6 Análisis granulométrico y peso unitario.



Fotografía 7 Y Fotografía 8: IZQUIERDA: Determinación del peso específico.

INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Behavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

**PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO – ELABORACION DE BRIQUETAS
Y VIGETAS**



Fotografía 9 Y Fotografía 10: IZQUIERDA: Elaboración de briquetas.



Fotografía 11 Y Fotografía 12: Elaboración de viguetas.

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

MEMORIA DE CALCULO





- 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, Tf: 276342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

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

Cantera: HUAMBUTIO-VICHO

Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

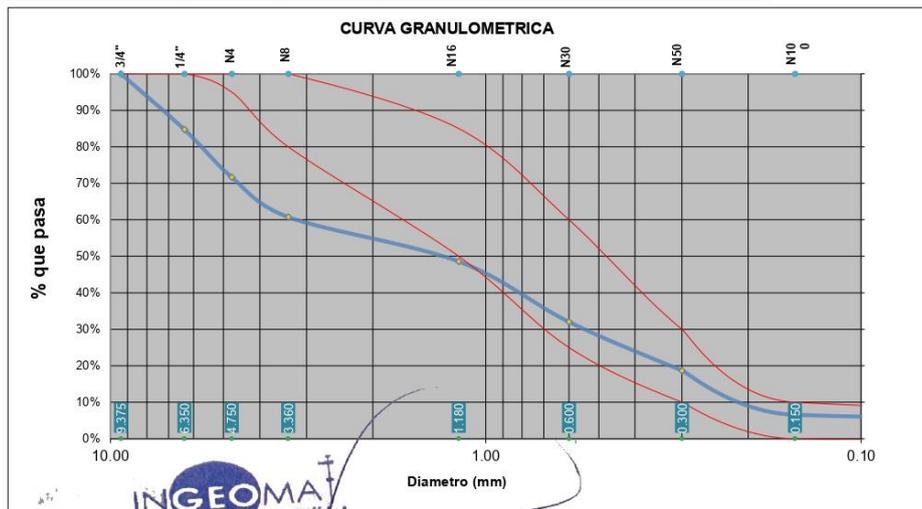
Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/4 pulg	6.350	232.11	15.28%	15.28%	84.72%	100.00%	100.00%
N 4	4.750	198.60	13.07%	28.35%	71.65%	100.00%	95.00%
N 8	3.360	165.40	10.89%	39.24%	60.76%	100.00%	80.00%
N 16	1.180	185.12	12.18%	51.42%	48.58%	85.00%	50.00%
N 30	0.600	251.55	16.56%	67.98%	32.02%	60.00%	25.00%
N 50	0.300	202.36	13.32%	81.30%	18.70%	30.00%	10.00%
N 100	0.150	184.33	12.13%	93.43%	6.57%	10.00%	0.00%
bandeja	0.000	99.84	6.57%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		1519.31	100.00%			SERIE "C" (Tyler)	



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

Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 INGENIERO EN GEOTECNIA

MF = 3.62 ESPECIALES Arena Gruesa

⇒ Aumentar Arena Fina

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

Cantera: HUAMBUTIO-VICHO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

Fecha: MAYO, 2022

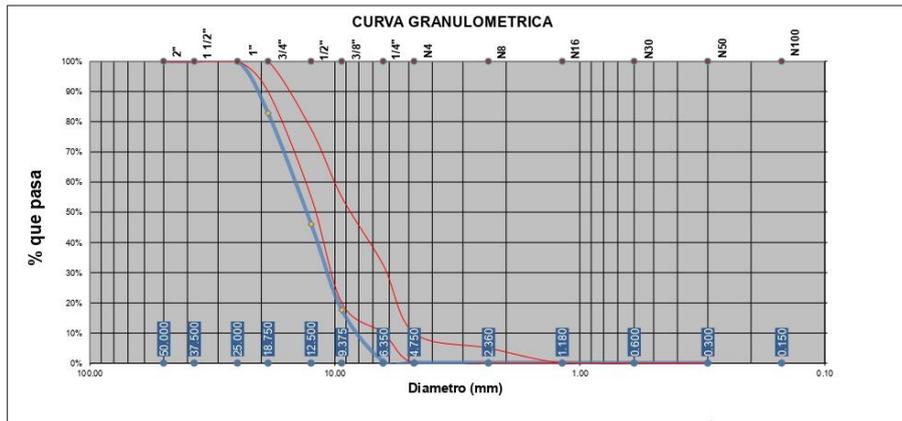
P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

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	214.20	17.18%	17.18%	82.82%	100.00%	90.00%
1/2pulg	12.500	458.36	36.75%	53.93%	46.07%	77.50%	55.00%
3/8pulg	9.375	354.26	28.41%	82.34%	17.66%	55.00%	20.00%
1/4pulg	6.350	212.36	17.03%	99.37%	0.63%	32.50%	10.00%
Nº4	4.750	4.52	0.36%	99.73%	0.27%	10.00%	0.00%
Nº8	2.360	0.25	0.02%	99.75%	0.25%	5.00%	0.00%
Nº16	1.180	0.44	0.04%	99.79%	0.21%	0.00%	0.00%
Nº30	0.600	0.36	0.03%	99.81%	0.19%	0.00%	0.00%
Nº50	0.300	0.56	0.04%	99.86%	0.14%	0.00%	0.00%
Nº100	0.150	0.44	0.04%	99.89%	0.11%	0.00%	0.00%
bandeja	0.000	1.32	0.11%	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%
		1247.07	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 = 6.98

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

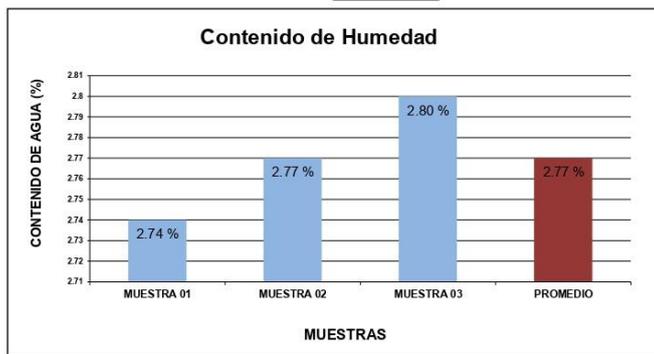
INGEOMA
 INGENIERIA GEOTECNIA Y MATERIALES
 Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022
 Muestra: HUAMBUTIO-VICHO Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente
 Fecha: MAYO, 2022 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
 Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

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

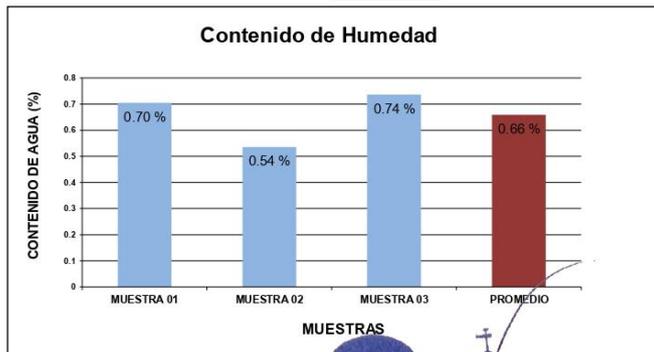
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 2.77%



CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO

	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	39.45	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 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 GEOTECNIA Y MATERIALES.

Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tl. 270342, Cel: 974272249, Móvil: 998990111, RPA: 8998990111

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

Ubicación: --
 Muestra: HUAMBUTIO-VICHO
 Fecha: MAYO, 2022
 Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

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 ³	3449.00cm ³	3449.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1428.53 kg/m ³	1432.59 kg/m ³	1444.48 kg/m ³	1435.20 kg/m ³

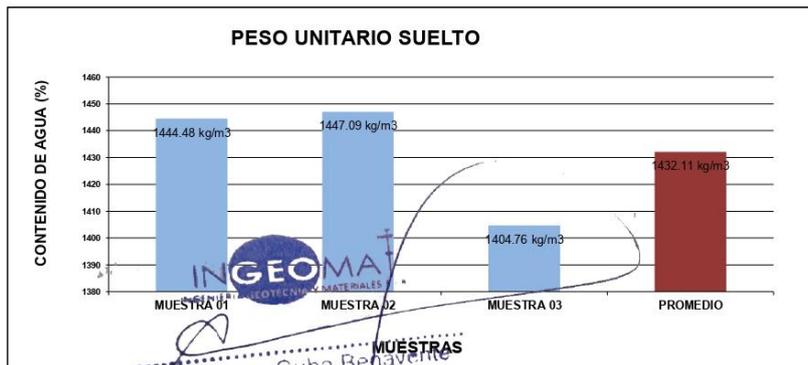
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1435.20 kg/m³



PESO UNITARIO SUELTO MATERIAL GRUESO

	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 ³	3449.00cm ³	3449.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1444.48 kg/m ³	1447.09 kg/m ³	1404.76 kg/m ³	1432.11 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1432.11 kg/m³



Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



- CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
 - LABORATORIO DE GEOTECNIA Y MATERIALES.
 - Pch. B. Edén Iste C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 570042, Celno: 974279249, Movilno: 99890111, 898, 998990111

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

Muestra: HUAMBUTIO-VICHO
 Fecha: MAYO, 2022

Solicitante: BACH, EBER BUNI HUANACO LOAYZA

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

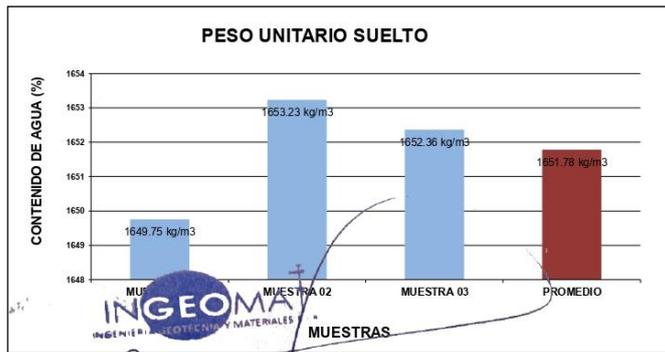
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1452.98 kg/m3



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



Ing. Hugo Cuba Behavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Proyecto: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCLAIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022
 Muestra: HUAMBUTIO-VICHO
 Fecha: MAYO, 2022
 Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84

Peso Especifico de masa (P_{em})

W_o= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 498.36 gr
 V= Volumen de Frasco en cm³ : 500.00 cm³
 V_a= Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida en el frasco : 315.00 cm³

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} = 2.69 \text{ gr/cm}^3 \quad A_b = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 = 0.33\%$$

$$P_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.70 \text{ gr/cm}^3 \quad P_{aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} = 2.72 \text{ gr/cm}^3$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84

A= PESO SECO EN EL AIRE : 1335.00 gr
 B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1354.00 gr
 C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 847.00 gr

$$\gamma_{sp} = \frac{A}{B - C} = 2.63$$

$$\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.74$$

$$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.67$$

$$Absorcion = \frac{B - A}{A} = 1.42\%$$



INGEOMA
 INGENIERIA 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 EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022

Muestra: Fino= HUAMPUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022
Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

f'c=	210 kg/cm ²
SLUMP=	4 pulg
Consistencia=	Plastica
Uso de aditivo	Sin Aditivo

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

Marca:	Yura
Tipo:	IP
Peso Especifico:	2.85

2.2.- Agua:

Agua potable de la red publica de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

Peso Especifico de la masa	2.69
Absorción	0.33%
Contenido de Humedad	2.77%
Modulo de Fineza	3.62
Peso Compacto Seco	1452.98 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1435.20 kg/m ³

2.4.- Agregado Grueso:

Perfil Angular	Si
Tamaño Maximo Nominal	3/4pulg
Peso Compacto Seco	1651.78 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1432.11 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.63
Absorción	1.42%
Contenido de Humedad	0.66%
Modulo de Fineza	6.98

3.- Determinacion de la resistencia promedio (f'c'r)

Calculo de la Desviacion Estandar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviacion estandar se hara uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

f'c	f'c'r
menor de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+85
mayor a 350	1.1f'c+50



INGEOMA
INGENIERIA 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 EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022

Muestra: Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022
Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

f'c=	210 kg/cm2
-------------	-------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

f'c'r= 295 kg/cm2

4.- Calculo del volumen unitario de agua

f'c=	210 kg/cm2
Tmax Nominal	3/4pulg
SLUMP	4 pulg
AGUA X M3	205.00 lit/m3

5.- Selección del contenido de aire atrapado

f'c=	210 kg/cm2
AIRE ATRAPADO	2.00%

6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento

f'c=	210 kg/cm2
A/C	0.56

7.- Factor Cemento

f'c=	210 kg/cm2
Factor Cemento	366 kg/m3
Factor Cemento	8.61 bolsas

8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta

f'c=	210 kg/cm2
Cemento x m3	0.128 m3
AGUA X M3	0.205 m3
Aire x m3	0.020 m3
Vol. de la Pasta	0.359 m3

9.- Volumen Absoluto del Agregado

f'c=	210 kg/cm2
Vol. de los Agreg.	0.641 m3

10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado

f'c=	210 kg/cm2
m _f	3.62
Tmax nominal	3/4pulg
b/bo	0.540 m3
Peso Unit. Seco Var.	1651.78 kg/m3
Peso A.G.	991.96 kg
VAG	0.339 m3
VAF	0.302 m3

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 EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022

Muestra: Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022
Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

11.- Pesos Secos de los Agregados

f'c=	210 kg/cm2
AF	814 kg/m3
AG	892 kg/m3

12.- Valores de Diseño

f'c=	210 kg/cm2
Cemento	366 kg/m3
Agua de Diseño	205 lt/m3
Agregado Fino	814 kg/m3
Agregado Grueso	892 kg/m3
TOTAL	2285 kg/m3

13.- Correccion por Humedad del Agregado

f'c=	210 kg/cm2
AF	836 kg/m3
AG	898 kg/m3

Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorción)

AF	2.44%
AG	-0.76%

Aporte de Agua de Los agregados

AF	19.87 kg/m3
AG	-6.82 kg/m3

Agua Efectiva

Agua Inicial	205.00 kg/m3
Aporte de lo Agreg.	13.05 kg/m3
Agua Final	191.95 kg/m3

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

f'c=	210 kg/cm2
Cemento	366 kg/m3
Agua de Diseño	192 kg/m3
Agregado Fino	836 kg/m3
Agregado Grueso	898 kg/m3
Aire	2.00%
Peso Total	2300 kg/m3

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

f'c=	210 kg/cm2
Cemento	1.00
Agua de Diseño	0.52 lt/bolsa
Agregado Fino	2.28
Agregado Grueso	2.45


Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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

Muestra: Fino= HUAMBUTIO
Grueso= VICHO

Fecha: MAYO, 2022
Solicitante: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

16.- Peso por tandas de una bolsa

f'c=	210 kg/cm ²
Cemento	42.5 kg/bolsa
Agua de Diseño	22 lt/bolsa
Agregado Fino	97.1 kg/bolsa
Agregado Grueso	104.2 kg/bolsa

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

f'c=	210 kg/cm ²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	22 lt/pie ³
Agregado Fino	2.4 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	2.6 pie ³ /pie ³

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

f'c=	210 kg/cm ²
Cemento	8.61 bls/m ³
Agua de Diseño	0.192 m ³ /m ³
Agregado Fino	0.58 m ³ /m ³
Agregado Grueso	0.63 m ³ /m ³

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

f'c=	210 kg/cm ²
Diámetro	15 cm
Altura	30 cm
Cantidad de Testigos	1
Volumen por testigo	5301 cm ³
Factor por desperdicios	1.1
Volumen corregido	0.0058 m ³
Cemento	2.348 kg
Agua de Diseño	1.567 kg
Agregado Fino	4.878 kg
Agregado Grueso	5.236 kg
Suma	14.07 kg
Peso por Testigo	14.07 kg


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

Anexo 04.03. Ensayo de Trabajabilidad



- 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: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022"

INFORME N°01

Solicita: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

Departamento: CUSCO

Provincia : URUBAMBA

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-Perú

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 ± 2 mm ($8" \pm 1/8"$) de diámetro en la base mayor, 102 ± 2 mm ($4" \pm 1/8"$) de diámetro en la base menor y 305 ± 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 ($5/16"$).

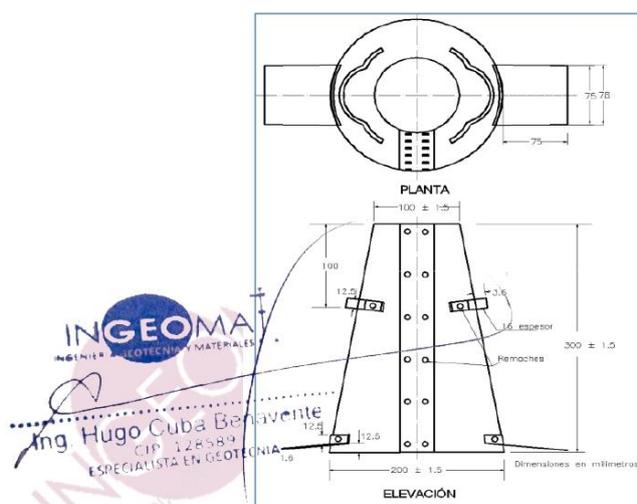


Figura 1 Esquema cono de Abrams

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 ± 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

Cuadro 1 Consistencia vs slump.

RESULTADOS OBTENIDOS

Nº de Briqueta	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 3% DE CENIZA + 5% DE CAL	P + 3% DE CENIZA + 10% DE CAL	P + 3% DE CENIZA + 12.5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.6 Pulg	2.6 Pulg	2.3 Pulg	2.2 Pulg

Cuadro 2 Resumen de los resultados obtenidos de las dosificaciones de 3% de ceniza; y, 5%, 10% y 12.5% de cal.

Nº de Briqueta	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CENIZA + 5% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 10% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 12.5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.6 Pulg	2.4 Pulg	2.2 Pulg	2.1 Pulg

Cuadro 3 Resumen de los resultados obtenidos de las dosificaciones de 4% de ceniza; y, 5%, 10% y 12.5% de cal

Nº de Briqueta	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CENIZA + 5% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 10% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 12.5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.6 Pulg	2.3 Pulg	2.1 Pulg	2.0 Pulg

Cuadro 4 Resumen de los resultados obtenidos de las dosificaciones de 5% de ceniza; y, 5%, 10% y 12.5% de cal

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 utilizada 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.

INGEOMAT
INGENIERIA EN GEOTECNIA Y MATERIALES
Ing Hugo Cuba Behavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

✓ 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.

PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía 1 y Fotografía 2 Determinación del SLUMP.
(concreto patrón y concreto patrón + 3% de cal+5% de ceniza).



Fotografía 3 y Fotografía 4 Determinación del SLUMP.
(concreto patrón + 4% de ceniza+10% de cal).

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

MEMORIA DE CALCULO



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

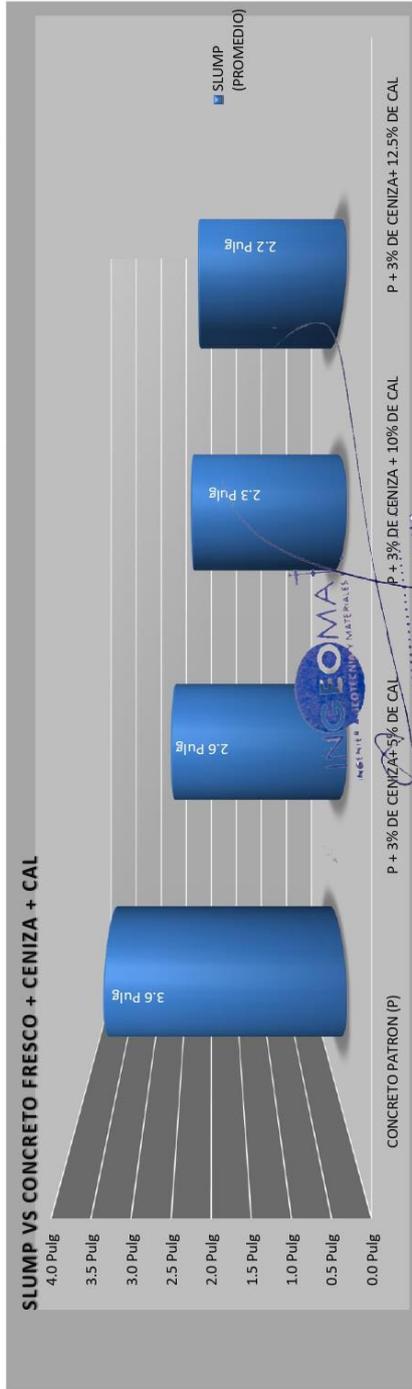
SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705

SOLICITADO: BACH. EBER BUNÍ HUANIACO LOAYZA
PROYECTO: PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO ADICIONADO CENZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022
UBICACIÓN: - JURUBAMBA-CUSCO
FECHA: - JUNIO, 2022
MUESTRA: - CONCRETO FRESCO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente Cjp. 1285889

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO



Nº de Biqueta	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 3% DE CENIZA + 5% DE CAL	P + 3% DE CENIZA + 10% DE CAL	P + 3% DE CENIZA + 12.5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.6 Pulg	2.6 Pulg	2.3 Pulg	2.2 Pulg



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

INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L. - LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
 Urb. El Eden lote C-3, San Sebastian - Cusco. Tlf: 084 - 270342. Celno: 084-97427247, RPM: #998990111, Nextel: 97265850

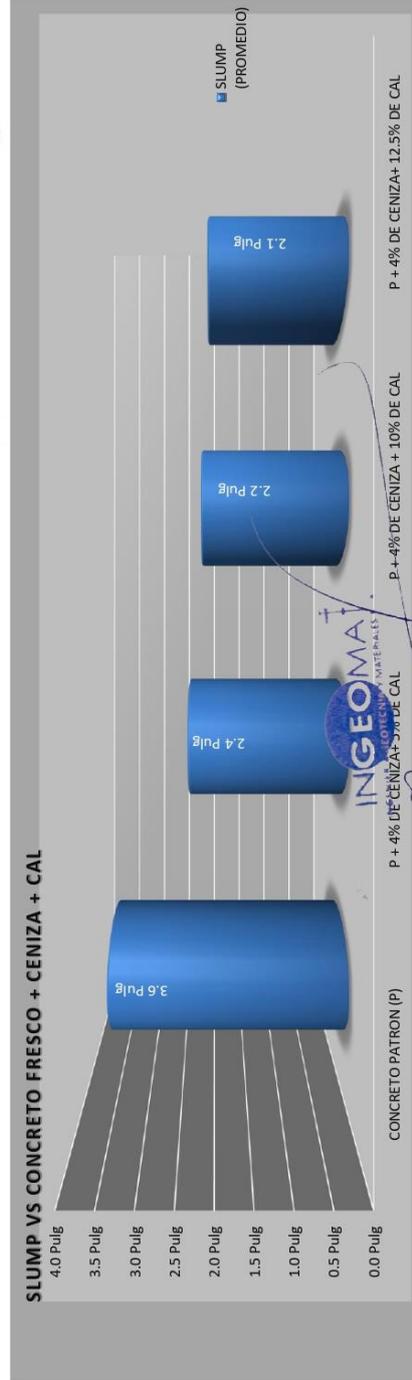
SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705

SOLICITADO: BACH. EBER BUJTI HUANACO LOAYZA
PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS. URUBAMBA, CUSCO 2022*
UBICACION: URUBAMBA-CUSCO
FECHA: JUNIO, 2022
MUESTRA: CONCRETO FRESCO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO



Nº de Briqueza	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CENIZA + 5% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 10% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 12.5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.6 Pulg	2.4 Pulg	2.2 Pulg	2.1 Pulg



INGEOMAT CONSULTORIA Y MATERIALES
 Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 Uba. El Eden, Lote C-3 - San Sebastián - Cusco, Tlf. 084 - 270342, Claro: 084-17427249, RPM: #99891011, Nextel: 147285580

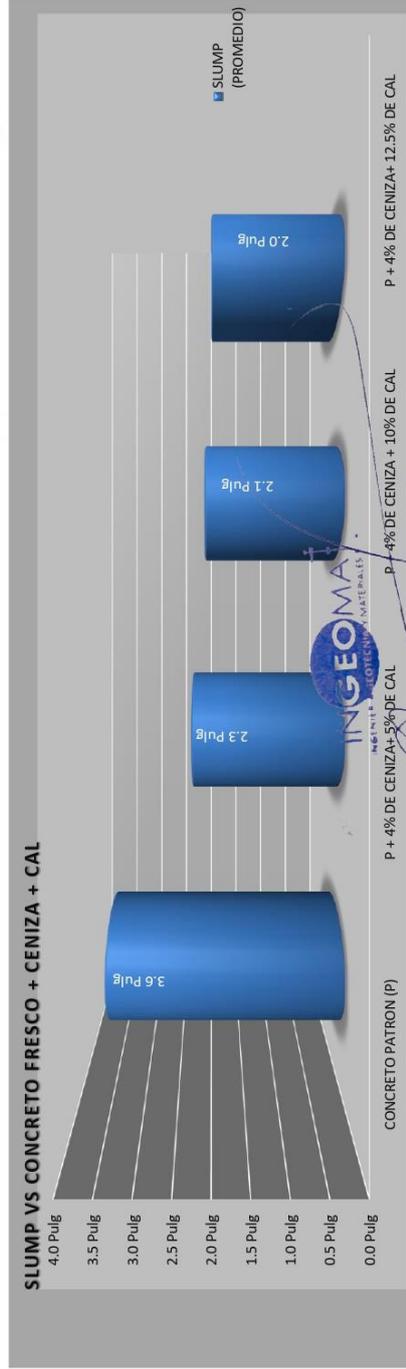
SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705

SOLICITADO : BACH, EBER BUNJI HUANAICO LOAYZA
PROYECTO : PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022*
UBICACION : URUBAMBA-CUSCO
FECHA : JUNIO, 2022
MUESTRA : CONCRETO FRESCO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Beravente CIP 128589

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO



Nº de Briquea	1	2	3	4
Estructura o elemento	CONCRETO PATRON (P)	P + 4% DE CENIZA + 5% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 10% DE CAL	P + 4% DE CENIZA + 12.5% DE CAL
SLUMP (PROMEDIO)	3.6 Pulg	2.3 Pulg	2.1 Pulg	2.0 Pulg



Anexo 04.04. Ensayo de 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 Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111

TESIS: "PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022"

INFORME N°01

Solicita: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

Departamento: CUSCO

Provincia : URUBAMBA



Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

CIP 128589

JUNIO, 2022

Cusco-Perú

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

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

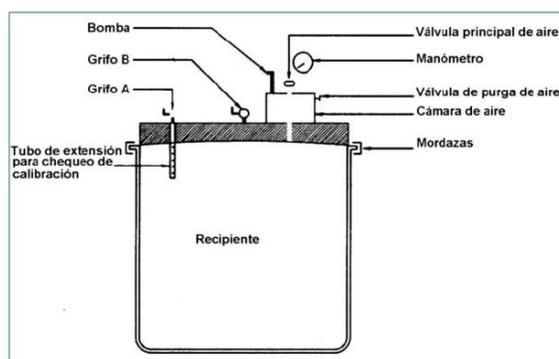


Figura 1 Medidor de tipo B.

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, antes de tomar la muestra.

INGEOMA
INGENIERÍA EN GEOTECNIA Y MATERIALES

Ing Hugo Cuba Benavente
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 limpian los bordes del recipiente con el fin de que la junta de la cubierta sea cierre hermético. Se ensambla el aparato. Se cierra la válvula entre la cámara y el recipiente (válvula A) y se abren los dos 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.

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP. 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Procedimiento de ensayo – Se cierra la válvula de la cámara (válvula N° 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 N° 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 Fs y de agregado grueso Cs, 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 el manómetro del contenido de aire menos el volumen de agua sacado del recipiente.


Ing. Hugo Cuba Behavente
CIP. 124589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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	2.80%	2.70%	2.55%	2.45%

Cuadro 1 Resumen de los resultados obtenidos con dosificaciones de 3% de cal, y; 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	2.80%	2.60%	2.45%	2.30%

Cuadro 2 Resumen de los resultados obtenidos con dosificaciones de 4% de cal, y; 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	2.80%	2.50%	2.30%	2.15%

Cuadro 3 Resumen de los resultados obtenidos con dosificaciones de 5% de cal, y; 5%, 10% y 12.5% de ceniza

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El contenido del aire máximo obtenido es 2.80 % (Correspondiente al concreto patrón) y el mínimo es de 2.15% (Correspondiente al concreto patrón + 5% de cal + 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 ejercer la presión del aire.

-Se debe dar la cantidad de golpes necesarios en el interior de 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

INGEOMA
INGENIERÍA DE GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing Hugo Cuba Beltrán
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

PANEL FOTOGRAFICO DE LABORATORIO



Fotografía 1 y Fotografía 2 Determinación del contenido de aire del concreto (Patrón Y Patrón + 4% de ceniza + 12% de cal).



Fotografía 3 y Fotografía 4 Determinación del contenido de aire del concreto (Patrón + 4% de ceniza + 10% de cal)

INGEOMA
 INGENIERÍA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

INGEOMA
 INGENIERÍA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.

Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 128589
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MEMORIA DE CALCULO

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

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

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

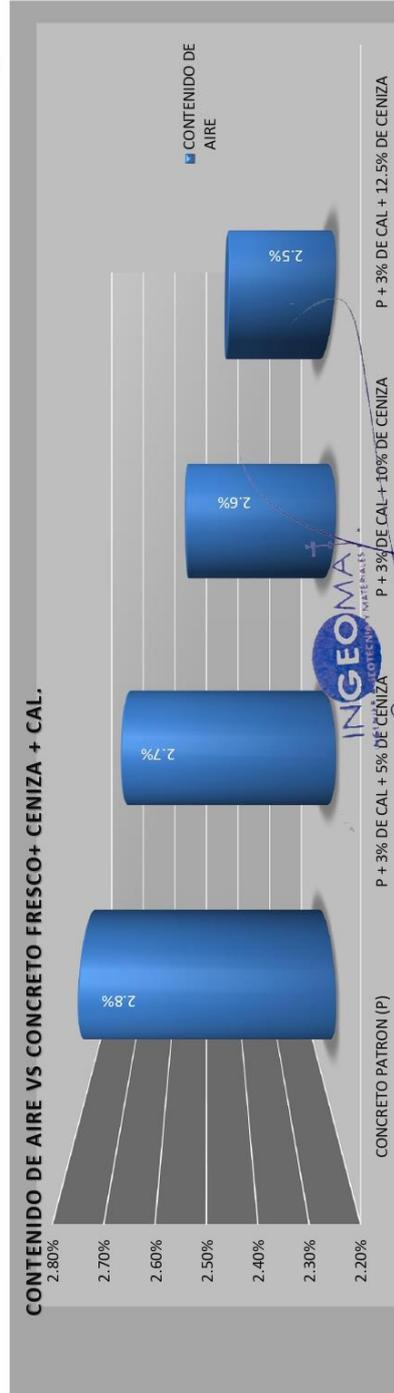
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706

SOLICITADO : BACH. EBER BUNJI HUAMACO LOAYZA
PROYECTO : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022"
UBICACION : URUBAMBA-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 + 3% DE CAL + 5% DE CENIZA	P + 3% DE CAL + 10% DE CENIZA	P + 3% DE CAL + 12.5% DE CENIZA
CONTENIDO DE AIRE	2.80%	2.70%	2.55%	2.45%



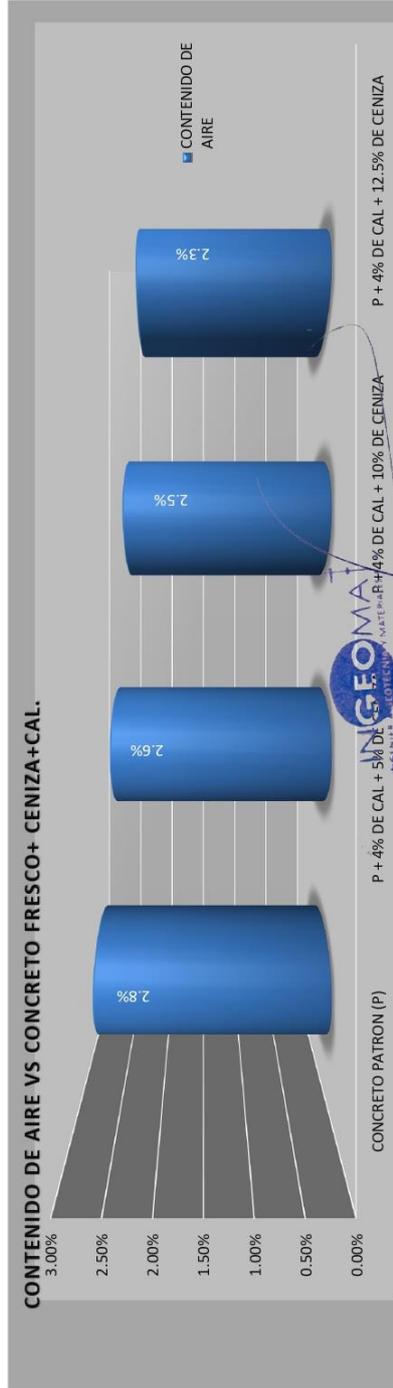
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706

SOLICITADO : BACH, EBER BUNJI HUAINACO LOAYZA
PROYECTO : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022"
UBICACION : -URUBAMBA-CUSCO
FECHA : JUNIO, 2022
MUESTRA : CONCRETO FRESCO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO : Portland Puzolatico 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	2.80%	2.60%	2.45%	2.30%



INGEOMAT
INGENIERIA DE MATERIALES E.I.R.L.

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, lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 084 - 270342, Claro: 084-97427249, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

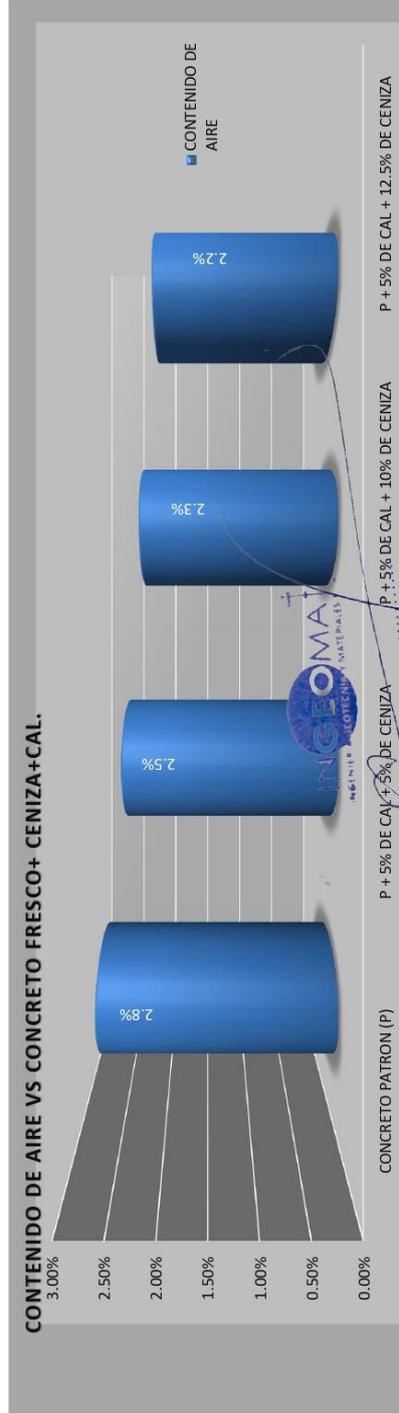
CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION - MTC E706

SOLICITADO : BACH. EBER BUNNI HUANAGO LOAYZA
PROYECTO : "PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022"
UBICACION : JURUBAMBA-CUSCO
FECHA : JUNIO, 2022
MUESTRA : CONCRETO FRESCO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 1285899

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO



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	2.80%	2.50%	2.30%	2.15%



Anexo 04.05. Ensayo de resistencia a la compresión



- 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 físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

INFORME N°01

Tesista: Bach. Eber Buni Huanaco Loayza

Departamento : Cusco

Provincia : Cusco

ENSAYO DE COMPRESION



ROTURA DE BRIQUETAS

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente



P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

CIP-128589

Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

JULIO, 2022

Cusco-Peru

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 m³ de concreto, ni menos de una vez por cada 300 m² 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 de 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.

Ing. Hugo Cuba Behavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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 120 briquetas (40 Ensayos según Norma E060) de la obra:

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, 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" \varnothing 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.


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

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Como se observa en los cálculos realizados, se logra una máxima resistencia en la dosificación de 4% 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:

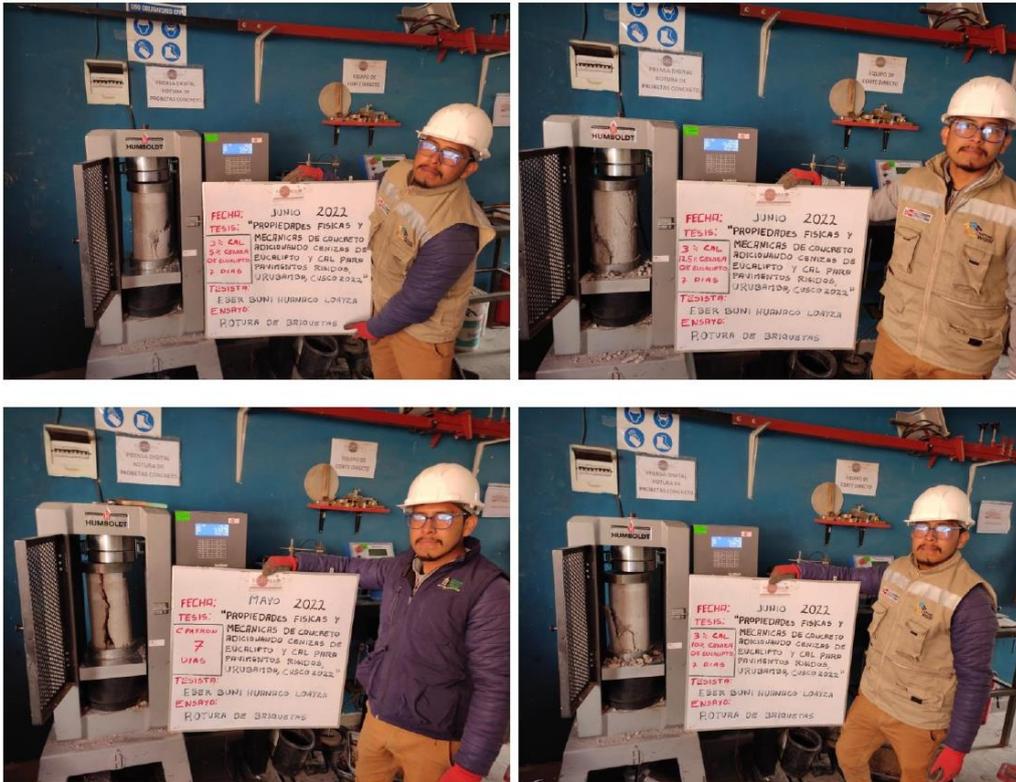
Se vierte el concreto en la briquetera hasta un tercio de la altura de esta posteriormente se llevó a cabo el chuseo 25 veces, luego echar otro tercio de la altura y chusear 25 veces, finalmente completar toda la altura y chusear 25 veces.

JUNIO, 2022


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

PANEL FOTOGRAFICO – LABORATORIO

ROTURA DE BRIQUETAS – 7 DIAS

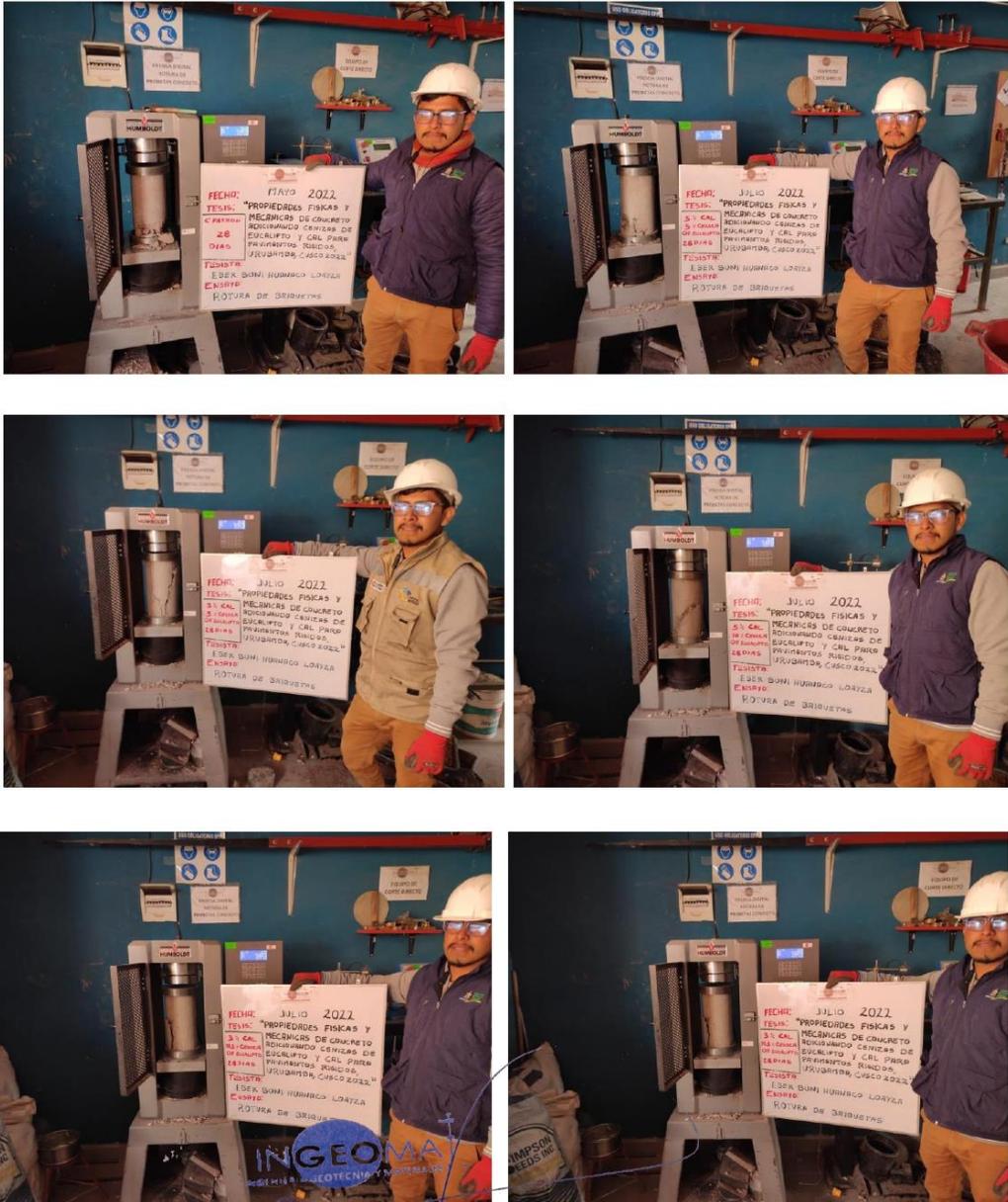




ROTURA DE BRIQUETAS – 14 DIAS



ROTURA DE BRIQUETAS – 28 DIAS



Hugo Cuba Belavente
 Cubano480@hotmail.com, Ingeomat@psico@hotmail.com Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco 6
 Telf. 084-276342 Cel. Claro 974275249, Movistar: 998990111, RPM: #998990111, Nextel: 947285580

ELABORACION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO



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

MEMORIA DE CALCULO





CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
Unb. El Eden Loche C-3, San Sebastián - Cusco. Tlf: 084-270342, Celro: 084-974272249, MPX: 8998790111, Nextel: 747285580

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : Bach. Eber Buni Huanaco Loayza

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

UBICACIÓN : -Cusco-Cusco

FECHA : 27/06/2022

MUESTRA : Briquetas de concreto

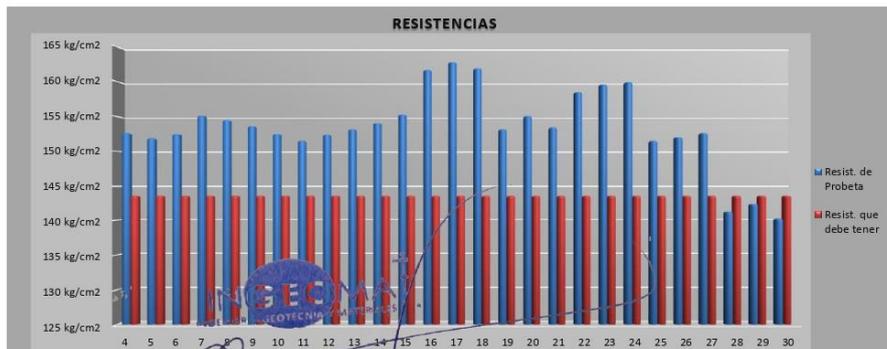
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

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 _o (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES DE F _o		CUMPLIR
				Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% F _o diseño de probeta	% F _o diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	02/05/2022	09/05/2022	7	Evolucion	14.524	210	148.10	143.61	70.52%	68.39%	SI
2		0%	0%	02/05/2022	09/05/2022	7	Evolucion	14.458	210	147.43	143.61	70.20%	68.39%	SI
3		0%	0%	02/05/2022	09/05/2022	7	Evolucion	14.678	210	149.67	143.61	71.27%	68.39%	SI
4	2	3%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	14.968	210	152.63	143.61	72.66%	68.39%	SI
5		3%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	14.895	210	151.88	143.61	72.33%	68.39%	SI
6		3%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	14.965	210	152.50	143.61	72.62%	68.39%	SI
7	3	3%	10%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.215	210	155.15	143.61	73.88%	68.39%	SI
8		3%	10%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.152	210	154.50	143.61	73.57%	68.39%	SI
9		3%	10%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.066	210	153.63	143.61	73.16%	68.39%	SI
10	4	3%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	14.956	210	152.51	143.61	72.62%	68.39%	SI
11		3%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	14.859	210	151.52	143.61	72.15%	68.39%	SI
12		3%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	14.945	210	152.39	143.61	72.57%	68.39%	SI
13	5	4%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	15.021	210	153.17	143.61	72.94%	68.39%	SI
14		4%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	15.110	210	154.08	143.61	73.37%	68.39%	SI
15		4%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	15.231	210	155.31	143.61	73.96%	68.39%	SI
16	6	4%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	15.859	210	161.71	143.61	77.01%	68.39%	SI
17		4%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	15.969	210	162.84	143.61	77.54%	68.39%	SI
18		4%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	15.880	210	161.63	143.61	77.11%	68.39%	SI
19	7	4%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	15.021	210	153.17	143.61	72.94%	68.39%	SI
20		4%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	15.210	210	155.10	143.61	73.86%	68.39%	SI
21		4%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	15.048	210	153.44	143.61	73.07%	68.39%	SI
22	8	5%	5%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.545	210	158.51	143.61	75.46%	68.39%	SI
23		5%	5%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.654	210	159.62	143.61	76.01%	68.39%	SI
24		5%	5%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.665	210	159.94	143.61	76.16%	68.39%	SI
25	9	5%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	14.858	210	151.51	143.61	72.15%	68.39%	SI
26		5%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	14.911	210	152.05	143.61	72.40%	68.39%	SI
27		5%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	14.969	210	152.64	143.61	72.66%	68.39%	SI
28	10	5%	12.5%	24/06/2022	01/07/2022	7	Evolucion	13.860	210	141.33	143.61	67.30%	68.39%	NO
29		5%	12.5%	24/06/2022	01/07/2022	7	Evolucion	13.968	210	142.43	143.61	67.82%	68.39%	NO
30		5%	12.5%	24/06/2022	01/07/2022	7	Evolucion	13.748	210	140.19	143.61	66.76%	68.39%	NO



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.

Univ. El Eden Loche C.S., San Sebastián - Cusco. Tel: 084-270342, Cel: 084-974272249, MPX: 8798790111, Nextel: 747285580

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : Bach. Eber Buni Huanaco Loayza

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

UBICACIÓN : -Cusco-Cusco

FECHA : 27/06/2022

MUESTRA : Briquetas de concreto

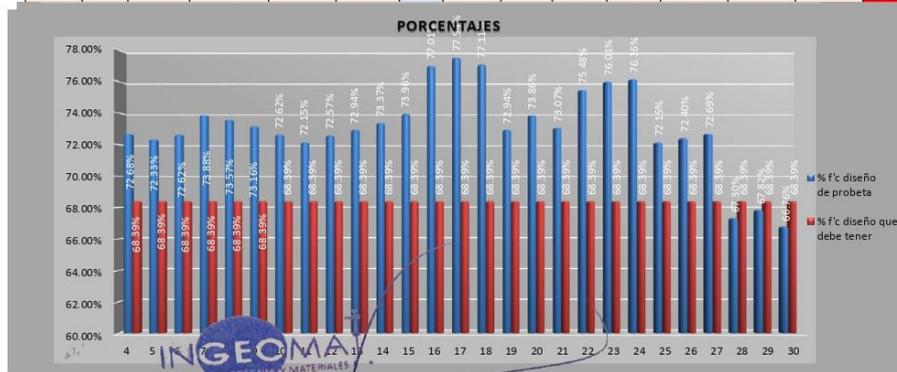
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

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 _o (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F _o		CUMPLIR
				Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% F _o diseño de probeta	% F _o diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	02/05/2022	09/05/2022	7	Evolucion	14.524	210	148.10	143.61	70.52%	68.39%	SI
2		0%	0%	02/05/2022	09/05/2022	7	Evolucion	14.458	210	147.43	143.61	70.20%	68.39%	SI
3		0%	0%	02/05/2022	09/05/2022	7	Evolucion	14.678	210	149.67	143.61	71.27%	68.39%	SI
4	2	3%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	14.968	210	152.63	143.61	72.66%	68.39%	SI
5		3%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	14.895	210	151.88	143.61	72.33%	68.39%	SI
6		3%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	14.965	210	152.50	143.61	72.62%	68.39%	SI
7	3	3%	10%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.215	210	155.15	143.61	73.88%	68.39%	SI
8		3%	10%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.152	210	154.50	143.61	73.57%	68.39%	SI
9		3%	10%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.066	210	153.63	143.61	73.16%	68.39%	SI
10	4	3%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	14.956	210	152.51	143.61	72.62%	68.39%	SI
11		3%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	14.859	210	151.52	143.61	72.15%	68.39%	SI
12		3%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	14.945	210	152.39	143.61	72.57%	68.39%	SI
13	5	4%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	15.021	210	153.17	143.61	72.94%	68.39%	SI
14		4%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	15.110	210	154.08	143.61	73.37%	68.39%	SI
15		4%	5%	20/06/2022	27/06/2022	7	Evolucion	15.231	210	155.31	143.61	73.96%	68.39%	SI
16	6	4%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	15.859	210	161.71	143.61	77.01%	68.39%	SI
17		4%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	15.969	210	162.84	143.61	77.54%	68.39%	SI
18		4%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	15.880	210	161.63	143.61	77.11%	68.39%	SI
19	7	4%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	15.021	210	153.17	143.61	72.94%	68.39%	SI
20		4%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	15.210	210	155.10	143.61	73.86%	68.39%	SI
21		4%	12.5%	23/06/2022	30/06/2022	7	Evolucion	15.048	210	153.44	143.61	73.07%	68.39%	SI
22	8	5%	5%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.545	210	158.51	143.61	75.46%	68.39%	SI
23		5%	5%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.654	210	159.62	143.61	76.01%	68.39%	SI
24		5%	5%	21/06/2022	28/06/2022	7	Evolucion	15.665	210	159.94	143.61	76.16%	68.39%	SI
25	9	5%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	14.858	210	151.51	143.61	72.15%	68.39%	SI
26		5%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	14.911	210	152.05	143.61	72.40%	68.39%	SI
27		5%	10%	22/06/2022	29/06/2022	7	Evolucion	14.969	210	152.64	143.61	72.66%	68.39%	SI
28	10	5%	12.5%	24/06/2022	01/07/2022	7	Evolucion	13.860	210	141.33	143.61	67.30%	68.39%	NO
29		5%	12.5%	24/06/2022	01/07/2022	7	Evolucion	13.968	210	142.43	143.61	67.82%	68.39%	NO
30		5%	12.5%	24/06/2022	01/07/2022	7	Evolucion	13.748	210	140.19	143.61	66.76%	68.39%	NO



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: 084-974279247, RPA: #998970111, NroId: 947285880

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : Bach. Eber Buni Huansco Loayza

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

UBICACIÓN : -Cusco-Cusco

FECHA : 04/07/2022

MUESTRA : Briquetas de concreto

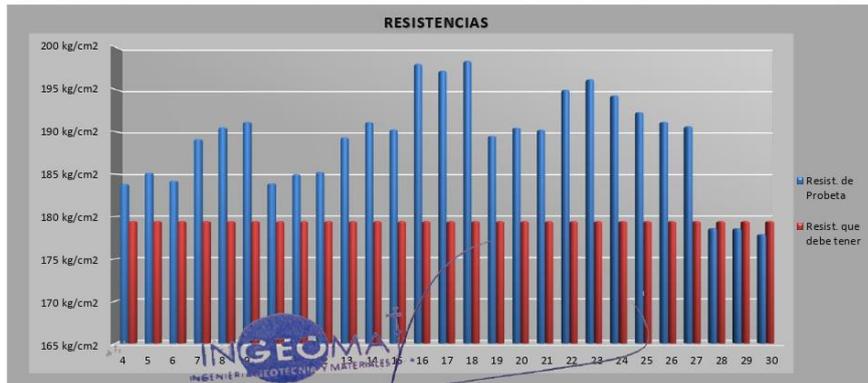
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

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 _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F _c		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% F _c diseño de probeta		
												%	%	
1	1	0%	0%	02/05/2022	16/05/2022	14	Evolucion	17.856	210	182.08	179.42	86.70%	85.44%	SI
2		0%	0%	02/05/2022	16/05/2022	14	Evolucion	17.885	210	180.33	179.42	85.87%	85.44%	SI
3		0%	0%	02/05/2022	16/05/2022	14	Evolucion	17.888	210	182.40	179.42	86.86%	85.44%	SI
4	2	3%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.025	210	183.81	179.42	87.53%	85.44%	SI
5		3%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.150	210	185.14	179.42	88.16%	85.44%	SI
6		3%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.085	210	184.21	179.42	87.72%	85.44%	SI
7	3	3%	10%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	18.545	210	189.10	179.42	90.05%	85.44%	SI
8		3%	10%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	18.885	210	190.53	179.42	90.73%	85.44%	SI
9		3%	10%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	18.748	210	191.17	179.42	91.03%	85.44%	SI
10	4	3%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.030	210	183.92	179.42	87.58%	85.44%	SI
11		3%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.141	210	184.98	179.42	88.09%	85.44%	SI
12		3%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.189	210	185.27	179.42	88.22%	85.44%	SI
13	5	4%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.595	210	189.31	179.42	90.15%	85.44%	SI
14		4%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.745	210	191.14	179.42	91.02%	85.44%	SI
15		4%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.658	210	190.26	179.42	90.80%	85.44%	SI
16	6	4%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	19.421	210	198.04	179.42	94.30%	85.44%	SI
17		4%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	19.341	210	197.22	179.42	93.91%	85.44%	SI
18		4%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	19.454	210	198.37	179.42	94.46%	85.44%	SI
19	7	4%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.584	210	189.50	179.42	90.24%	85.44%	SI
20		4%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.680	210	190.48	179.42	90.70%	85.44%	SI
21		4%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.890	210	190.24	179.42	90.59%	85.44%	SI
22	8	5%	5%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	19.121	210	194.98	179.42	92.85%	85.44%	SI
23		5%	5%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	19.241	210	196.20	179.42	93.43%	85.44%	SI
24		5%	5%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	19.054	210	194.29	179.42	92.52%	85.44%	SI
25	9	5%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	18.858	210	192.30	179.42	91.57%	85.44%	SI
26		5%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	18.748	210	191.17	179.42	91.03%	85.44%	SI
27		5%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	18.895	210	190.63	179.42	90.78%	85.44%	SI
28	10	5%	12.5%	24/06/2022	08/07/2022	14	Evolucion	17.511	210	178.56	179.42	85.03%	85.44%	NO
29		5%	12.5%	24/06/2022	08/07/2022	14	Evolucion	17.509	210	178.54	179.42	85.02%	85.44%	NO
30		5%	12.5%	24/06/2022	08/07/2022	14	Evolucion	17.441	210	177.85	179.42	84.69%	85.44%	NO



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: 947285580

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : Bach. Eber Buni Huansco Loayza

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

UBICACIÓN : -Cusco-Cusco

FECHA : 04/07/2022

MUESTRA : Briquezas de concreto

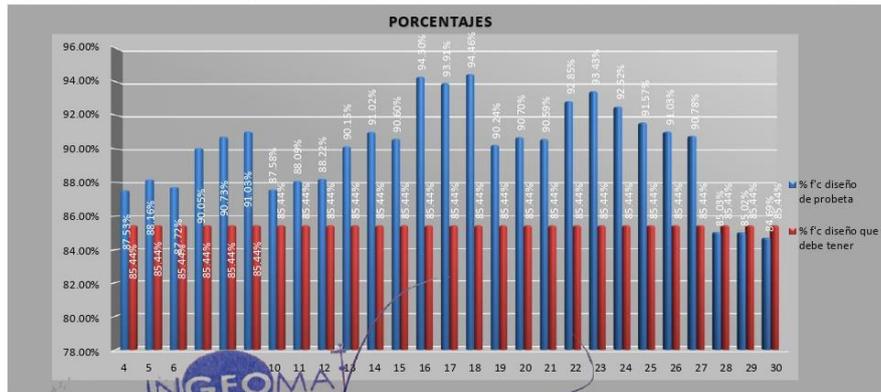
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO : Portland Puzolánico Tipo IP

ENDURECIMIENTO : LENTO

EDAD DE ENSAYO : 28 días

Nº de Briqueza	Nº de Ensayo	% DE CAL	% DE CENIZA DE EUCALIPTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial (Mpa)	F _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F _c		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% F _c diseño de probeta	% F _c diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	02/05/2022	16/05/2022	14	Evolucion	17.856	210	182.08	179.42	86.70%	85.44%	SI
2		0%	0%	02/05/2022	16/05/2022	14	Evolucion	17.885	210	180.33	179.42	85.87%	85.44%	SI
3		0%	0%	02/05/2022	16/05/2022	14	Evolucion	17.888	210	182.40	179.42	86.86%	85.44%	SI
4	2	3%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.025	210	183.81	179.42	87.53%	85.44%	SI
5		3%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.190	210	185.14	179.42	88.16%	85.44%	SI
6		3%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.085	210	184.21	179.42	87.72%	85.44%	SI
7	3	3%	10%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	18.545	210	189.10	179.42	90.05%	85.44%	SI
8		3%	10%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	18.885	210	190.53	179.42	90.73%	85.44%	SI
9		3%	10%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	18.748	210	191.17	179.42	91.03%	85.44%	SI
10	4	3%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.030	210	183.92	179.42	87.58%	85.44%	SI
11		3%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.141	210	184.98	179.42	88.09%	85.44%	SI
12		3%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.189	210	185.27	179.42	88.22%	85.44%	SI
13	5	4%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.585	210	189.31	179.42	90.15%	85.44%	SI
14		4%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.745	210	191.14	179.42	91.02%	85.44%	SI
15		4%	5%	20/06/2022	04/07/2022	14	Evolucion	18.658	210	190.26	179.42	90.80%	85.44%	SI
16	6	4%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	19.421	210	198.04	179.42	94.30%	85.44%	SI
17		4%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	19.341	210	197.22	179.42	93.91%	85.44%	SI
18		4%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	19.454	210	198.37	179.42	94.46%	85.44%	SI
19	7	4%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.584	210	189.50	179.42	90.24%	85.44%	SI
20		4%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.680	210	190.48	179.42	90.70%	85.44%	SI
21		4%	12.5%	23/06/2022	07/07/2022	14	Evolucion	18.890	210	190.24	179.42	90.59%	85.44%	SI
22	8	5%	5%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	19.121	210	194.98	179.42	92.85%	85.44%	SI
23		5%	5%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	19.241	210	196.20	179.42	93.43%	85.44%	SI
24		5%	5%	21/06/2022	05/07/2022	14	Evolucion	19.054	210	194.29	179.42	92.52%	85.44%	SI
25	9	5%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	18.858	210	192.30	179.42	91.57%	85.44%	SI
26		5%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	18.748	210	191.17	179.42	91.03%	85.44%	SI
27		5%	10%	22/06/2022	06/07/2022	14	Evolucion	18.695	210	190.63	179.42	90.78%	85.44%	SI
28	10	5%	12.5%	24/06/2022	08/07/2022	14	Evolucion	17.511	210	178.56	179.42	85.03%	85.44%	NO
29		5%	12.5%	24/06/2022	08/07/2022	14	Evolucion	17.509	210	178.54	179.42	85.02%	85.44%	NO
30		5%	12.5%	24/06/2022	08/07/2022	14	Evolucion	17.441	210	177.85	179.42	84.69%	85.44%	NO



INGEOMA
INGENIEROS GEOTECNÓLOGOS 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, Nrotd: 947285860

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : Bach. Eber Buni Huansco Loayza

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

UBICACIÓN : -Cusco-Cusco

FECHA : 18/07/2022

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 _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F _c		COMPLET
				Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% F _c diseño de probeta	% F _c diseño que debe tener	
1	1	0%	0%	02/05/2022	30/05/2022	28	Ensayo	20.754	210	211.83	210.00	100.78%	100.00%	SI
2		0%	0%	02/05/2022	30/05/2022	28	Ensayo	20.696	210	210.83	210.00	100.30%	100.00%	SI
3		0%	0%	02/05/2022	30/05/2022	28	Ensayo	20.695	210	211.03	210.00	100.49%	100.00%	SI
4	2	3%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	20.969	210	213.82	210.00	101.82%	100.00%	SI
5		3%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	20.911	210	213.23	210.00	101.54%	100.00%	SI
6		3%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	20.895	210	213.07	210.00	101.46%	100.00%	SI
7	3	3%	10%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.021	210	214.35	210.00	102.07%	100.00%	SI
8		3%	10%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.044	210	214.50	210.00	102.18%	100.00%	SI
9		3%	10%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.150	210	215.67	210.00	102.70%	100.00%	SI
10	4	3%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	20.950	210	213.83	210.00	101.73%	100.00%	SI
11		3%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	20.859	210	212.70	210.00	101.29%	100.00%	SI
12		3%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	20.748	210	211.57	210.00	100.75%	100.00%	SI
13	5	4%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	21.025	210	214.38	210.00	102.06%	100.00%	SI
14		4%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	21.154	210	215.71	210.00	102.72%	100.00%	SI
15		4%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	21.138	210	215.54	210.00	102.64%	100.00%	SI
16	6	4%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	21.426	210	218.48	210.00	104.04%	100.00%	SI
17		4%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	21.550	210	219.75	210.00	104.64%	100.00%	SI
18		4%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	21.580	210	220.05	210.00	104.79%	100.00%	SI
19	7	4%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	21.088	210	214.83	210.00	102.30%	100.00%	SI
20		4%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	21.095	210	215.11	210.00	102.43%	100.00%	SI
21		4%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	21.055	210	214.70	210.00	102.24%	100.00%	SI
22	8	5%	5%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.169	210	215.86	210.00	102.79%	100.00%	SI
23		5%	5%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.285	210	217.04	210.00	103.35%	100.00%	SI
24		5%	5%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.104	210	215.20	210.00	102.47%	100.00%	SI
25	9	5%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	20.859	210	212.70	210.00	101.29%	100.00%	SI
26		5%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	20.960	210	213.79	210.00	101.80%	100.00%	SI
27		5%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	20.785	210	211.94	210.00	100.93%	100.00%	SI
28	10	5%	12.5%	24/06/2022	22/07/2022	28	Ensayo	20.454	210	208.57	210.00	99.32%	100.00%	NO
29		5%	12.5%	24/06/2022	22/07/2022	28	Ensayo	20.545	210	209.50	210.00	99.76%	100.00%	NO
30		5%	12.5%	24/06/2022	22/07/2022	28	Ensayo	20.374	210	207.75	210.00	98.93%	100.00%	NO





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, NroTel: 947285580

INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

SOLICITADO : Bach. Eber Buni Huansco Loayza

PROYECTO : Propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando ceniza de eucalipto y cal para pavimentos rígidos, Urubamba, Cusco - 2022

UBICACIÓN : -Cusco-Cusco

FECHA : 18/07/2022

MUESTRA : Briquezas de concreto

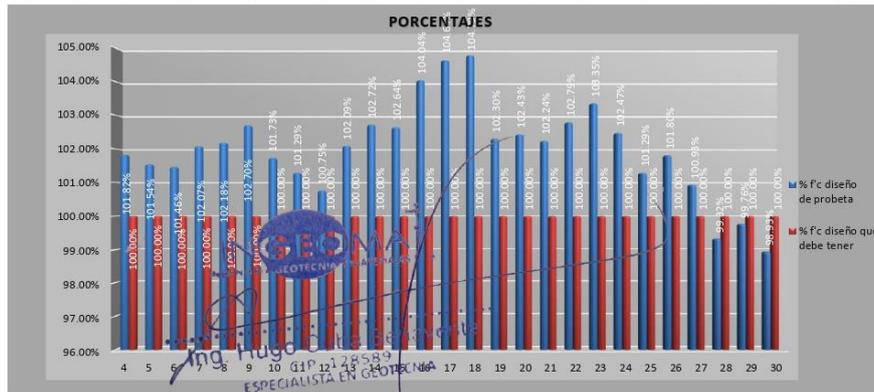
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589

CEMENTO : Portland Puzolánico Tipo IP

ENDURECIMIENTO : LENTO

EDAD DE ENSAYO : 28 días

Nº de Briqueza	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%	02/05/2022	30/05/2022	28	Ensayo	20.754	210	211.83	210.00	100.78%	100.00%	SI
2		0%	0%	02/05/2022	30/05/2022	28	Ensayo	20.696	210	210.83	210.00	100.30%	100.00%	SI
3		0%	0%	02/05/2022	30/05/2022	28	Ensayo	20.695	210	211.03	210.00	100.49%	100.00%	SI
4	2	3%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	20.969	210	213.82	210.00	101.82%	100.00%	SI
5		3%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	20.911	210	213.23	210.00	101.54%	100.00%	SI
6		3%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	20.895	210	213.07	210.00	101.46%	100.00%	SI
7	3	3%	10%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.021	210	214.35	210.00	102.07%	100.00%	SI
8		3%	10%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.044	210	214.50	210.00	102.18%	100.00%	SI
9		3%	10%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.150	210	215.67	210.00	102.70%	100.00%	SI
10	4	3%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	20.950	210	213.83	210.00	101.73%	100.00%	SI
11		3%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	20.859	210	212.70	210.00	101.29%	100.00%	SI
12		3%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	20.748	210	211.57	210.00	100.75%	100.00%	SI
13	5	4%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	21.025	210	214.38	210.00	102.08%	100.00%	SI
14		4%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	21.154	210	215.71	210.00	102.72%	100.00%	SI
15		4%	5%	20/06/2022	18/07/2022	28	Ensayo	21.138	210	215.54	210.00	102.64%	100.00%	SI
16	6	4%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	21.426	210	218.48	210.00	104.04%	100.00%	SI
17		4%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	21.550	210	219.75	210.00	104.64%	100.00%	SI
18		4%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	21.580	210	220.05	210.00	104.79%	100.00%	SI
19	7	4%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	21.088	210	214.83	210.00	102.30%	100.00%	SI
20		4%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	21.095	210	215.11	210.00	102.43%	100.00%	SI
21		4%	12.5%	23/06/2022	21/07/2022	28	Ensayo	21.055	210	214.70	210.00	102.24%	100.00%	SI
22	8	5%	5%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.169	210	215.86	210.00	102.79%	100.00%	SI
23		5%	5%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.285	210	217.04	210.00	103.35%	100.00%	SI
24		5%	5%	21/06/2022	19/07/2022	28	Ensayo	21.104	210	215.20	210.00	102.47%	100.00%	SI
25	9	5%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	20.859	210	212.70	210.00	101.29%	100.00%	SI
26		5%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	20.960	210	213.79	210.00	101.80%	100.00%	SI
27		5%	10%	22/06/2022	20/07/2022	28	Ensayo	20.785	210	211.84	210.00	100.93%	100.00%	SI
28	10	5%	12.5%	24/06/2022	22/07/2022	28	Ensayo	20.454	210	208.57	210.00	99.32%	100.00%	NO
29		5%	12.5%	24/06/2022	22/07/2022	28	Ensayo	20.545	210	209.50	210.00	99.76%	100.00%	NO
30		5%	12.5%	24/06/2022	22/07/2022	28	Ensayo	20.374	210	207.75	210.00	98.93%	100.00%	NO



Anexo 04.06. Ensayo de resistencia a la flexión



- 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 CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO – 2022

INFORME N°01

Solicita: BACH. EBER BUNI HUANACO LOAYZA

Departamento : CUSCO

Provincia : CUSCO

CONCRETO ENDURECIDO



FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

JULIO, 2022

Cusco-Peru


Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

PROYECTO
'PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, 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

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

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 cara del espécimen y aplicadas sin excentricidad. Un diagrama de un aparato que cumple este propósito se muestra en la figura 1.

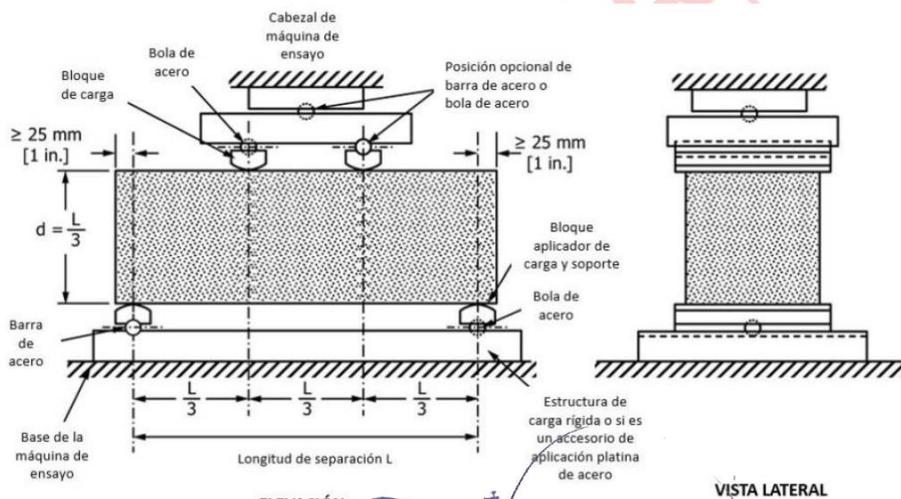
Todos los aparatos que se utilizan para ensayos de flexión al concreto deberán ser capaces de mantener la longitud de separación entre cada una de las distancias entre los bloques de carga y los bloques de soporte dentro de una tolerancia de $\pm 1.0 \text{ mm}$ ($\pm 0.05 \text{ pulg}$).

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 ± 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.

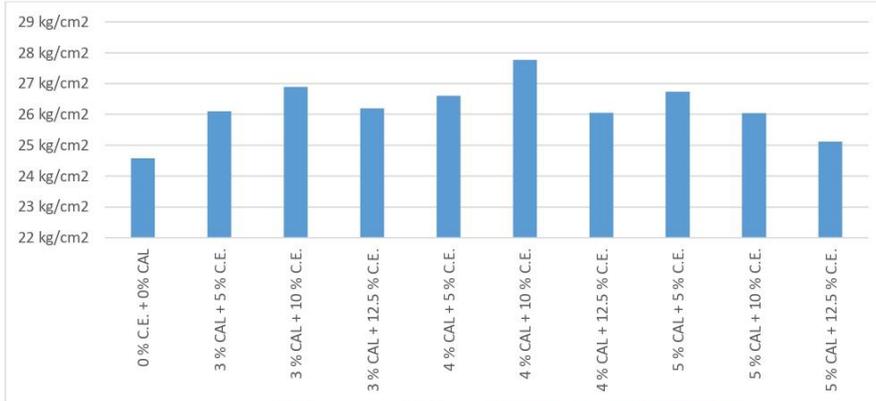


ELEVACIÓN
INGEOMA
INGENIERÍA Y MATERIALES E.I.R.L.

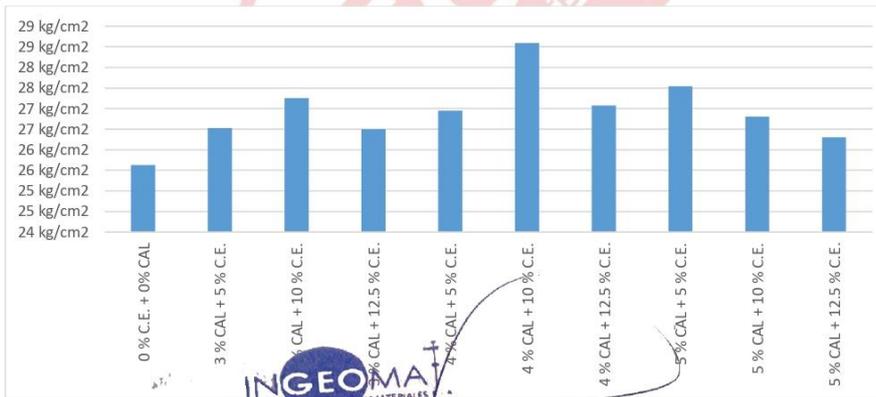
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

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

RESULTADOS OBTENIDOS



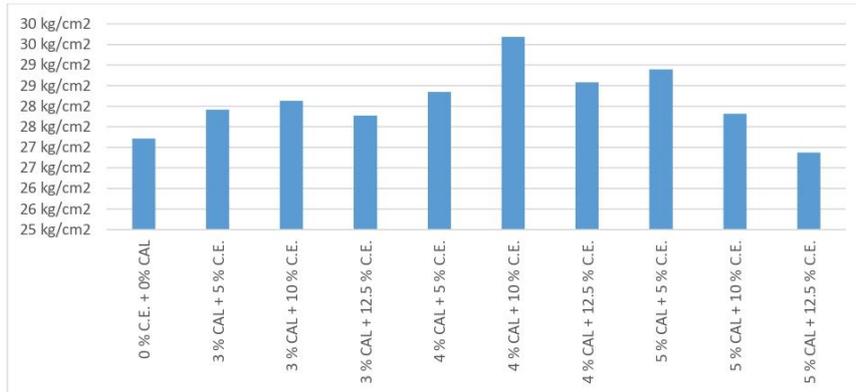
Cuadro 1 Resultados obtenidos en laboratorio – Ensayo de Flexión, 7 días.



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 4% 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 evolución del concreto más acero reciclado.
- Se recomienda seguir los lineamientos de la MTC en la mezcla y curado del concreto.

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

PANEL FOTOGRAFICO

7 DIAS



INGEOMAT
INGENIERIA 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: 217232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com / Ingeomat_apurimac@hotmail.com	Bitel: 921126988



**'PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO,
ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS
RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO – 2022**

14 DIAS



INGEOMAT
INGENIERIA Y MATERIALES E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Behavente
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

28 DIAS



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



**'PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO,
ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS
RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO – 2022**

MEMORIA DE CALCULO

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

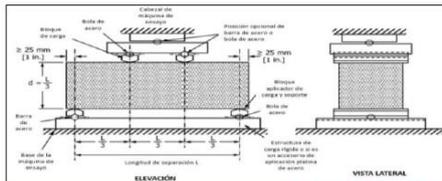
Dirección	Urb. El Edén Lote C-3, San Sebastián – Cusco. / Esquina Av. Prado y Jr. Cusco - Abancay	Celular: Entel: 974 279 249, Telf: 217232
E- mail	Ingeomat_cusco@hotmail.com / Ingeomat_apurimac@hotmail.com .	Bitel: 921126988



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
Ub. B. Eden Lefe C-3, San Sebastián - Cusco, 18-204-270342, Cllero: 084-974273249, 8744-994910111, Nextel: 447281590

SOLICITADO: BACH. EBER BUNY HUANGAO LEONZA
PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO - 2022
UBICACION: Cusco-Cusco-CUSCO-CUSCO
FECHA: JULIO, 2022
MUESTRA: PRISMAS DE CONCRETO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO

FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



ESPECIMENES A ENSAYAR: CANTIDAD: 36 Und

OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:



CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES

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

r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 11250.00 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) : 450.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.90 a 1.20 Mpas/min (1.25 [lb/pulg2] min a 1.75 [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:

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)

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

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.57 \text{ Mpas}$$

DONDE:
P: 19271.99 N
L: 450.00 mm
b: 150.00 mm
d: 150.00 mm

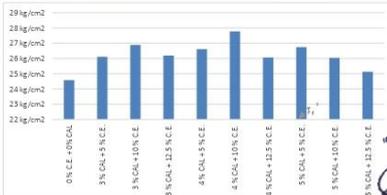
CONVERTIENDO SE TIENE:
MODULO DE ROTURA^a R = 26.20 kg/cm²

ENTONCES:
SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPRENDIDA ENTRE 10 A 20% DEL F' C DE DISEÑO

F' C DE DISEÑO	210 kg/cm ²
RANGO DEL R QUE DEBE TENER	21 kg/cm ² - 42 kg/cm ²

0% C.E. + 0% CAL	24.58 kg/cm ²
3% CAL + 5% C.E.	26.10 kg/cm ²
3% CAL + 10% C.E.	26.88 kg/cm ²
3% CAL + 12.5% C.E.	26.19 kg/cm ²
4% CAL + 5% C.E.	26.61 kg/cm ²
4% CAL + 10% C.E.	27.77 kg/cm ²
4% CAL + 12.5% C.E.	26.06 kg/cm ²
5% CAL + 5% C.E.	26.74 kg/cm ²
5% CAL + 10% C.E.	26.04 kg/cm ²
5% CAL + 12.5% C.E.	25.12 kg/cm ²

CUMPLE (Barra amarilla) NO CUMPLE (Barra roja)



EDAD: 7 días
f' c de diseño: 210 kg/cm²

EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)	P	L	b	d	R
1	0 %	1833.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	24.44 kg/cm ²
2	0 %	1845.23 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	24.59 kg/cm ²
3	0 %	1852.22 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	24.71 kg/cm ²
4	3 %	1956.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.08 kg/cm ²
5	3 %	1965.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.19 kg/cm ²
6	3 %	1955.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.08 kg/cm ²
7	3 %	2012.38 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.82 kg/cm ²
8	3 %	2011.24 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.81 kg/cm ²
9	3 %	2026.74 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.04 kg/cm ²
10	3 %	1965.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.19 kg/cm ²
11	3 %	1974.22 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.31 kg/cm ²
12	3 %	1956.34 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.07 kg/cm ²
13	4 %	1995.32 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.59 kg/cm ²
14	4 %	1997.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.82 kg/cm ²
15	4 %	1996.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.81 kg/cm ²
16	4 %	2072.14 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.62 kg/cm ²
17	4 %	2084.15 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.78 kg/cm ²
18	4 %	2034.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.01 kg/cm ²
19	4 %	1945.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.93 kg/cm ²
20	4 %	1965.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.20 kg/cm ²
21	4 %	1954.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.04 kg/cm ²
22	5 %	2001.62 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.88 kg/cm ²
23	5 %	2005.23 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.73 kg/cm ²
24	5 %	2011.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.81 kg/cm ²
25	5 %	1965.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.19 kg/cm ²
26	5 %	1944.14 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.91 kg/cm ²
27	5 %	1952.24 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.02 kg/cm ²
28	5 %	1896.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.27 kg/cm ²
29	5 %	1874.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	24.98 kg/cm ²
30	5 %	1884.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.11 kg/cm ²
PROMEDIO:		1966.53 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.21 kg/cm ²

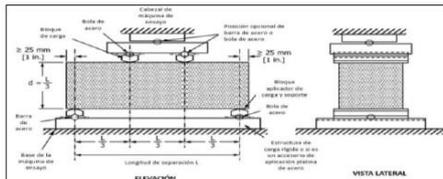
INGEOMA S.A. Ingenieros y Materiales E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
Ub. B. Eden Lefe C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 084-270342, Claro: 084-74277249, 8746-99890111, Nextel: 47281590

SOLICITADO: BACH. EBER BUNY HUANGAO LOAYZA
PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO - 2022
UBICACION: Cusco-Cusco-CUSCO-CUSCO
FECHA: JULIO, 2022
MUESTRA: PRISMAS DE CONCRETO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO

FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



ESPECIMENES A ENSAYAR: CANTIDAD: 36 Und

OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:



CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES

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

r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 11250.0 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 especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
d: Espesor promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
L: Longitud de la separacion de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.90 a 1.20 Mpas/min (1.25 [lb/pulg2] min a 1.75 [lb/pulg2] min)	CUMPLE?	SI
-----------------	---------------------------------------------------------------------	---------	----

DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA

CASO 01:
Si la fractura se inicia en la superficie de tension dentro del tercio medio de la luz o longitud de separacion entre apoyos, el calculo del modulo de ruptura se hace como sigue:

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

R: Modulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
P: Carga maxima aplicada por la maquina de ensayo, N (lb)
L: Longitud de la separacion de apoyos, mm (pulg)
b: Ancho promedio del especimen, en la fractura, mm (pulg)
d: Espesor promedio del especimen, 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: Modulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
P: Carga maxima aplicada por la maquina de ensayo, N (lb)
a: Distancia promedio entre la linea de fractura y el soporte mas cercano medido en la superficie de tension de la viga, mm (pulg)
b: Ancho promedio del especimen, en la fractura, mm (pulg)
d: Espesor promedio del especimen, 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:

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.64 \text{ Mpas}$$

DONDE:
P: 19792.33 N
L: 450.00 mm
b: 150.00 mm
d: 150.00 mm

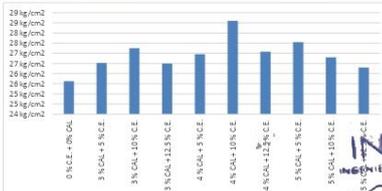
CONVERTIENDO SE TIENE:
MODULO DE ROTURA^a R = 26.91 kg/cm2

ENTONCES:
SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPRENDED 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 % CAL + 0% C.E.	25.83 kg/cm2
3 % CAL + 5 % C.E.	26.52 kg/cm2
3 % CAL + 10 % C.E.	27.25 kg/cm2
3 % CAL + 12.5 % C.E.	28.50 kg/cm2
4 % CAL + 5 % C.E.	26.95 kg/cm2
4 % CAL + 10 % C.E.	28.59 kg/cm2
4 % CAL + 12.5 % C.E.	27.08 kg/cm2
5 % CAL + 5 % C.E.	27.54 kg/cm2
5 % CAL + 10 % C.E.	28.81 kg/cm2
5 % CAL + 12.5 % C.E.	28.30 kg/cm2

CUMPLE (Yellow) NO CUMPLE (Red)



EDAD: 14 días

f' c de diseño: 210 kg/cm2

EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

Nº	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)	P	L	b	d	R
1	0 %	1921.29 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.81 kg/cm2
2	0 %	1932.14 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.75 kg/cm2
3	0 %	1915.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	25.53 kg/cm2
4	3 %	1988.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.48 kg/cm2
5	3 %	1989.55 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.82 kg/cm2
6	3 %	1995.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.59 kg/cm2
7	3 %	2032.19 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.08 kg/cm2
8	3 %	2045.19 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.28 kg/cm2
9	3 %	2056.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.41 kg/cm2
10	3 %	1996.23 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.83 kg/cm2
11	3 %	1989.65 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.52 kg/cm2
12	3 %	1977.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.35 kg/cm2
13	4 %	2012.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.82 kg/cm2
14	4 %	2032.15 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.08 kg/cm2
15	4 %	2022.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.95 kg/cm2
16	4 %	2196.74 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.75 kg/cm2
17	4 %	2145.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.59 kg/cm2
18	4 %	2134.25 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.45 kg/cm2
19	4 %	2014.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.85 kg/cm2
20	4 %	2036.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.13 kg/cm2
21	4 %	2045.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.28 kg/cm2
22	5 %	2056.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.41 kg/cm2
23	5 %	2065.74 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.53 kg/cm2
24	5 %	2077.59 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.89 kg/cm2
25	5 %	2012.35 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.82 kg/cm2
26	5 %	2011.54 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.81 kg/cm2
27	5 %	2009.65 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.78 kg/cm2
28	5 %	1989.24 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.48 kg/cm2
29	5 %	1977.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.38 kg/cm2
30	5 %	1956.84 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.38 kg/cm2
	PROMEDIO:	2019.63 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.92 kg/cm2

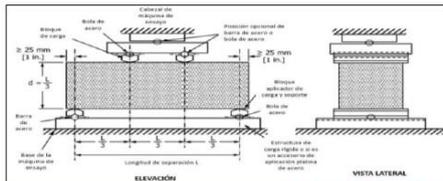
INGEOMA S.A. Ingenieros en Geotecnia y Materiales E.I.R.L.
Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONSULTORIA, ELABORACION DE PROYECTOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y DE ARQUITECTURA.
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
Ub. B. Eden Lefe C-3, San Sebastián - Cusco, 18-204-270342, Claro: 044-74277249, 87A4-99890111, Nextel: 447281590

SOLICITADO: BACH. EBER BUNY HUANGAO LOAYZA
PROYECTO: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO, ADICIONANDO CENIZA DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO - 2022
UBICACION: Cusco-Cusco-CUSCO-CUSCO
FECHA: JULIO, 2022
MUESTRA: PRISMAS DE CONCRETO
P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128589
CEMENTO: Portland Puzolanico Tipo IP
ENDURECIMIENTO: LENTO

FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



ESPECIMENES A ENSAYAR: CANTIDAD: 36 Und

OBSERVACIONES DE LA ROTURA DE LAS UNIDADES DE CONCRETO:



CALCULO DE LA CARGA APLICADA A LOS ESPECIMENES

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

r: Velocidad de carga, N/min (lb/min) : 11250.0 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 especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
d: Espesor promedio del especimen, mm (pulg) : 150.00 mm
L: Longitud de la separacion de apoyos, mm (pulg) : 450.00 mm

SEGUN NORMATIVA	0.90 a 1.20 Mpas/min (1.25 [lb/pulg2] min a 1.75 [lb/pulg2] min)	CUMPLE??	SI
-----------------	---------------------------------------------------------------------	----------	----

DETERMINACION DEL MODULO DE RUPTURA

CASO 01: Si la fractura se inicia en la superficie de tension dentro del tercio medio de la luz o longitud de separacion entre apoyos, el calculo del modulo de ruptura se hace como sigue:

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

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

CASO 02: Si la fractura ocurre en la seccion de tension fuera del tercio medio de la luz o longitud de separacion entre apoyos por no más de 5 % de la luz, calcular el modulo de ruptura como sigue

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

R: Modulo de ruptura, Mpas (lb/pulg2)
P: Carga maxima aplicada por la maquina de ensayo, N (lb)
a: Distancia promedio entre la linea de fractura y el soporte mas cercano medido en la superficie de tension de la viga, mm (pulg)
b: Ancho promedio del especimen, en la fractura, mm (pulg)
d: Espesor promedio del especimen, en la fractura, mm (pulg)

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

PARA EL PRESENTE PROYECTO: CASO 01

$$R = \frac{P * L}{b * d^2} = 2.78 \text{ Mpas}$$

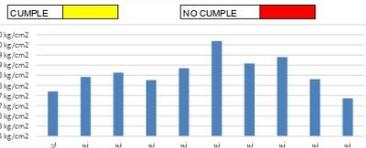
DONDE:
P: 20678.20 N
L: 450.00 mm
b: 150.00 mm
d: 150.00 mm

CONVERTIENDO SE TIENE: R = 28.11 kg/cm2

ENTONCES: SEGUN ASTM C078, EL MODULO DE ROTURA DEBE ESTAR COMPRENDA 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 % CAL + 0 % C.E.	27.21 kg/cm2
3 % CAL + 5 % C.E.	27.92 kg/cm2
3 % CAL + 10 % C.E.	28.13 kg/cm2
3 % CAL + 12.5 % C.E.	27.71 kg/cm2
4 % CAL + 5 % C.E.	28.35 kg/cm2
4 % CAL + 10 % C.E.	29.89 kg/cm2
4 % CAL + 12.5 % C.E.	28.58 kg/cm2
5 % CAL + 5 % C.E.	28.99 kg/cm2
5 % CAL + 10 % C.E.	27.82 kg/cm2
5 % CAL + 12.5 % C.E.	28.87 kg/cm2



EDAD	28 dias
f' c de diseño	210 kg/cm2

EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO							
Nº	DESCRIPCION (CAL/CENIZA)	P	L	b	d	R	
1	0 %	2045.63 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.28 kg/cm2	
2	0 %	2025.66 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.13 kg/cm2	
3	0 %	2043.64 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.34 kg/cm2	
4	3 %	2096.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.94 kg/cm2	
5	3 %	2098.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.97 kg/cm2	
6	3 %	2088.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.84 kg/cm2	
7	3 %	2102.36 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.02 kg/cm2	
8	3 %	2114.47 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.18 kg/cm2	
9	3 %	2115.68 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.20 kg/cm2	
10	3 %	2085.65 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.80 kg/cm2	
11	3 %	2078.44 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.70 kg/cm2	
12	3 %	2088.11 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.80 kg/cm2	
13	4 %	2133.12 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.43 kg/cm2	
14	4 %	2125.14 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.32 kg/cm2	
15	4 %	2122.50 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.29 kg/cm2	
16	4 %	2114.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.31 kg/cm2	
17	4 %	2232.14 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.75 kg/cm2	
18	4 %	2236.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	29.80 kg/cm2	
19	4 %	2141.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.54 kg/cm2	
20	4 %	2136.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.47 kg/cm2	
21	4 %	2155.69 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.73 kg/cm2	
22	5 %	2165.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.88 kg/cm2	
23	5 %	2168.54 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.90 kg/cm2	
24	5 %	2170.28 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.92 kg/cm2	
25	5 %	2098.21 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.99 kg/cm2	
26	5 %	2077.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.89 kg/cm2	
27	5 %	2085.46 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.80 kg/cm2	
28	5 %	2010.26 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.79 kg/cm2	
29	5 %	2003.58 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	26.70 kg/cm2	
30	5 %	2034.18 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	27.11 kg/cm2	
PR. MEDIO:		2110.03 kg	450.00 mm	150.00 mm	150.00 mm	28.12 kg/cm2	



Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Anexo 05: Confiabilidad



- 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 Maman Cutipa
INGENIERO CIVIL
-17-11904


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/cm²

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.

Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPM: #99890111

Proyecto: 0

Cantera: -
 Fecha: MARZO, 2022
 Solicitante: 0

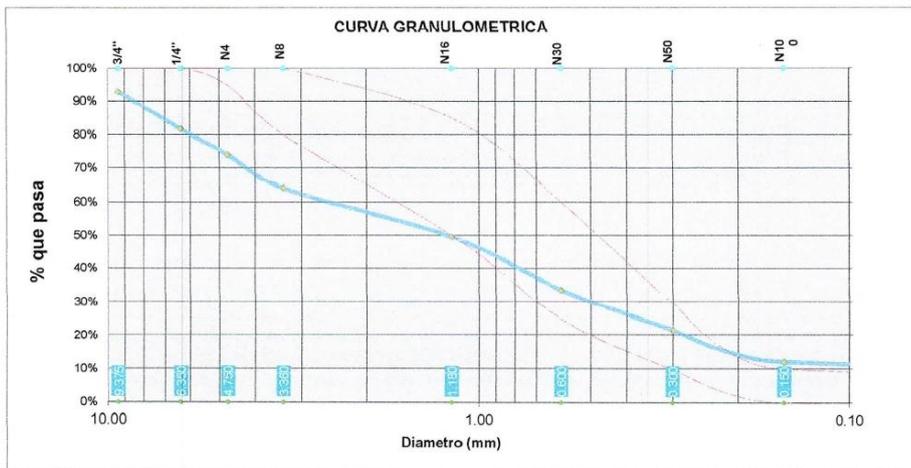
Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente
 P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente

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

PARAMETROS
 ASTM C 33

Tamiz N°	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	3.360	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" (Tyler)



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

MF = 3.52 Arena Gruesa → Aumentar Arena Fina

Mg. Ing. German Merino
 CIP 416074

Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP 1504

Ma. Ing. Juan Pedro Luciano Corvez Vargas
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 159843

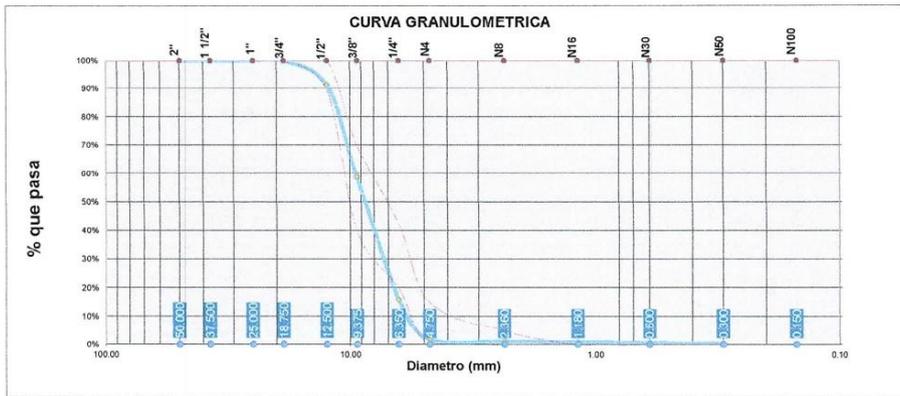
Proyecto: 0

Cantera: -
 Fecha: MARZO, 2022
 Solicitante: 0

Realizado 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 N°	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1/2pulg	12.500	258.32	8.55%	8.55%	91.45%	100.00%	90.00%
3/8pulg	9.375	984.32	32.58%	41.13%	58.87%	70.00%	40.00%
1/4pulg	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%	5.00%	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%				



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos: } 1 \frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N4, N8, N16, N30, N50, N100}{100}$$

MF = 6.36

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

[Signature]
 Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
 CIP: 116374

[Signature]
 Ambrosio Mamani Cutipa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 41504

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

Proyecto: 0

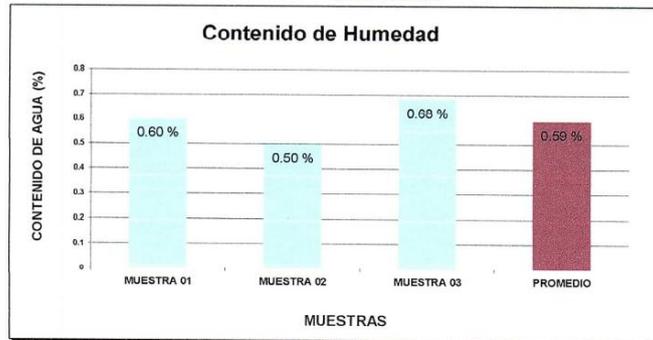
Muestra: -
Fecha: MARZO, 2022
Solicitante: 0

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

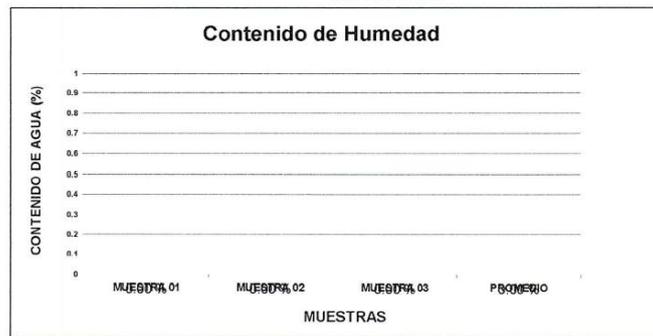
PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 0.59%



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 (%)	#1DIV/0!	#1DIV/0!	#1DIV/0!	#1DIV/0!

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = #1DIV/0!



Mg. Ing. German Meneses
CIP: 116074

Ambrosio Maman Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 11504

Mg. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
MAESTRO EN GESTION PUBLICA
INGENIERO CIVIL
RUB/ CIP N° 109843



- 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, Tel: 270342, Cel: 974279246, Movistar: 998990111, BPN: #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 ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1508.49 kg/m ³	1507.56 kg/m ³	1508.80 kg/m ³	1508.29 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1508.29 kg/m³



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 ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1407.62 kg/m ³	1408.55 kg/m ³	1408.86 kg/m ³	1408.34 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1408.34 kg/m³



Mg. Ing. Gerardo Amado Morales
 CIP: 116077

Ambrocio Mamani Cuzpa
 INGENIERO
 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 GEOTECNIA Y MATERIALES.
 - Urb. El Eden Lote C-3, San Sebastián - Cusco. IR 270342. Claro: 97427241. Movilcar: 998990111. RFI: 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	3211.81cm ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1709.00 kg/m ³	1708.69 kg/m ³	1708.38 kg/m ³	1708.69 kg/m ³

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	3211.81cm ³	3211.81cm ³	3211.81cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1720.52 kg/m ³	1719.90 kg/m ³	1721.15 kg/m ³	1720.52 kg/m ³

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 1720.52 kg/m³



[Signature]
 Ing. Germán Mendoza Morales
 CIP 116274

[Signature]
 Ambrocio Mariani Curipta
 INGENIERO CIVIL
 CIP 41204

[Signature]
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
 MAF - OFICINA DE GESTION PUBLICA
 INGENIERO CIVIL
 REG. 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_m)

W_o= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 496.90
 V= Volumen de Frasco en cm³ : 500.00
 V_a= Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida en el frasco : 305.00

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

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

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

$$\gamma_{exp} = \frac{A}{B - C} = 2.53 \quad \gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.58$$

$$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.55 \quad Absorcion = \frac{B - A}{A} = 0.78\%$$


 Mg. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
 CIP 116974


 Ambrosio Yamani Cuzpa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 141504


 Mg. 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. I.E. 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, EPM: 8998990111

Proyecto: 0

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

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI

1.- Propiedades del Concreto a Diseñar

f_c= 210 kg/cm²
SLUMP= 4 pulg
Consistencia= Plastica
Uso de aditivo Sin Aditivo
Aire Incorporado No

2.- Características de los Materiales:

2.1.- Cemento:

Marca: Yura
Tipo: IP
Peso Especifico: 2.85

2.2.- Agua:

Agua potable de la red publica de la ciudad

2.3.- Agregado Fino:

Peso Especifico de la masa 2.55
Absorción 0.62%
Contenido de Humedad 0.59%
Modulo de Fineza 3.52
Peso Compacto Seco 1708.69 kg/m³
Peso Suelto Seco 1508.29 kg/m³

2.4.- Agregado Grueso:

Perfil Angular Si
Tamaño Maximo Nominal 1/2 pulg
Peso Compacto Seco 1720.52 kg/m³
Peso Suelto Seco 1408.34 kg/m³
Peso Especifico de la masa 2.53
Absorción 0.78%
Contenido de Humedad #_i DIV/OI
Modulo de Fineza 6.36

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

Calculo de la Desviación Estandar

Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviación estandar se hara uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3

f _c	f _c 'r
menor de 210	f _c +70
210 a 350	f _c +85
mayor a 350	1.1f _c +50

M. Ing. Germán Mendoza Morales
CIP 110974

M. Ing. Ambrosio Mamani Gutipa
INGENIERO CIVIL
CIP: 41504

M. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
MAESTRO EN GESTION PUBLICA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 190843



Urb. El Eden lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tel: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPN: 8998990111

Proyecto: 0

Muestra:

Fino=
Grueso=

0/
0

Fecha: MARZO, 2022

Solicitante:

0

$f'c=$	210 kg/cm ²
--------	------------------------

Por lo tanto la resistencia promedio sera:

$f'c_r=$ 295 kg/cm²

4.- Calculo del volumen unitario de agua

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

5.- Selección del contenido de aire atrapado

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

6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento

$f'c=$	210 kg/cm ²
A/C	0.55

7.- Factor Cemento

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

8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta

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

9.- Volumen Absoluto del Agregado

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

10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado

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


Ing. Cesar
CIP: 119974


Ambrosio
INGENIERO CIVIL
CIP: 61504


Ma. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
MAESTRO EN GESTION PUBLICA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP/N° 100543



Ub. El Eden lote C-3, San Sebastián - Cusco, Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RPA: #998990111

Proyecto: 0

Muestra:

Fino=
Grueso=

0/
0/

Fecha: MARZO, 2022

Solicitante:

0

11.- Pesos Secos de los Agregados

f'c=	210 kg/cm ²
AF	670 kg/m ³
AG	963 kg/m ³

12.- Valores de Diseño

f'c=	210 kg/cm ²
Cemento	373 kg/m ³
Agua de Diseño	205 l/m ³
Agregado Fino	670 kg/m ³
Agregado Grueso	963 kg/m ³
TOTAL	2211 kg/m³

13.- Correccion por Humedad del Agregado

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

Agua Efectiva

Agua inicial	205.00 kg/m ³
Aporte de lo Agreg.	#¡DIV/0!
Agua Final	#¡DIV/0!

14.- Valores de Diseño corregidos por humedad

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

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

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

Ing. Cecilia Mendoza Morales
CIP: 116374

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 Sebastián - Cusco. Tlf: 270342, Claro: 974279249, Movistar: 998990111, RFM: 8998990111

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	# DIV/0!
Agregado Fino	76.7 kg/bolsa
Agregado Grueso	# DIV/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	# DIV/0!
Agregado Fino	1.8 pie3/pie3
Agregado Grueso	# DIV/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	# DIV/0!
Agregado Fino	0.45 m3/m3
Agregado Grueso	# DIV/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	# DIV/0!	
	Agregado Fino	3.928 kg	
	Agregado Grueso	# DIV/0!	
	Suma	# DIV/0!	
	Peso por Testigo	# DIV/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		# DIV/0!	
Agregado Fino		7.856 kg	
Agregado Grueso		# DIV/0!	
Suma		# DIV/0!	
Peso por Testigo		# DIV/0!	


Juan Medina
CIP: 410074


Ambrosio Maldonado
INGENIERO CIVIL
CIP: 41504


Mo. Ing. Pedro Luciano Cortez Vargas
MAESTRO EN GESTION PUBLICA
INGENIERO CIVIL
RUC: 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 :

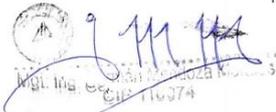
ENSAYO DE COMPRESION

ROTURA DE BRIQUETAS

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

MARZO, 2022
Cusco-Peru


Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589


Ambrosio Mamani Gutierrez
INGENIERO CIVIL
CIP: 41504


Ma. Ing. Juan Pedro Liciano 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, Claro: 084-97427249, RPA: #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

Nº de Biqueta	Nº de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	f _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f _c		COMPLET
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% 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!



[Handwritten signature]
 Ing. Hugo Cuba Benavente
 CIP: 128589

[Handwritten signature]
 Ing. Ambrosio Aparicio Cutipa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 41504

[Handwritten signature]
 No. Ing. Judith Pedry 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: 084-97427249, RPM: #998990111, Nextel: 94728580

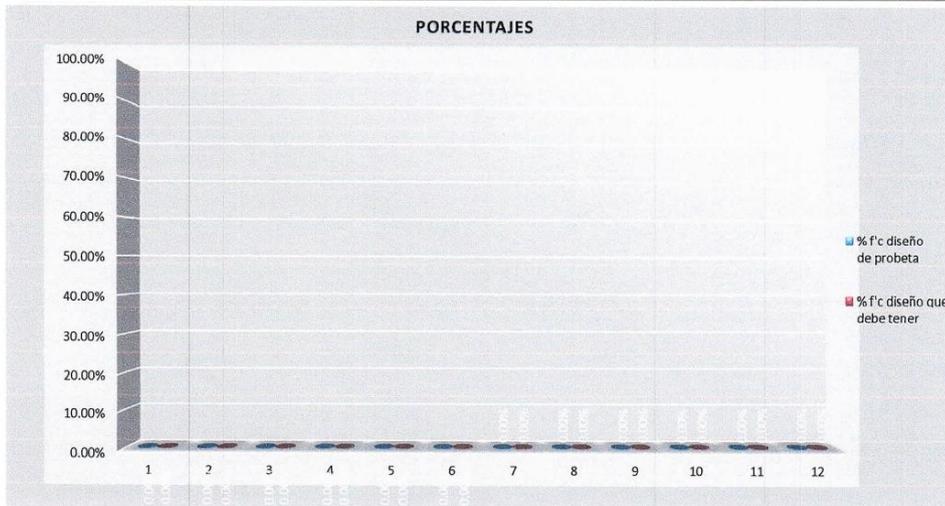
INFORME DE ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

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 Briketa	N° de Ensayo	Estructura y elemento	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial Mpa	F _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de F _c		CUMPLE
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% F _c diseño de probeta	% F _c 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!	



[Handwritten signature]
 Mol. Ing. Cecilia Incahuaza
 CIP 116374

[Handwritten signature]
 Ambrocio Mamani Cutipa
 INGENIERO CIVIL
 CIP 11504

[Handwritten signature]
 Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
 MAESTRO EN GESTION PUBLICA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 188643



- 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

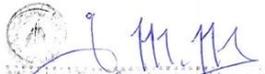
ENSAYOS EN UNIDADES DE CONCRETO

FLEXION Y TRACCION

Realizado por: Ing. Hugo Cuba Benavente

P.R. Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589

FEBRERO, 2022
Cusco-Peru


Mo. Ing. Germain Mendoza Morales
CIP 110374



Ambrojo Maman 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.
Urb. El Eden Lote C.3, San Sebastian - Cusco, Tel: 04 - 210340, Cel: 984-71427549, Fax: 999993111, Email: info@ingemat.com

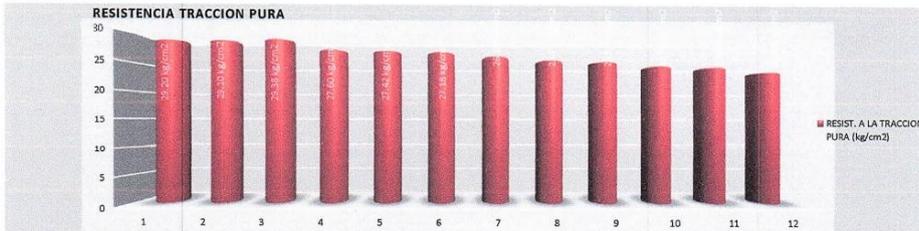
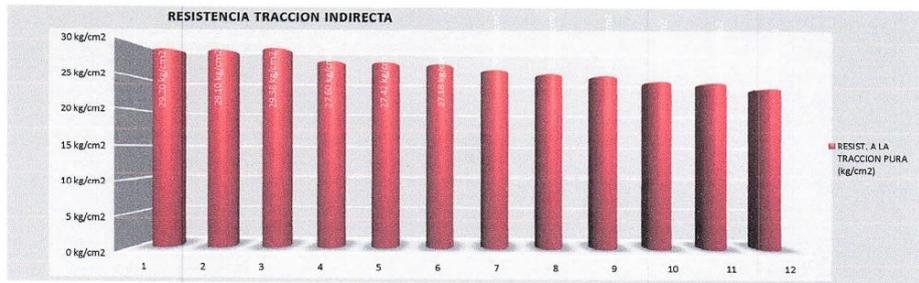
INFORME DE TRACCION DE TESTIGOS DE CONCRETO

CLIENTADO : 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. Hujo Cuba Benavente CIP 126589

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

RESISTENCIA DEL CONCRETO	210.00 kg/cm ²
RESISTENCIA MAXIMA REQUERIDA	31.80 kg/cm ²

N° de Briqueita	DESCRIPCION	PESO (kg)	DIMENSIONES			Fecha		Edad	Ensayo o Evolucion	LECTURA kg	RESIST. A LA TRACCION INDIRECTA (kg/cm ²)	RESIST. A LA TRACCION PURA (kg/cm ²)	F _c (kg/cm ²)	DISEÑO
			LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	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	17654.00	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	10468.00	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	23.687	210	SI



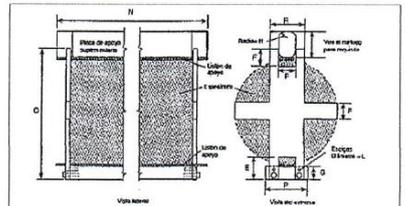
ECUACION GENERAL

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

DONDE:
T: Resistencia a la traccion indirecta, Mpas (kg/cm²)
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/MIN, POR CILINDROS DE 6" X 12 PULG.

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



M	O	P	R	F	P	H	L
15 pulg	7.75 pulg	2.75 pulg	2 pulg	1 1/2 pulg	1 pulg	1/2 pulg	1/8 pulg
375 mm	190 mm	65 mm	50 mm	32 mm	25 mm	13 mm	3 mm

PARA EL PRESENTE CASO

T: 22.70 kg/cm²
T: 2.23 Mpas

P: 18045.87 kg
l: 30.00 cm
[Signature]
CIP 118074

[Signature]
Ambrosio Mamani Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP: 41504

[Signature]
Mo. Ing. Juan Pedro Lickiano 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 Lore C-3, San Sebastian - Cusco, Tel: 084 - 270342, Cel: 084-97427249, RUC: #998990111, Redtel: 94726550

INFORME DE TRACCION DE TESTIGOS DE CONCRETO

ENCARGADO: 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. Hujo Cuba Benavente CIP 128589

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

RESISTENCIA DEL CONCRETO	210.00 kg/cm ²
RESISTENCIA MAXIMA REQUERIDA	31.50 kg/cm ²

N° de Brique	DESCRIPCION	PESO (kg)	DIMENSIONES			Fecha		Edad	Ensayo o Evolucion	LECTURA kg	RESIST. A LA TRACCION INDIRECTA (kg/cm ²)	RESIST. A LA TRACCION PURA (kg/cm ²)	F _c (kg/cm ²) Deseo	COMENT
			LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	Moldeo	Rotura (días)							
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	17654.00	24.98	29.383	210	SI
4		13.32	30	15	1413.717	13/01/2022	20/01/2022	7	Evolucion	16582.00	23.46	27.599	210	SI
5	10% DE POMES	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	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	23.687	210	SI

d: 16.00 cm

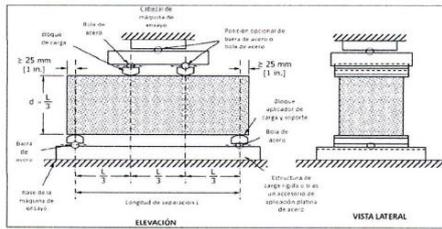
Mg. Ing. Germán Mendoza Morales
CIP 110074

Ambrojo Valdivia Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP: 41504

Mg. Ing. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
MAESTRO 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 dias

FLEXION DEL CONCRETO ASTM C 078



ESPECIMENES A ENSAYAR: CANTIDAD: 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) : 10875.00 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

SEGUIR NORMATIVA	0.00 a 1.20 Mpas/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

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

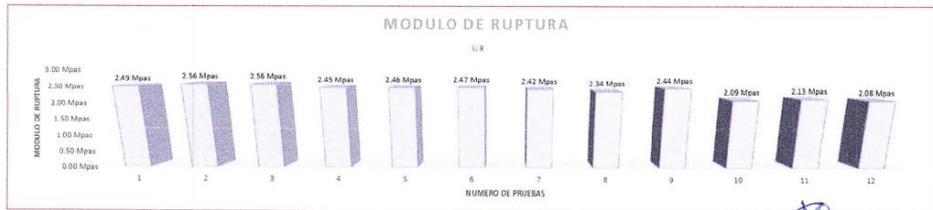
ENTONCES: R: 24.21 kg/cm2

DONDE:
P: 11304.95 N
L: 450.00 mm
b: 150.00 mm
d: 120.00 mm

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

EJECUCION DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

ELEMENTO	N°	P	L	b	d	R
PATRON	1	1220.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.49 Mpas
	2	1284.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.56 Mpas
	3	1292.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.58 Mpas
10% DE POMES	4	1202.00 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
	6	1208.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.47 Mpas
20% DE POMES	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
	9	1186.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.44 Mpas
30% DE POMES	10	1023.00 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.08 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		1162.75 kg	450.00 mm	150.00 mm	120.00 mm	2.37 Mpas



[Signature]
CIP 116374

[Signature]
Ambrosio Mamani Cutipa
INGENIERO CIVIL
CIP: 41504

[Signature]
Ma. Inga. Juan Pedro Luciano Cortez Vargas
MAESTRO EN GESTION PUBLICA
INGENIERO CIVIL
F.R.G. - CIP N° 196543



- 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 Parcoza Morales
CIP 116374


Ambrojo Yamani 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.

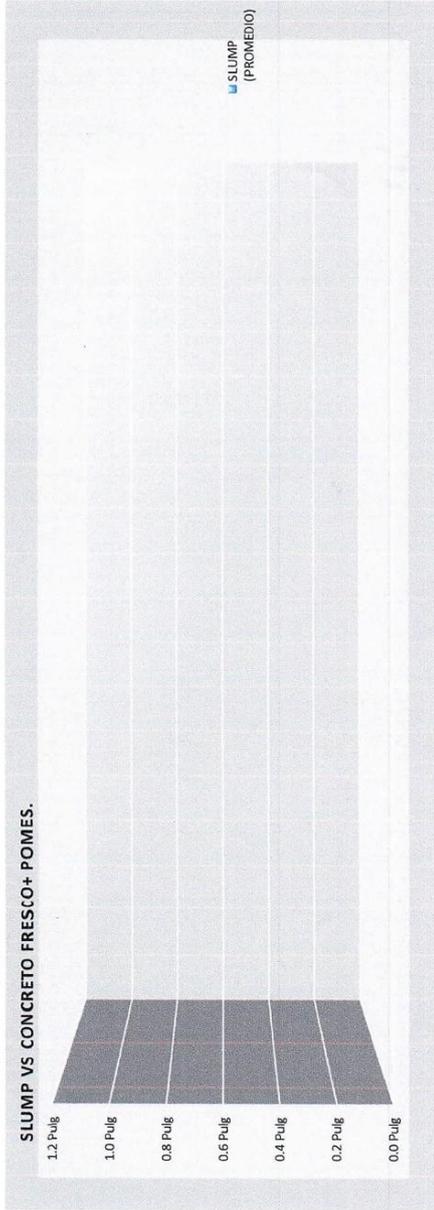
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES.
 Lib. El Eden Lote C-3, San Sebastian - Cusco, Tlf. 084 - 270342, Clarco. 084-97427249, RPA: #91897011, Nextel: 947285580

SLUMP (REVENIMIENTO DEL CONCRETO) - MTC E 705

SOLICITADO : 0
 PROYECTO : --
 UBICACION : --
 FECHA : ENERO, 2022
 MUESTRA : CONCRETO FRESCO
 P.R.: Ing. Hugo Cuba Benavente CIP 128898

CEMENTO: Portland Puzolánico Tipo IP
 ENDURECIMIENTO: LENTO

N° de Briqueleta		1	2	3	4
Estructura o elemento					
SLUMP (PROMEDIO)					



Ing. Germán Hernández Morales
 CIP: 12074

Armando Carvajal Córdova
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 41504

Mo. Ing. Juan Pedro Luciano Correz Vargas
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 198643

Anexo 06: Dosificación y resultados de antecedentes

ANTECEDENTES CON CAL

- 1-. “Adición de cal para mejorar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm² – Moyobamba – San Martín”

año **2021**
 presentado **Aguilar Macedo, Jorge Luis**
Díaz Sunción, Víctor Luis Germán

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Adición
diseño sísmico estructural

CAL

	7	14	28	MEJORA
DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	
C° P	145.41	196.62	212.4	0.00%
C° 4% CAL	156.69	208.16	235.15	10.71%
C° 8% CAL	150.28	201.88	227.97	7.33%
C° 12% CAL	146.96	199.8	215.45	1.44%

- 2-. Efecto del Uso de Cal en la Elaboración del Concreto, Caso: Edificio de diez Niveles, Ayacucho 2021

año **2021**
 presentado **PINTO SULCA, Edwin Eduardo**
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

adición
diseño sísmico estructural

CAL

	7	14	28	MEJORA
C° P	241.00	266.00	300.00	0.00%
C° 5% CAL	224.00	241.00	262.00	-12.67%
C° 10% CAL	164.00	190.00	236.00	-21.33%
C° 15% CAL	160.00	192.00	214.00	-28.67%

- 3-. EFECTO DE LA INCORPORACION DE CAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO, CAJAMARCA - 2018

año **2018**
 presentado **EDUAR MICHEL MALCA MUÑOZ**
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

adición
diseño sísmico estructural

CAL

	7	14	28	MEJORA
C° P	156.06	172.44	231.42	0.00%
C° 1% CAL	187.97	176.54	174.94	-24.41%
C° 3% CAL	188.95	158.89	144.20	-37.69%
C° 5% CAL	173.06	156.39	144.44	-37.59%

4.-

EVALUACIÓN DE LA CONSISTENCIA, TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² CON LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO PORTLAND IP POR CAL.

año **2019**
 presentado **Wilfredo Francisco Singona Quispe**
Marco Aurelio Mendoza Torren

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

sustitución
 diseño sísmico estructural

CAL

DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P				
C° 5% CAL				INCREMENTA
C° 10% CAL				DISMINUYE
C° 15% CAL				DISMINUYE

5.-

“Efecto de la cal de conchas de abanico en la resistencia a compresión en el concreto $f'c = 210$ kg/cm²”

año **2018**
 presentado **RONAL ALEX MAURICIO VILLARRIAL**
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

sustitución
 diseño sísmico estructural

CAL

DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P			210.1	
C° 3% CAL			242.6318	15.48%
C° 4% CAL			245.25	16.73%
C° 5% CAL			261.17	24.31%

6.-

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CAL EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO

año **2016**
 presentado **JUAN FRANCISCO PACCO MESCCO**
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO

Adición
 Gestión y Gerencia de Vías

CAL

DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P	130.4	146.91	200.19	0.00%
C° 5% CAL	113.42	136.05	203.12	1.46%
C° 10% CAL	72.94	89.38	102.24	-48.93%
C° 15% CAL	56.47	66.85	79.14	-60.47%

ANTECEDENTES CON CENIZA DE EUCALIPTO

- 1-. “Influencia de la ceniza del tronco del eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto de diseño $f'c=210$ kg/cm² Anta, Cusco – 2021”

año 2021

Bernaola Fuentes, Yessica

Guardapuclla Espinoza, Henry

sustitución

diseño sísmico estructural

CENIZA DE EUCALIPTO

DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P			148.13	0.00%
C° 5% CE			149.11	0.66%
C° 9% CE			149.96	1.24%
C° 13% CE			146.03	-1.42%

- 2-. “Comportamiento de un concreto $f'c=175$ Kg/cm² a la resistencia a compresión, sustituyendo parcialmente ceniza de eucalipto por cemento Huaraz 2021”

año 2021

Yánac Cáceres, Jesús Paúl

Sustitución

diseño sísmico estructural

CENIZA DE EUCALIPTO

DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P	215.73	239.33	331.17	0.00%
C° 2% CE	163.97	207.4	271.7	-17.96%
C° 3% CE	187.08	230.99	304.07	-8.18%
C° 5% CE	103.9	240.65	331.72	0.17%

- 3-.

Resistencia a la compresión del concreto hidráulico 210 Kg/cm², Incorporando ceniza de eucalipto para la eficiencia estructural del pavimento rígido en Av. Micaela Bastidas- Cusco.

año 2021

Chino Mayna, Marcelina

Adición

infraestructura vial

CENIZA DE EUCALIPTO

DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P	165	200	252	0.00%
C° 5% CE	167	194	240	-4.76%

C° 7% CE	160	190	228	-9.52%

4-. “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto en adoquines tipo III, utilizando ceniza de hoja de eucalipto y microsílíce con ceniza de hoja de eucalipto, Lima 2019”

año **2019**
 Chinguel Delgado, Rossynny Lennoh Romeo
 Adición
 diseño de infraestructura vial

CENIZA DE EUCALIPTO

DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P	182.6	306.83	521.57	0.00%
C° 12% CE	241.73	437.6	652.9	25.18%
C° 14% CE	277.4	471.57	719.37	37.92%
C° 16% CE	270.73	465.13	753.87	44.54%

5-.

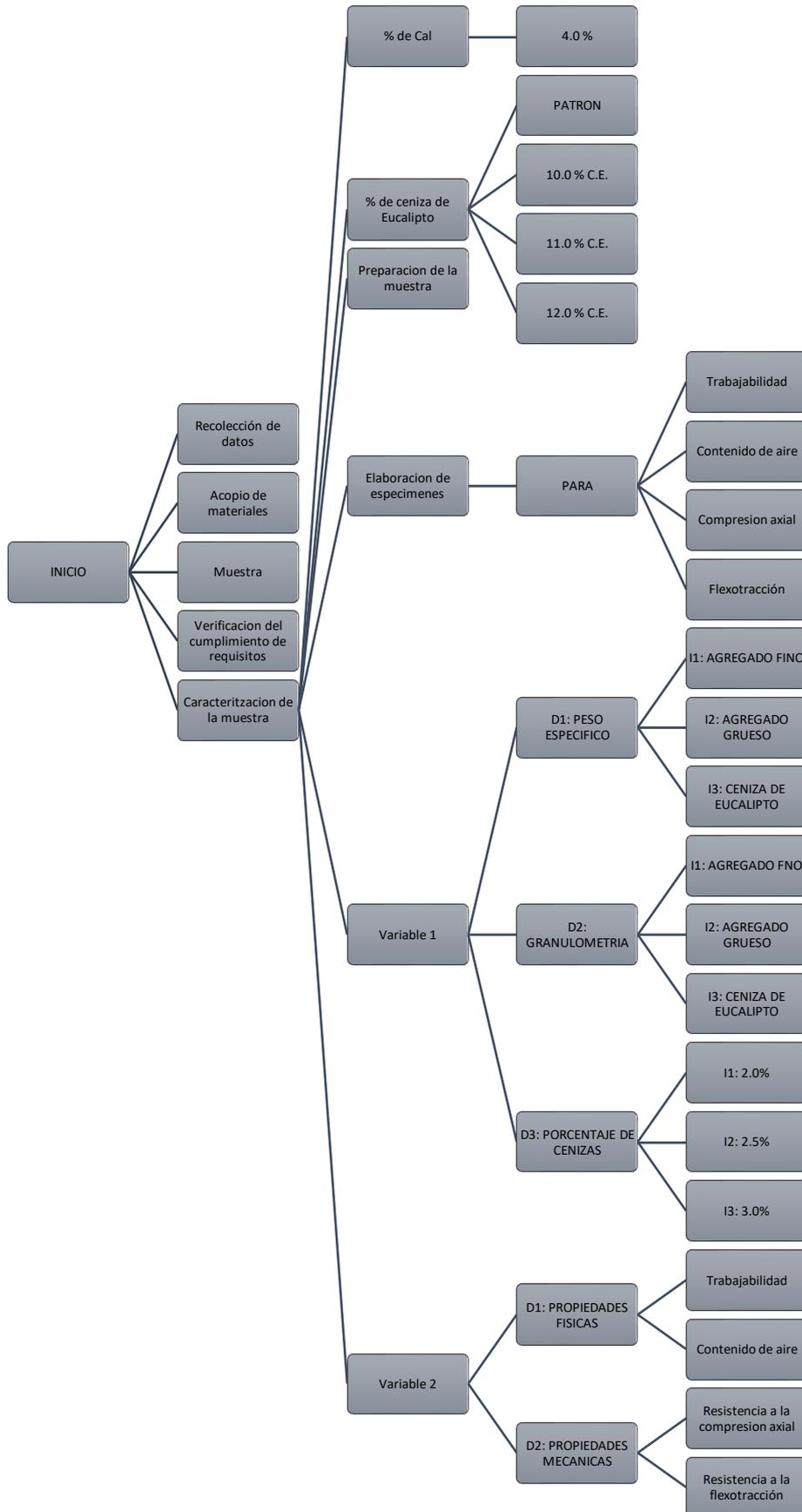
Resistencia de concreto $f'c = 210$ kg/cm² con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales.

año **2017**
 Villanueva Manrique, Janel Edwin
 Adición
 diseño de infraestructura vial

CENIZA DE EUCALIPTO

DISEÑO	136.5	189	210	
DIAS	7	14	28	MEJORA
C° P	152.6	174.2	212.1	0.00%
C° 15% CE	153	176.8	215.2	1.46%

Anexo 07: Procedimientos



Anexo 08: Certificados de calibración

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-INGEOMAT 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 - 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 the certificate including annexes

FIRMAS AUTORIZADAS

Authorized signature(s)

Téc. Ulmer A. Huamán Poquioma

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 signature(s)

Téc. Ulmer A. Huamán Poquioma

Responsable Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA

LABORATORIO



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



Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorioy@laboratorio@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

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



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**



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





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	1.0	1.0	50	0	2,000.0	1,999.9	50	-100	-100
2		1.0	40	10		1,999.9	40	-90	-100
3		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100
4		1.0	40	10		1,999.9	40	-90	-100
5		1.0	50	0		1,999.9	50	-100	-100

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
1.0	1.0	50	0	0	1.0	50	0	0	100
5.0	5.0	50	0	0	5.0	50	0	0	100
10.0	10.0	40	10	10	10.0	40	10	10	100
50.0	50.0	40	10	10	50.0	50	0	0	100
100.0	100.0	50	0	0	100.0	40	10	10	100
1,000.0	1,000.0	40	10	10	1,000.0	50	0	0	200
2,000.0	1,999.9	50	-100	-100	1,999.9	40	-90	-90	200
3,000.0	2,999.9	50	-100	-100	2,999.9	50	-100	-100	300
4,000.0	3,999.9	40	-90	-90	3,999.9	40	-90	-90	300
5,000.0	4,999.9	50	-100	-100	4,999.9	50	-100	-100	300
6,200.0	6,199.9	50	-100	-100	6,199.9	50	-100	-100	300

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,104E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{018E-04 \text{ g}^2 + 8,724E-16 \times R^2}$$

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

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



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



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 DM - INACAL TOTAL WEIGHT	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		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inicial					Final				
	19.1					19.1				
Carga mínima (g)	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido					
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	Carga (g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(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	
Error máximo permitido : ± 20 g										

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	Temp. (°C)									
	Inicial					Final				
	19.1					19.1				
Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)	
	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	I(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	±(g)	
10	10	0.5	0.0						10	
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10	
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10	
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10	
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10	
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10	
10,000	10,001	0.5	1.0	1.0	10,001	0.5	1.0	1.0	20	
15,000	15,001	0.5	1.0	1.0	15,001	0.5	1.0	1.0	20	
20,000	20,001	0.6	0.9	0.9	20,001	0.5	1.0	1.0	20	
25,000	25,001	0.6	0.9	0.9	25,001	0.6	0.9	0.9	30	
30,000	30,001	0.7	0.8	0.8	30,001	0.7	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 E₀: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)





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 Huamani 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 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	NO TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

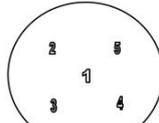
Medición Nº	Carga L1= 500.00 g			Carga L2= 1,000.00 g		
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)
1	500.02	4	21	1,000.12	4	121
2	500.02	4	21	1,000.12	4	121
3	500.02	5	20	1,000.12	5	120
4	500.02	5	20	1,000.12	5	120
5	500.02	5	20	1,000.12	5	120
6	500.02	6	19	1,000.12	4	121
7	500.02	4	21	1,000.12	4	121
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 ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (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

Temp. (°C) Inicial: 19.0 Final: 19.0

(*) 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 _c (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (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

Temp. (°C) Inicial: 19.0 Final: 19.0

(**) 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_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



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.

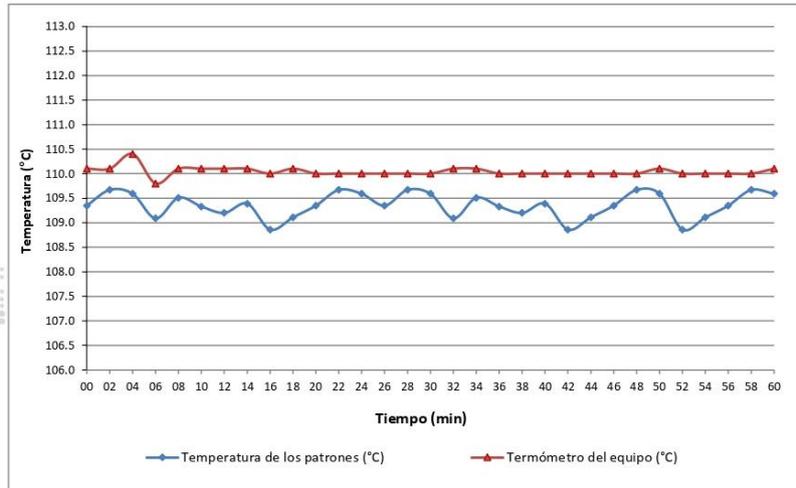
9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO



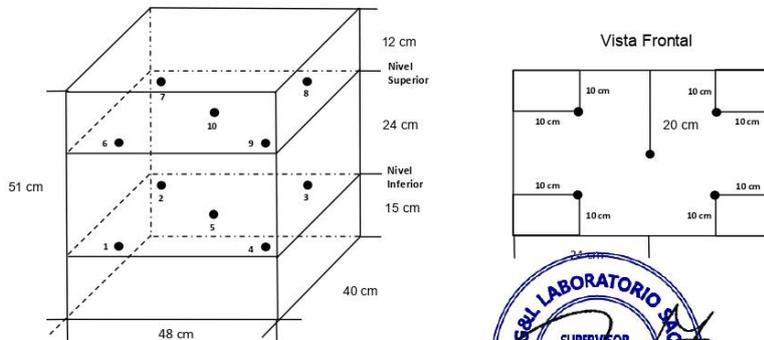


DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 7 cm de altura sobre sus respectivos niveles.



Anexo 09: Constancia de permanencia el laboratorio

INGENIERIA, GEOTECNIA Y MATERIALES E.I.R.L.



“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO N°625

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. EBER BUNI HUANACO LOAYZA, con DNI: 47463450. Viene usando las instalaciones del laboratorio para los ensayos de la tesis: PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE EUCALIPTO Y CAL PARA PAVIMENTOS RIGIDOS, URUBAMBA, CUSCO 2022. Desde el 19 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, 07 de julio del año 2022.

Atte.

Hcb.


Ing. Hugo Cuba Benavente
CIP 128589
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA