

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE
INGENIERÍA CIVIL



**EFFECTOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS
PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES DE
CONCRETO, PUCALLPA - UCAYALI 2024**

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

AUTOR

Br. Castillo Vasquez Dick Rolling

<https://orcid.org/0000-0002-8449-0486>

ASESOR

Mg. Ing. Noriega Vidal Eduardo Manuel

<https://orcid.org/0000-0001-7674-7125>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Tecnología del concreto

TRUJILLO - PERÚ

2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mg. Breitner Guillermo Diaz Rodríguez

Presente.

Yo Mg. Ing. Eduardo Manuel Noriega Vidal con DNI N°43236142, como asesor del trabajo de investigación titulado: **“EFECTOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA – UCAYALI 2024”**., desarrollado por el bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez, con DNI N° 44782466, del programa de estudios de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicos, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Eduardo Manuel Noriega Vidal
INGENIERO DE MINAS
CIP. 143734

Ing. Mg. Eduardo Manuel Noriega Vidal
ASESOR

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HECTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY ÁNGELICA DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DIAZ RODRIGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARIN

Secretaria General

DEDICATORIA

A nuestro todo poderoso por permitirme
acabar esta bonita etapa que con tanto
sacrificio me costó. Gracias por no
abandonarme

Dick Rolling Castillo Vasquez

Autor

AGRADECIMIENTO

A mi madrecita que está en el cielo gracias por tus bendiciones, a mi papá y a mis hermanos y familia gracias por apoyarme en esta bonita etapa de mi vida ... Y a mi hija Alizée que ella llegó para bendecirme.

Dick Rolling Castillo Vasquez

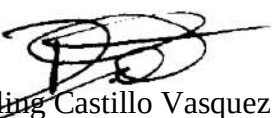
Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Dick Rolling Castillo Vasquez con DNI 44782466 , egresado del Programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“EFECTOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA – UCAYALI 2024”**, el cual de un total de 147 páginas, en las que se incluye 32 tablas y 19 figuras, incluye un total de 7 páginas anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

El autor



Dick Rolling Castillo Vasquez

DNI 44782466

INDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. METODOLOGÍA	36
2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación	36
2.2. Población, muestra y muestreo	38
2.3. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	39
2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información	40
2.5. Aspectos éticos en investigación	41
III. RESULTADOS	41
IV. DISCUSIÓN	60
V. CONCLUSIONES	65
VI. RECOMENDACIONES	67
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
ANEXOS	73
Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información	74
Anexo 2: Ficha técnica	90
Anexo 3: Operacionalización de variables	92
Anexo 4: Carta de presentación	94
Anexo 5: Resultados de ensayos en laboratorio Geo Control Calidad Total S.A.C	96
Anexo 5: Matriz de Consistencia	140
Anexo 6: Panel fotográfico	142

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de adoquines de concreto según su uso	29
Tabla 2: Clasificación de adoquines de concreto según sus características	30
Tabla 3: Principales compuestos químicos del cemento	32
Tabla 4: Absorción máxima en adoquines de concreto	39
Tabla 5: Resistencia a compresión de adoquín.....	40
Tabla 6: Propiedades físicas del Ishpingo	41
Tabla 7: Propiedades mecánicas del Ishpingo	44
Tabla 8: Distribución de 36 adoquines según día de rotura y % de Ishpingo	45
Tabla 9: Técnicas de recolección de datos	48
Tabla 10: Granulometría del Agregado Fino.....	49
Tabla 11: Granulometría del Agregado Grueso	51
Tabla 12: Granulometría del Agregado Global	52
Tabla 13: Cantidad de finos que pasan el tamiz N° 200	53
Tabla 14: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	54
Tabla 15: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	55
Tabla 16: Peso unitario suelto y compactado del agregado global.....	56
Tabla 17: Contenido de humedad del agregado grueso.....	57
Tabla 18: Contenido de humedad del agregado fino	58
Tabla 19: Resistencia promedio a la compresión requerida (F'_{cr}).....	59
Tabla 20: Volumen absoluto de agregados.....	60
Tabla 21: Corrección por humedad del agregado	61
Tabla 22: Material por m ³ de concreto corregido	62
Tabla 23: Material por bolsa de cemento	63

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto en Pucallpa, Ucayali 2024. El enfoque de investigación fue cuantitativo, descriptivo simple aplicado y como diseño una investigación experimental. Del mismo modo, se ha considerado una población de 40 unidades y de las cuales se ha tomado como muestra solo 36 unidades las mismas que serán evaluadas para su posterior rotura a las 7, 14 y 28 días. Como resultados se observó un incremento significativo con la adición de ceniza de Ishpingo en porcentajes de 0%, 5% en reemplazo al cemento a los 28 días de curado, obteniendo una resistencia promedio de 222 kg/cm² y 213 kg/cm² respectivamente, representando el 105.71% y 101.43% de la resistencia sin aditivo (210 kg/cm²), en este sentido mejoró en un 5.71% y 1.43% la resistencia requerida. Los porcentajes de 10% y 15% en reemplazo al cemento disminuyeron la resistencia a compresión en 207 kg/cm² y 201 kg/cm² , representando el 98.57 % y 95.71 % de la resistencia original (210 kg/cm²), disminuyendo la resistencia en un 1.43 % y 4.29 %. Se concluyó que la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo al 0% y 5% son viables para la producción de adoquines de calidad, mientras que la proporción del 10% - 15% no es recomendable; permitiendo mejorar la resistencia y otras propiedades del adoquín sin comprometer su calidad.

Palabras claves: *Adoquines de pavimento, cenizas de Ishpingo, resistencia a compresión.*

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the effect of the percentage of Ishpingo ash on the physical and mechanical properties of concrete pavers in Pucallpa, Ucayali 2024. The research approach was quantitative, simple descriptive applied and an experimental research design. Similarly, a population of 40 units has been considered and of which only 36 units have been taken as a sample, which will be evaluated for subsequent rupture at 7, 14 and 28 days. As results, a significant increase was observed with the addition of Ishpingo ash in percentages of 0%, 5% in replacement of cement after 28 days of curing, obtaining an average resistance of 222 kg/cm² and 213 kg/cm² respectively, representing 105.71% and 101.43% of the resistance without additive (210 kg/cm²), in this sense the required resistance improved by 5.71% and 1.43%. The percentages of 10% and 15% in replacement of cement decreased the compressive strength by 207 kg/cm² and 201 kg/cm², representing 98.57% and 95.71% of the original resistance (210 kg/cm²), decreasing the resistance by 1.43% and 4.29%. It was concluded that the appropriate proportion of 0% and 5% Ishpingo ash are viable for the production of quality pavers, while the proportion of 10% - 15% is not recommended; allowing to improve the resistance and other properties of the paving stone without compromising its quality.

Keywords: *Pavement pavers, Ishpingo ashes, compressive strength.*

I. INTRODUCCIÓN

La construcción ha tenido un repunte investigativo a nivel mundial sobresaliente; es así como, Abhishek (2021) indica que el incremento en la utilización de bio-masa permite la generación de energía, resaltando la importancia de gestionar adecuadamente las cenizas resultantes. “A escala global, se fabrican 170 millones de Toneladas al año, aunque esta cifra podría incrementarse a 1000 millones de toneladas al año si se aprovechara toda la biomasa disponible. Actualmente, la producción predominante se basa en la madera y sus derivados, aunque existe un potencial significativo para aumentar la utilización de residuos agrícolas.” (Abhishek, 2021, p. 4227)

“La incineración de biomasa en modernos hornos puede resultar en cenizas con bajos niveles de contaminantes orgánicos persistentes y concentraciones reducidas de metales, lo que permite su aplicación en suelos; sin embargo, esta solución está aún en desarrollo, pues muchas construcciones se paralizan por no considerar las leyes medioambientales.” (Abhishek, 2021, p. 4225)

“Por otro lado, las cenizas forestales contienen altos niveles de CaO, aunque la presencia algo mayor de metales contaminantes limita su uso a suelos forestales. Además, se ha demostrado la viabilidad de recuperar potasio a partir de estas cenizas para su utilización en materiales cementosos.” (Abhishek, 2021, p. 4228)

Según Nascimento (2023) en América Latina existe una notable capacidad para la elaboración de nuevas materia prima de construcción mediante el aprovechamiento de la biomasa, lo cual podría tener un impacto considerable en la disminución de la necesidad de cemento como aglutinante y en la mitigación del cambio climático.

La búsqueda de soluciones sostenibles asociadas a la producción de cemento ha llamado cada vez más atención. “Paralelamente, los residuos agroindustriales se generan con mayor frecuencia y no tienen un destino ambientalmente adecuado. Así, una opción es utilizar estos residuos agroindustriales como materiales cementantes suplementarios. Entre estos residuos destacan las cenizas de madera generadas en plantas termoeléctricas o en pequeños hornos industriales.” (Nascimento, 2023, p. 26)

La producción de cemento contribuye aproximadamente con el 8% de las emisiones totales de dióxido de carbono a escala global. Este efecto se atribuye principalmente a dos

causas: la utilización de combustibles fósiles en el proceso de generación de calor para producir el Clinker, elemento esencial del cemento, y las reacciones químicas que liberan dióxido de carbono durante la calcinación de la piedra caliza, principal componente del Clinker. (Nascimento, 2023, p. 28)

De acuerdo con Heber (2021), la fabricación de una tonelada de cemento demanda aproximadamente 3,191.95 mega julios de energía y resulta en la emisión de alrededor de 510.57 kilogramos de dióxido de carbono. Los principales insumos energéticos incluyen la caliza, el petróleo y la electricidad. El proceso más intensivo en términos de consumo energético es la producción de Clinker, debido tanto a las reacciones químicas en el horno como al uso de combustible. Además de las emisiones de dióxido de carbono, la producción de cemento también emite partículas a la atmósfera, originadas por la combustión de combustibles, el manejo de materias primas, así como los procesos de molienda y almacenamiento del cemento. La exposición a estas partículas provoca enfermedades respiratorias, cardiovasculares y muerte prematura. (Heber, 2021, p. 10)

La manufactura de una tonelada de cemento consume alrededor de 3,191.95 mega julios de energía y resulta en la emisión de aproximadamente 510.57 kilogramos de dióxido de carbono. Los componentes energéticos principales abarcan la caliza, el petróleo y la electricidad. El proceso más demandante en términos de consumo energético es la producción de Clinker, debido tanto a las reacciones químicas en el horno como al uso de combustible. Además de las emisiones de CO₂, la producción de cemento también libera partículas al aire, provenientes de la combustión de combustibles, la manipulación de materias primas, así como los procesos de molienda y almacenamiento del cemento. La exposición a estas partículas puede ocasionar enfermedades respiratorias y cardiovasculares, así como cáncer de pulmón y muerte prematura. (OMS, 2021, p. 101)

Según Cáceres (2018), la producción de cemento representa una importante fuente de gases de efecto invernadero en el Perú. Se estima que en 2010 generó alrededor de 6.1x10E6 de toneladas de CO₂ equivalente, constituyendo aproximadamente el 8% de las emisiones totales del país (sin incluir las emisiones del sector forestal).

En Arequipa, Los residentes informaron que han sufrido una fuerte contaminación por polvo durante los últimos 50 años desde que se construyó la planta. También afirman que su agua está contaminada y el tiempo de servicio es de más de 40 minutos diarios. “Esto

significa que la agricultura y ganadería de la zona se verán afectadas. Además, señalaron que están cansados de la vibración constante que provoca la empresa y ya han dañado varias casas” (Cáceres, 2018, p. 65)

En Tarma, el polvo generado durante el proceso de producción del cemento afecta la actividad económica y contamina todos los ecosistemas, incluidos plantas, animales, cuerpos de agua, etc. “Las autoridades conjuntas quieren controlar la contaminación antes mencionada y el clinker (el componente principal de la producción de cemento) para comprender en detalle el alcance de la contaminación.” (Cáceres, 2018, p. 67)

Según el Diario el Comercio (2021), en la ciudad de Pucallpa, no se han desarrollado estudios de nuevos agregados en la elaboración de hormigón, los agregados gruesos en la ciudad de Pucallpa son muy escasos por la carencia de canteras ya que los seres en esta zona son arcillosos de origen pluvial existiendo abundancia de canteras de agregado fin es por ello que a la carencia y falta del agregado grueso se busca optimizar las propiedades de los adoquines adicionando o sustituyendo cenizas de las diferentes especies de árboles.

Una alternativa viable sería aprovechar las propiedades de la ceniza de ishpingo para mejorar las características de los adoquines de concreto. El ishpingo, perteneciente a la especie *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev., ofrece una fuente potencial de material para este propósito. Y familia Sapotaceae, su nombre común en Perú: balata, pamashito, ishpingo, ishpingo colorada, teniendo distintos nombres en los diferentes países de Latinoamérica. El ishpingo es un Árbol que llega tener una altura de hasta 25 a 40 m; es de tronco en forma circular; Encontrándose ejemplares desde 50 85 cm de diámetro.

Ante la necesidad de mejorar las propiedades del concreto, se tratará de analizar cuál sería la sustitución de la ceniza por un porcentaje de cemento, de esta manera se plantea el problema general:

¿Cuál es el efecto del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico-mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024?

Planteándose los siguientes problemas específicos:

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali?

- ¿Cuál es el diseño de mezcla óptimo para la fabricación de un adoquín patrón, Pucallpa, Ucayali?
- ¿Cuál es la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali?
- ¿Cuánto es el incremento de resistencia a la compresión del adoquín con ceniza de Ishpingo, Pucallpa, Ucayali?

El presente trabajo se justifica por la necesidad de pavimentar el tránsito peatonal en los parques y también en las entradas y jardines de viviendas la necesidad es importante porque buscan mejorar las propiedades física y mecánica del adoquín de concreto

El estudio tiene una justificación técnica porque buscamos la aplicación de conocimientos técnicos y ha elaborado y estructurado a nuestro estudio de investigación con la diferencia de sustituir parcialmente el cemento por la ceniza de ishpingo la cual se ensayará mediante probetas en el laboratorio para el análisis respectivo de las propiedades del adoquín.

También tenemos una justificación económica porque si mejoramos las propiedades del adoquín tendríamos más durabilidad de este material la cual nos daría más tiempo de uso y por lo tanto habría un ahorro económico para la población y para los responsables del mantenimiento de parques.

El estudio tiene una justificación práctica porque es un estudio cuasi experimental y su aplicación es el cálculo de los ensayos en el laboratorio de los materiales y en la práctica se elaborarán las probetas o adoquines para la experimentación

Con el propósito de llevar a cabo la investigación, se ha establecido el siguiente objetivo general:

Determinar los efectos del porcentaje de ceniza Ishpingo en las propiedades físico–mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024.

Se plantean los objetivos específicos:

- Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024.
- Determinar el diseño de mezcla óptimo para la fabricación de un adoquín patrón, Pucallpa, Ucayali 2024.

- Determinar la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024.
- Determinar el incremento de resistencia a la compresión del adoquín con ceniza de Ishpingo como aditivo, Pucallpa, Ucayali 2024.

De acuerdo a lo establecido en el problema general, se plantea la hipótesis general de la siguiente manera:

La ceniza de Ishpingo como aditivo influye en el comportamiento físico mecánico del adoquín, aumentando su resistencia a la compresión en un 15%.

Basándose en los problemas específicos identificados, se han formulado las hipótesis específicas de la siguiente manera:

- Determinando las propiedades físico-mecánicas se podrían fabricar los adoquines de concreto.
- El diseño de mezcla cumple con la norma E.060 Concreto Armado del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- La proporción adecuada de partículas de cenizas de Ishpingo es de 2-3 %, para un adoquín de buena calidad.
- La ceniza de Ishpingo influye en la resistencia a la compresión del adoquín, incrementándola en un 1-1.5% respecto al adoquín sin aditivo.

Antecedentes Internacionales

Según Preethi (2023) en India, autor del artículo científico “*Un estudio preliminar sobre la producción de tejas y adoquines utilizando madera y cenizas de carbón.*”, planteó el objetivo general de determinar la viabilidad de utilizar una combinación de cenizas de madera y cenizas de carbón en la producción de adoquines y tejas de hormigón. Como metodología el estudio proporciona tanto información técnica detallada como evidencia experimental que respalda la idoneidad de esta combinación como material de construcción sostenible. Según los resultados la resistencia aumenta gradualmente a medida que la cantidad de ceniza de madera aumenta hasta una cierta cantidad de reemplazo. Las cenizas volantes se pueden agregar al cemento en una proporción de 0 a 30 % en peso, lo que aumenta la resistencia del cemento con el tiempo debido a reacciones puzolánicas y muestra un efecto significativo. Concluyó del estudio experimental, que se pueden añadir cenizas de

madera al cemento en una proporción del 20 al 25 % en peso sin afectar las propiedades del hormigón tanto para los adoquines como para las tejas.

Según Salem (2022) en Egipto, autor del artículo científico *“Hacia el hormigón sostenible: sustitución del cemento por ceniza de tallo de maíz egipcio”*, tuvo como objetivo determinar la viabilidad de la producción de ceniza de maíz a partir de las reservas egipcias y su idoneidad para sustituir parcialmente el cemento en la producción de hormigón. Como metodología se probaron tres proporciones diferentes de reemplazo de cemento (en peso), 5 %, 10 % y 15 %, y se informan los resultados de las propiedades fresco (trabajabilidad) y endurecido (resistencia a la compresión, flexión y rotura). Se moldearon veinticuatro cubos estándar, doce para cada mezcla, y se probaron a los 7, 28, 56 y 90 días (3 ejemplares cada uno). En resultados obtuvo que el reemplazo de cemento al 10 % mostró el mejor desempeño en términos de resistencia a la rotura por compresión, flexión y tracción en comparación con las otras proporciones de reemplazo probadas. En comparación con la mezcla de control, la resistencia a la compresión de la mezcla reemplazada con 10% de cemento disminuyó un 15% y un 11% en los días 7 y 28, respectivamente, y aumentó un 2% en los días 56 y 90. En cuanto a la resistencia a la flexión y a la rotura, la mezcla reemplazada con 10 % de cemento mostró un aumento de 2 % y 12 % en comparación con la mezcla de control. Concluyó que el concreto con 10 % de reemplazo de ceniza de tallo de maíz mostró una mejora en la permeabilidad con una reducción de 33 % y 46 % en la profundidad de penetración para los grados de cemento utilizados en comparación con su correspondiente mezcla de control.

Según Dimter (2021) en Croacia, autora del artículo científico *“Construcción de estructuras de pavimento económicas con ceniza de madera”*, tuvo como objetivo determinar el efecto de la ceniza de madera sobre las propiedades mecánicas. Tuvo una metodología aplicada, descriptiva experimental dado que el artículo describe pruebas de resistencia a la compresión de mezclas de arena del río Drava y cenizas de madera ciclónicas estabilizado por cemento en diferentes contenidos. Los resultados obtenidos mostraron que, con cenizas volantes de madera (en un contenido del 30 % masa.) en la mezcla de estabilización de arena, los valores de resistencia a la compresión en los límites prescritos necesarios para la construcción. Se pueden conseguir capas base estabilizadas mediante el aglomerante hidráulico. De este modo, la cantidad mínima de cemento en la mezcla de estabilización asciende al 2 % en masa. Concluyó que la aplicación de los resultados de esta investigación radica en un diseño y diseño más racional y económico en la construcción de

capas de estructura de pavimento, particularmente en áreas con grandes cantidades de cenizas de la biomasa de madera, como la zona del este de Croacia.

Según Prabagar (2020) en Sri Lanka, autor del artículo científico *“La ceniza de madera como materia prima eficaz para bloques de hormigón”*, el objetivo del estudio fue investigar el uso de cenizas de madera como sustituto parcial del cemento en la fabricación de bloques de cemento y arena. Se realizó un procedimiento en el cual se sustituyó parcialmente el cemento por ceniza de madera en proporciones del 10%, 15%, 20% y 25%. Se prepararon mezclas de concreto con arena y se sometieron a evaluación en términos de resistencia a la compresión, absorción de agua y liberación de calor. Los resultados indicaron que las muestras que contenían un 15% de ceniza de madera como sustituto mostraron una mayor resistencia a la compresión. En general, todas las muestras exhibieron una menor absorción de agua, excepto aquellas con un 25% de sustitución, que presentaron la mayor absorción. Después de un período de curado de 21 días, se observó que las muestras con un reemplazo del 15% y 20% de ceniza de madera liberaron calor de manera más gradual. Se concluyó que el porcentaje óptimo de sustitución de ceniza de madera es del 15%, lo que resulta en bloques con una alta resistencia a la compresión. Además, se observó una capacidad de absorción de agua óptima con un reemplazo del 15% después de 21 días de curado. La ceniza de madera se considera una adición valiosa debido a su liberación de calor lenta, y el reemplazo del 15% mostró un ritmo de liberación de calor más gradual.

Antecedentes Nacionales

Según Santillana (2022) en Tarapoto, autor de la tesis de pregrado *“Adoquín del tipo II de concreto simple con aplicación de cenizas de leña para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto”*, el propósito fue desarrollar un adoquín tipo II utilizando concreto simple y ceniza de madera para mejorar su resistencia a la compresión, en Tarapoto en 2021. El diseño de adoquines de concreto en Tarapoto incorpora ceniza de madera para fortalecer la resistencia a la compresión. Nuestros hallazgos revelaron lo siguiente: se analizaron las características físicas y químicas de los agregados presentes en las mezclas de concreto tipo II. Se evaluaron porcentajes de ceniza del 0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%. Se identificó que los mejores resultados para los adoquines tipo II se obtuvieron con un contenido de ceniza del 3.0% y 4.5%. Además, se calculó el costo económico de producir 1000 adoquines de concreto tipo II con ceniza de madera. En resumen, los resultados indican una mejora

significativa en las propiedades de resistencia a la compresión de los adoquines con la adición de ceniza de madera..

Según Saavedra (2022) en Ancash, autor de la tesis de pregrado “Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash – 2022”, el objetivo de la investigación fue evaluar las propiedades físicas y mecánicas de adoquines peatonales con la adición de ceniza de fuego de eucalipto y cal. El enfoque metodológico comenzó con una revisión exhaustiva de antecedentes, normativas y la recolección de materiales. Posteriormente, se diseñó una probeta estándar para cumplir con la resistencia mínima especificada en la normativa peruana, la cual era de 320 kg/cm². Después del diseño, se llevaron a cabo cinco grupos de control en los cuales se sustituyó el cemento por diferentes proporciones de ceniza de eucalipto y cal. Se obtuvieron 75 muestras de pavimento para realizar ensayos de absorción, deformación y resistencia. Se llevó a cabo un procedimiento en el que se reemplazó parcialmente el cemento por ceniza de madera en proporciones del 10%, 15%, 20% y 25%. Se elaboraron mezclas de concreto con arena y se evaluaron en términos de resistencia a la compresión, absorción de agua y liberación de calor. Los resultados señalaron que las muestras que contenían un 15% de ceniza de madera como sustituto demostraron una mayor resistencia a la compresión. En general, todas las muestras exhibieron una menor absorción de agua, excepto aquellas con un 25% de sustitución, que registraron la mayor absorción. Tras un período de curado de 21 días, se observó que las muestras con un reemplazo del 15% y 20% de ceniza de madera liberaron calor de manera más gradual. Se concluyó que el porcentaje óptimo de sustitución de ceniza de madera es del 15%, lo que resulta en bloques con una alta resistencia a la compresión. Además, se observó una capacidad de absorción de agua óptima con un reemplazo del 15% después de 21 días de curado. La ceniza de madera se considera una adición valiosa debido a su liberación de calor lenta, y el reemplazo del 15% mostró un ritmo de liberación de calor más gradual.

Según Benancio (2023) en Huánuco, autor de la tesis de pregrado “Influencia de la incorporación de cenizas de hojas de maíz y bagazo de caña de azúcar en las propiedades físico-mecánicas de adoquines de concreto tipo II en vías urbanas - Huánuco 2022” el objetivo fue investigar el impacto de la incorporación de ceniza de hoja de maíz (CHM) y ceniza de caña de azúcar (CBCA) en las propiedades físicas y mecánicas de pavimentos de concreto Tipo II utilizados en vías urbanas. Se realizaron pruebas en adoquines que

contenían diferentes porcentajes de ceniza volante (0%, 5%, 10% y 15%) como sustituto parcial del cemento. El enfoque metodológico se basó en la investigación experimental, específicamente en un estudio aplicado con un enfoque descriptivo comparativo y cuantitativo. Se empleó un diseño de investigación cuasiexperimental, recopilando datos mediante métodos experimentales y observación científica en mesas de laboratorio. Los resultados revelaron que a medida que aumentaba el porcentaje de ceniza, la densidad, resistencia a la compresión y módulo de ruptura disminuían, mientras que el contenido de agua y la absorción aumentaban. Sin embargo, solo el 5% de ceniza volante cumplió con los estándares establecidos para las propiedades físicas y mecánicas de los pavimentos de concreto. En resumen, la inclusión de ceniza volante no mejoró las propiedades físicas y mecánicas de los pavimentos de concreto Tipo II para vías urbanas. No obstante, su incorporación al 5% no afectó significativamente su rendimiento, lo que podría reducir los costos de producción de estos adoquines.

Según Mija (2023) en Piura, autor de la tesis de pregrado “Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para tránsito ligero, Piura – 2022”, su objetivo fue examinar cómo el aditivo de ceniza de bagazo afecta las propiedades físicas y mecánicas de los adoquines destinados al tráfico ligero en Piura durante el año 2022. La metodología utilizada fue de naturaleza aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño cuasiexperimental que permitió la manipulación de la variable independiente en porcentajes del 3.00%, 5.00% y 10.00% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, como sustituto y adición al cemento, para analizar su influencia en la variable dependiente. Se siguió el método ACI 211 para diseñar la mezcla con una resistencia nominal promedio de $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$, según lo requerido por la normativa NTP 399.611 para adoquines de concreto destinados al tráfico ligero (Tipo II). La población de estudio consistió en un conjunto de pavimentos de concreto con dimensiones de 20x10x8, especificadas en 48 muestras sometidas a pruebas mecánicas, incluyendo tolerancias dimensionales y absorción. Las pruebas se realizaron durante el periodo de curado a los 7, 14 y 28 días, evaluando la resistencia a la compresión. Los resultados mostraron que la resistencia $f'c$ de la muestra estándar fue de 384.73 kg/cm^2 , mientras que al reemplazar el 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, la resistencia $f'c$ disminuyó a 361.54 kg/cm^2 . Según los ensayos, se observó que a medida que se añadía más ceniza de bagazo de caña de azúcar, la resistencia disminuía, lo cual resulta ventajoso en términos de costos. En la

muestra estándar, el precio por unidad fue de 48.63 soles, pero al agregar un 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, el precio por unidad disminuyó a 46.07 soles.

Antecedentes Locales

Según Montesinos (2022) en Ucayali, autor de la tesis de pregrado “Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210kg/cm^2$, adicionando cenizas de semilla de aguajes y cuesco de palma de aceite, Ucayali – 2022”, el objetivo del estudio fue investigar cómo la inclusión de cenizas de semilla de aguaje (CSA) y cenizas del cuesco de palma de aceite (CCPA) afecta las propiedades de un concreto con una resistencia nominal $f'c$ de 210 kg/cm². La población total de muestras para los ensayos de rotura fue de 259, de las cuales se seleccionaron aleatoriamente 216 como muestra. De estas, 81 muestras se utilizaron en los ensayos de resistencia a la compresión, 81 en los ensayos de resistencia a la tracción y 54 briquetas para los ensayos de resistencia a la flexión. Los primeros dos tipos de pruebas se llevaron a cabo a los 7, 14 y 28 días de edad, mientras que la última se realizó después de 28 días de curado. El objetivo principal del estudio fue evaluar cómo la inclusión de cenizas de semilla de aguaje (CSA) y cenizas de palmiste (CCPA) afecta las propiedades del concreto con una resistencia nominal de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se encontró que la combinación de CSA y CCPA condujo a una mejora moderada en las propiedades mecánicas del concreto. Se observó un incremento del 1.53% en la resistencia a la compresión, un aumento del 30.75% en la resistencia a la tracción y un aumento del 18.97% en el módulo de ruptura en comparación con los valores de referencia establecidos por la normativa específica.

Según Gonzales (2022) en Pucallpa, autor de la tesis de pregrado “Evaluación de los efectos de la ceniza de carbón como material aglomerante en las propiedades mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa 2022”, el objetivo del estudio fue examinar cómo la cantidad de cenizas volantes, resultado del reemplazo parcial de cemento, afecta la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión y la exudación de adoquines adaptados para tráfico ligero. Se siguieron las directrices establecidas en la normativa NTP 399611 para preparar un total de 48 muestras con dimensiones de 20 cm x 10 cm x 4 cm, compuestas por arena, cemento, agua y ceniza de carbón. Las tasas de reemplazo utilizadas en el estudio fueron del 3%, 6% y 9% en peso. Después de un período de curado de 28 días, las muestras se sometieron a pruebas de compresión, resistencia a la flexión y exudación según los estándares ASTM C109 y ASTM C20, respectivamente. Los resultados mostraron que a medida que aumentaba la tasa de reemplazo de cenizas volantes en el cemento, la resistencia

a la compresión aumentaba ligeramente en un 20%. Sin embargo, cuando la cantidad de cenizas reemplazadas alcanzaba el 30%, la resistencia a la compresión disminuía en un 9%, lo que sugiere una relación lineal con la absorción. Se observó que las muestras reemplazadas con un 20% de cenizas volantes alcanzaron una resistencia a la compresión de 361.99 y una absorción del 5.30%, dentro de los límites establecidos por la normativa NTP 399.611. En conclusión, se determinó que las cenizas volantes tienen un efecto significativo y beneficioso en la resistencia a la compresión del concreto modificado utilizado en pavimentación.

Según Ramírez (2021) en Pucallpa, autor de la tesis de pregrado “Evaluación de propiedades mecánicas en adoquines de concreto con ceniza de semillas de aguaje para pavimentos peatonales, parque Magdalena Pucallpa-2021”, el objetivo fue determinar cómo la ceniza de semilla de aguaje, utilizada como aglutinante, afecta las propiedades mecánicas de los pavimentos de concreto. Se empleó un método cuantitativo no experimental, donde la población de estudio consistió en 15 prototipos divididos en 3 tipos de mezclas. Los resultados indican que el efecto de la ceniza de semilla de aguaje como aglutinante en las propiedades mecánicas de los pavimentos de concreto varía según el diseño de la mezcla, especialmente cuando se adicionaron cantidades de 300 y 425 g de ceniza de semilla de aguaje. Dichos resultados se encontraron dentro de los valores permitidos para la resistencia a la compresión, el módulo de corte, la absorción y la abrasión, conforme a las normativas aplicables.

Según Aliaga (2018) en Ucayali, autor de la tesis de pregrado “Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210kg/cm², Atalaya, Ucayali – 2018”, El objetivo fue incorporar cenizas de cascarillas de arroz en el diseño de concreto con resistencia nominal de 210 kg/cm² en Atalaya, Ucayali, en 2018. La evaluación de esta adición mostró un impacto positivo, reduciendo el uso de cemento entre un 10% y un 15%. Sin embargo, al añadir un 20% de ceniza de cascarilla de arroz, no se logró la resistencia esperada. El estudio se llevó a cabo metodológicamente mediante investigaciones experimentales, aplicadas y relacionadas. Los resultados demostraron que la resistencia a la compresión varió gradualmente, pero superó la resistencia a la compresión del concreto estándar a los 28 días después de agregar un 10% de ceniza de cascarilla de arroz. Sin embargo, con una adición del 15%, la resistencia fue menor que la del concreto estándar, y un aumento del 20% no cumplió con los requisitos estándar, confirmando los resultados

previos de Juárez, 2012. Estos hallazgos respaldaron la hipótesis de que el consumo de cemento se reduciría al agregar cenizas de cascarilla de arroz, estimando una reducción entre un 10% y un 15%. Se concluyó que la dosis óptima era agregar un 10% de ceniza de cascarilla de arroz, ya que esta fue la única dosis que superó la resistencia a la compresión promedio a los 28 días, alcanzando un valor del 101.97%.

Bases teóricas de investigación

Historia de los adoquines

Mtarfi (2023) indica que los adoquines se originaron en la Roma antigua, donde fueron introducidos inicialmente en la construcción de calzadas pavimentadas. “Los romanos desarrollaron superficies duraderas y transitables, empleando piedras pequeñas y planas que se ajustaban unas con otras para construir caminos firmes. Estos pavimentos establecieron los cimientos de la noción de utilizar unidades individuales para construir calles que resistieran el desgaste.” (Mtarfi, 2023, p. 11)

Figura 1

Adoquines usados en la antigua Roma



Fuente: Fenollar, (2021)

Nota: Los adoquines originarios de Roma, aún mantienen su antigüedad, luego de dos siglos de existencia.

En épocas recientes, ha surgido un renovado interés en la mejora y diseño de áreas peatonales, así como en la promoción de medios de transporte más sostenibles. “Los adoquines tuvieron un papel destacado en esta tendencia, empleándose en la creación de

calles para peatones y zonas compartidas en entornos urbanos. Más que simplemente ofrecer una superficie sólida para caminar y andar en bicicleta, los adoquines aportan encanto y personalidad a estos espacios.” (Mtarfi, 2023, p. 13)

Adoquín de concreto

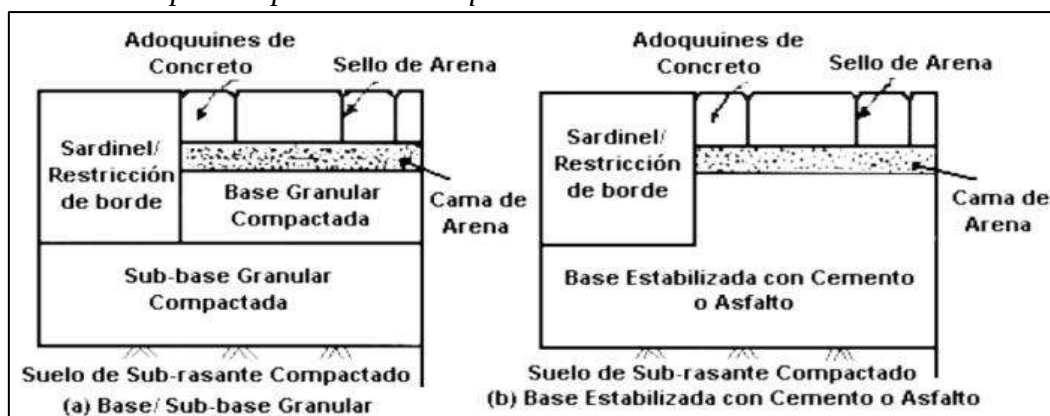
Un adoquín de concreto es un tipo de ladrillo o bloque utilizado comúnmente en pavimentación. Está hecho de concreto, que es una mezcla de cemento, arena, agua y agregados como grava o piedra triturada. “Se utilizan para crear superficies pavimentadas en áreas peatonales, aceras, calles y patios debido a su durabilidad, resistencia al desgaste y facilidad de instalación. Además, los adoquines de concreto están disponibles en una variedad de colores y diseños, lo que los hace versátiles en términos de estética y diseño urbano.” (Mtarfi, 2023, p. 21)

Pavimento adoquinado

También conocido como pavimento de adoquines Inter trabados, este tipo de pavimento, al igual que la mayoría de los pavimentos, generalmente está compuesto por una base y/o subbase granular, una capa de arena para asentar, los adoquines prefabricados de concreto, arena para rellenar las juntas, bordillos laterales y sistema de drenaje. “Estos elementos se colocan sobre el terreno natural (subrasante). El pavimento está diseñado de manera que los adoquines reciben y soportan las cargas verticales generadas por los vehículos de concreto mediante el corte producido por la arena que rellena las juntas.” (Mtarfi, 2023, p. 42)

Figura 2

Estructura típica de pavimento adoquinado



Fuente: N.T.P. CE.010 “Pavimentos Urbanos”, (2016)

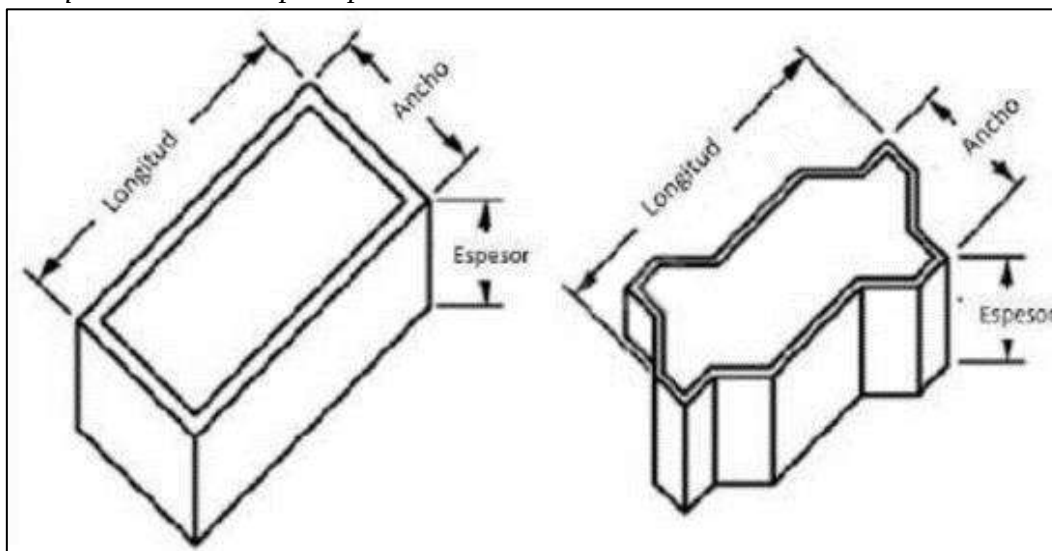
Nota: Diseño para vías y estacionamientos basado en el método “*Structural Designo of Concrete Block Pavements*” de la AASHTO.

Tipos de adoquines

Se define un adoquín de concreto como una unidad prefabricada de concreto simple con forma de prisma recto, cuyas bases pueden presentar una configuración poligonal.

Figura 3

Adoquín de concreto para pavimentos



Fuente: NTP 399.611, (2017)

Nota: Adoquines regulares e irregulares.

Según su uso.- Según la NTP 399.611 (2017), se clasifican en tres tipos:

Tabla 1

Clasificación de adoquines de concreto según su uso

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a compresión MPa (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I – Peatonal	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II – Vehicular Ligero	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III – Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: Norma TH.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018).

Nota: Los valores de la tabla son estándar.

Tipo I: “Los adoquines rectangulares son ampliamente preferidos y considerados los más populares y prácticos en todo el mundo debido a su facilidad tanto en la fabricación como en la colocación. Esto permite la inclusión de detalles adicionales en su diseño.” (RNE,

2016, p. 38) Las formas de sus lados pueden variar entre rectas, onduladas o angulares. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2016)

Tipo II: Se describen como adoquines que pueden ser agarrados con una sola mano debido a sus dimensiones. “Un ejemplo de este tipo son los adoquines de forma "I", los cuales se ubican en hileras entrelazadas y deben estar preferiblemente perpendiculares a la dirección de movimiento de los vehículos. “ (RNE, 2016, p. 39)

Tipo III: “Se refiere a adoquines de dimensiones más grandes, “los cuales no pueden manipularse con solo una mano. Estos adoquines son dispuestos en hileras perpendiculares a la dirección de desplazamiento de los vehículos.” (RNE, 2016, p. 41)

Según sus características

Los adoquines se distinguen por varias características que incluyen su forma, tamaño, material, método de instalación y diseño.

Tabla 2

Clasificación de adoquines de concreto según sus características

Tipo	Dimensiones			Uso
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	
I	20	10	4	Áreas para caminar, vías para tráfico de vehículos ligeros, aceras, áreas verdes, espacios públicos, avenidas arboladas, espacios al aire libre y pasillos.
II	20	10	6	Vías internas dentro de áreas urbanas, carreteras y bulevares con tráfico moderado.
III	20	10	8	Zonas de carga y descarga, áreas de almacenamiento en puertos, plataformas en aeropuertos y espacios con cargas extremadamente pesadas, que pueden incluir vehículos con ruedas de oruga.

Fuente: Norma TH.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones, (2018).

Nota: Únicamente varía la altitud de pavimentos, el largo y ancho se mantienen constantes.

Forma. - Los adoquines pueden tener diversas formas, como rectangular, cuadrada, hexagonal, en forma de "L", en forma de "U", entre otras. Cada forma puede influir en la estética y funcionalidad del pavimento.

Tamaño. - Vienen en una variedad de tamaños, desde pequeños adoquines para aceras hasta grandes adoquines para calles. El tamaño influye en la resistencia y estabilidad del pavimento.

Material. - Los adoquines pueden estar hechos de diferentes materiales como

concreto, piedra natural, ladrillo, adoquines de cerámica, entre otros. El material utilizado puede afectar la durabilidad, el aspecto estético y el costo del pavimento.

Método de instalación. - Los adoquines pueden instalarse de varias maneras, como en forma de espina de pescado, hileras paralelas, patrón de círculo, etc. El método de instalación puede influir en la resistencia del pavimento y en su apariencia estética.

Diseño. - Los adoquines pueden presentar diferentes diseños y texturas en su superficie, como lisos, rugosos, con relieve, estampados, etc. El diseño puede afectar la tracción, el drenaje y la apariencia del pavimento.

Ventajas del uso de adoquines en pavimentos

Según Titiksh (2022), las ventajas de los adoquines en pavimentos peatonales y/o vehiculares son las siguientes:

- Durabilidad. - Los adoquines de buena calidad pueden durar décadas sin necesidad de reparaciones significativas.
- Flexibilidad. - Permiten una fácil reparación o reemplazo de secciones dañadas sin afectar el resto del pavimento.
- Estética. - Ofrecen una amplia gama de opciones de diseño y color, lo que permite crear pavimentos visualmente atractivos.
- Drenaje. - Los espacios entre los adoquines permiten un drenaje efectivo del agua, reduciendo el riesgo de acumulación de charcos y evitando problemas de inundación.
- Adaptabilidad. - Son adecuados para una variedad de aplicaciones, desde aceras y patios hasta calles peatonales y plazas públicas.
- Sostenibilidad. - Algunos adoquines están fabricados con materiales reciclados, lo que los convierte en una opción ambientalmente amigable.

Las desventajas de los adoquines en pavimentos peatonales y/o vehiculares son las siguientes:

- Costo inicial. - El costo inicial de instalación puede ser más alto en comparación con otros tipos de pavimentos.
- Requerimientos de mantenimiento. - Aunque son duraderos, los adoquines pueden requerir un mantenimiento regular para asegurar su apariencia y funcionalidad.

- Inestabilidad. - Si no se instalan correctamente o si el suelo subyacente no está bien preparado, los adoquines pueden volverse inestables y desplazarse con el tiempo.
- Dificultad de limpieza.- Los espacios entre los adoquines pueden acumular suciedad y vegetación no deseada, lo que puede requerir un esfuerzo adicional para mantener el pavimento limpio.

Componentes y/o materiales

Cementos

Según Clarisse (2022), el cemento es un aglomerante hidráulico utilizado como componente principal en la fabricación de concreto y mortero. “Cuando se mixtura con agua, el cemento forma una pasta que, al fraguar y endurecer, adquiere propiedades de resistencia y durabilidad, lo que lo hace adecuado para la construcción de estructuras como edificios, carreteras, puentes y otros proyectos de ingeniería civil.” (Clarisse, 2022, p. 100)

Tabla 3

Principales compuestos químicos del cemento

Nombre	Fórmula	Abreviatura
Silicato tricálcico	$3CaO \times SiO_2$	C_3S
Silicato di cálcico	$2CaO \times SiO_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3CaO \times Al_2O_3$	C_3A
Ferro aluminato tetracálcico	$4CaO \times Al_2O_3 \times Fe_2O_3$	C_4AF

Fuente: Del Valle, (2021).

Nota: Se describe los químicos que componen al cemento.

Los componentes presentes están en forma de óxidos, los cuales comprenden Cal (CaO), silicato (SiO₂), alúmina (Al₂O₃) y óxido férrico (Fe₂O₃). Durante el proceso de hidratación y endurecimiento posterior, el concreto experimenta una pérdida de elasticidad para adquirir rigidez, lo que resulta en la formación de geles de sílice, representados como CS-H (silicato de calcio hidratado), que confiere resistencia mecánica al cemento.

Agregados (NTP 400.037)

Según Srividya (2022), los agregados para la elaboración de adoquines son materiales granulares que se utilizan junto con el cemento y el H₂O para formar la mezcla de concreto que constituirá los adoquines.

Agregado fino: Se logra mediante el proceso natural o artificial de desintegración de materiales como arena, piedra triturada u otros materiales similares. Este tipo de agregado se clasifica al pasar por un tamiz estandarizado de 9.5 mm (equivalente a 3/8 de pulgada) y quedar retenido en un tamiz de 74 μ m (N° 200). (Srividya, 2022, p. 21)

Agregado grueso: Se obtiene mediante la descomposición natural o mecánica de la roca. Este tipo de agregado se filtra a través de un tamiz estándar de 4.75 mm (tamiz número 4). Se utiliza en la elaboración de mezclas de concreto para aportar resistencia y estabilidad estructural al producto final, así como para ocupar volumen y llenar los espacios vacíos entre los agregados finos en la mezcla. (Srividya, 2022, p. 22)

Agua de mezcla (NTP 339.088)

Los cementos empleados en la elaboración del concreto tienen la capacidad de fraguar y endurecerse mediante la adición de agua y la reacción química que esta provoca. Aproximadamente el 40% del peso del cemento se requiere para llevar a cabo esta reacción química. (Srividya, 2022, p. 24)

Aditivos incorporadores de aire (NTP 334.089)

Son productos químicos utilizados en la industria del concreto para introducir microburbujas de aire en la masa del concreto fresco durante su mezcla. Estas microburbujas de aire están dispersas uniformemente en el concreto y actúan como pequeñas burbujas de aire que proporcionan una serie de beneficios, como mejorar la resistencia al hielo y al deshielo, aumentar la $F'c$, mejorar la resistencia al desgaste, reducir la segregación y la exudación, mejorar la trabajabilidad y la cohesión, y proporcionar protección contra la erosión y la abrasión. (Srividya, 2022, p. 27)

Figura 4

Aditivo incorporador de aire SikaAer 4L



Fuente: Sika Center Pamer, (2022).

Nota: Un aditivo incorporador de aire, elaborado a partir de agentes tensoactivos, que al ser añadido al concreto, produce microburbujas que se distribuyen de manera uniforme en toda la masa del material.

Aditivos

Los reductores de agua son compuestos químicos utilizados en la industria del concreto para reducir el agua necesaria en la mezcla, sin afectar la manejabilidad o la consistencia del material. Esta reducción de agua permite lograr una mezcla más densa y resistente utilizando menos agua, lo que resulta en un concreto final con mayor resistencia y durabilidad. Los retardadores son aditivos que se añaden a la mezcla de concreto para prolongar el tiempo de fraguado y endurecimiento.

Ensayos físicos de los agregados

Según Vintimilla (2023), previo al diseño de la mezcla, es fundamental tener un entendimiento detallado de características de agregados, tanto gruesos como los finos, lo que facilita la determinación precisa de los materiales tanto en términos de peso como de volumen.

Las propiedades normadas por la Norma Técnica Peruana son:

- Tamaño máximo nominal (TMN) “NTP 400.037”
Es la abertura máxima de malla de tamiz por la cual pasa un porcentaje específico del agregado.
- Módulo de fineza (NTP “NTP 400.037”
Es una medida que se utiliza para evaluar la finura del agregado fino, como la arena, en una mezcla de concreto. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulativos retenidos en los tamices normalizados de tamaño 0.075 mm, 0.150 mm, 0.300 mm y 0.600 mm, dividida por 100.
- Peso seco suelto (SSS) “NTP 400.017”
Peso de un material cuando se encuentra en estado suelto y seco, es decir, cuando no está compactado ni contiene humedad.
- Peso suelto compactado (SSC) “NTP 400.017”

Peso de un material después de ser compactado. Esto significa que el material ha sido sometido a un proceso de compactación que reduce el espacio entre las partículas, aumentando su densidad.

- **Peso específico (NTP 400.021)**

La densidad, simbolizada comúnmente por la letra griega "rho" (ρ), indica la cantidad de masa contenida en un volumen específico de una sustancia. Se determina dividiendo la masa total de un objeto o sustancia por su volumen. La densidad se mide en unidades de masa por unidad de volumen, como kilogramos por metro cúbico (kg/m^3) en el sistema métrico o libras por pie cúbico (lb/ft^3) en el sistema imperial..

- **Porcentaje de absorción (NTP 399.604)**

Capacidad de un material para absorber agua. Se calcula comparando el peso del agua absorbida por el material con su peso seco original y expresándolo como un porcentaje.

$$\% \text{ Absorción} = \left(\frac{\text{Peso del agua absorbida}}{\text{Peso seco original del material}} \right) * 100$$

- **Porcentaje de humedad (NTP 339.127)**

Es la proporción de agua presente en un material en comparación con su peso sin humedad. Se calcula comparando el peso del agua presente en el material con su peso seco original y expresándolo como un porcentaje.

$$\% \text{ Humedad} = \left(\frac{\text{Peso del agua presente en material}}{\text{Peso seco original del material}} \right) * 100$$

- **Análisis granulométrico (NTP 400.012)**

Procedimiento empleado para identificar la variedad de dimensiones de partículas presentes en un suelo, agregado o cualquier otro material granular.

- **Diseño de mezcla**

Mohammadi (2024), indica que el diseño de mezcla es un proceso en ingeniería civil y de materiales en el que se determina la proporción adecuada de los diferentes materiales que componen una mezcla, como el concreto, el asfalto o

el mortero. El objetivo del diseño de mezcla es obtener un material final con propiedades específicas y deseables para cumplir con los requisitos del proyecto en términos de resistencia, durabilidad, trabajabilidad y otros aspectos.

Proceso de fabricación de adoquines

Según Hussain (2021), la producción de adoquines de concretos prefabricados se lleva a cabo utilizando concretos secos o con poco contenido de agua. Esto implica que este tipo de mezcla necesita energía adicional para compactarse y consolidarse, ya sea mediante vibradores externos, mesas vibratorias o a veces con tapas sobre los moldes equipadas con vibradores adjuntos.

Equipos:

Máquina Compactadora Vibratoria.- Conocida también como "máquina bloquera", se utiliza en la producción a gran escala de bloques, adoquines y otros elementos de concreto prefabricado. "Esta máquina produce múltiples impactos vibratorios que, al aplicarse verticalmente sobre la mezcla dentro de los moldes, facilitan la eliminación de espacios vacíos." (Hussain, 2021, p. 98)

Figura 5

Máquina Compactadora Vibratoria



Fuente: Osino Block Machine, (2019).

Nota: La máquina tiene la capacidad de producir de 4 000 - 7 000 adoquines por día.

Mesa vibratoria. - La mesa vibradora desempeña una función similar a la máquina vibro-compactadora y se emplea cuando no se dispone de esta última. Estas mesas están

diseñadas para aplicar vibraciones a todo tipo de moldes para prefabricados. “Consisten en someter la mezcla de concreto en el molde a una serie de sacudidas con una frecuencia elevada, lo que permite acomodar y asentar uniformemente la mezcla, reduciendo la cantidad de aire atrapado.” (Hussain, 2021, p. 100)

Mezcladora de concreto.- Una mezcladora es una máquina cuya función es mezclar de manera uniforme los diversos componentes del concreto. “Utilizar una mezcladora, como se muestra en la Figura 10, tiene la ventaja de asegurar una mezcla de concreto uniforme y homogénea. Estas mezcladoras están disponibles en una variedad de tamaños, siendo las más comunes las de capacidades de 7, 9, 12 y 14 pies cúbicos.” (Hussain, 2021, p. 100)

Figura 6

Mezcladora de concreto



Fuente: Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), 2020).

Nota: Mezcladora industrial de concreto.

Herramientas.- Se utilizan herramientas para vaciar el concreto: Molde metálico de adoquín, carretilla, badilejo, pala punta redonda, pala punta o cuadrada y balde.

Figura 7

Herramientas para elaborar adoquines



Fuente: CAPECO, (2020)

Nota: Se recomienda elaborar adoquines in situ, para evitar costos de flete.

Propiedades físicas de los adoquines

Fatih (2022), indica que las propiedades físicas de los adoquines pueden variar según el tipo de material utilizado en su fabricación, pero generalmente incluyen:

Tolerancia dimensional.- “Es necesario que las unidades satisfagan las tolerancias dimensionales antes de aplicar los acabados arquitectónicos.” (Fatih, 2022, p. 196)

Tabla 4

Tolerancia dimensional en unidades de adoquines

Tolerancia dimensional máxima en milímetros		
Longitud	Ancho	Espesor
±1.60	±1.60	±3.20

Fuente: NTP 399.611, (2017).

Nota: Se aplica a todos los tipos de adoquines.

Absorción. - Se describe como “el incremento de peso del concreto debido a la absorción de agua en los poros de las partículas, durante un periodo de tiempo determinado, excluyendo el agua que se encuentra adherida en la superficie de las partículas, expresado como un porcentaje del peso inicial en seco”. (Fatih, 2022, p. 198)

Tabla 5*Absorción máxima en adoquines de concreto*

Tipo de adoquín	Absorción máxima (%)	
	Promedio de 3 unidades.	Unidad individual
I y II	6	7.5
III	5	7

Fuente: NTP 399.611, (2017).

Nota: La absorción calculada en laboratorio debe cumplir la absorción máxima permisible.

Propiedades mecánicas de los adoquines

Ali (2022) indica que las propiedades mecánicas de los adoquines incluyen:

Resistencia a la compresión. - Los adoquines de concreto constituyen “la capa superficial del pavimento y tienen la responsabilidad de distribuir de manera uniforme las cargas concentradas de personas, animales o vehículos hacia la estructura de soporte. Por lo tanto, es crucial que la resistencia de estos adoquines a la abrasión causada por el tránsito sea superior.” (Ali, 2022, p. 31)

Tabla 6*Resistencia a compresión de adoquín*

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión mínima (kg/cm ²)	
		Promedio de 3 unds.	Unidad
I (Peatonal)	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Fuente: NTP 399.611, (2017).

Nota: La resistencia a compresión en laboratorio debe cumplir la mínima permisible.

Ishpingo

Valarezo (2021) menciona que, es un tipo de árbol maderable perteneciente a las leguminosas, una familia de plantas fanerógamas dentro de las fabáceas. Es un árbol de hoja caduca que alcanza un gran tamaño, con una altura entre los 15 y 25 m., llegando a los 35 metros, y un tronco recto que puede tener un diámetro de entre 5 y 13 dm. “La copa es aplanada y presenta un follaje de color verde oscuro. Las hojas son alternas, pinnadas, con

una longitud de 8 a 22 centímetros, con 7 a 12 foliolos elípticos, alternos, que miden entre 3 y 5 centímetros de largo por 2 a 3 centímetros de ancho.” (Valarezo, 2021, p. 15)

Figura 8

Árbol Ishpingo



Fuente: Valarezo, (2021)

Nota: El árbol Ishpingo crece en la selva peruana y llega a medir 35 m. de alto.

Propiedades físicas y mecánicas del árbol Ishpingo

El árbol Ishpingo (*Amburana cearensis*) presenta una serie de propiedades físicas y mecánicas que son importantes para su utilización y manejo. Aquí hay una descripción de algunas de estas propiedades:

Tabla 7

Propiedades físicas del Ishpingo

Propiedades físicas del Ishpingo	
Densidad básica	0.59 gr/cm ³
Contracción tangencial	7.58 %
Contracción radial	4.96 %
Contracción volumétrica	12.10 %
Relación T/R	1.50

Fuente: Perú Woods, (2020)

Nota: Datos tomados de la Plataforma Forestal del Perú - Perú Woods.

Tabla 8**Propiedades mecánicas del Ishpingo**

Propiedades mecánicas del Ishpingo	
Módulo de elasticidad en flexión	131 000 kg/ cm ³
Módulo de rotura en flexión	735 kg/ cm ³
Compresión paralela (RM)	342 kg/ cm ³
Compresión perpendicular (ELP)	66 kg/ cm ³
Corte paralelo a fibras	84 kg/ cm ³
Dureza de lados	468 kg /cm ³
Tenacidad (Resistencia al choque)	3.90 kg/ cm ³

Fuente: Perú Woods, (2020)

Nota: Datos tomados de la Plataforma Forestal del Perú - Perú Woods.

Cenizas de Ishpingo

Según Canepa (2023) son los residuos que quedan después de la combustión de materiales orgánicos como la madera Ishpingo. Estos residuos, también conocidos como cenizas de madera, pueden contener minerales y otros componentes que quedan después de que los elementos orgánicos se queman.

II. METODOLOGÍA**2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación**

Enfoque de investigación: Según Li (2020), se refiere a la estrategia general que guía el proceso de investigación científica o académica. Este enfoque proporciona un marco metodológico y conceptual dentro del cual se lleva a cabo la investigación. Puede ser cuantitativo al analizar datos numéricos y cualitativo al analizar fenómenos sociales o humanos desde una perspectiva holística

El estudio adoptaría un enfoque cuantitativo, ya que involucra la recolección y análisis de datos numéricos para entender las variaciones en las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto según el porcentaje de ceniza de Ishpingo empleado en su elaboración.

Tipo de investigación: Según Kamper (2020), los tipos de investigación se pueden clasificar de diversas maneras según diferentes criterios. Investigación exploratoria: Se realiza cuando hay poco conocimiento sobre el tema y se busca comprenderlo mejor. Suele ser el primer paso en un área de investigación. Investigación descriptiva: Su propósito es detallar las características o comportamientos de una población o fenómeno específico. Investigación explicativa o causal: Su objetivo es establecer relaciones de causa y efecto entre variables, identificando los factores que influyen en un fenómeno o evento.. Según el nivel de análisis puede ser básica si genera conocimiento teórico o conceptual y aplicada si tiene como objetivo resolver problemas específicos o satisfacer necesidades prácticas.

La presente investigación es de tipo descriptiva por las siguientes razones:

- El estudio busca describir las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto.
- No tiene como objetivo establecer relaciones causales entre variables, sino más bien proporcionar una descripción detallada y precisa de cómo varían estas propiedades en función del porcentaje de ceniza de Ishpingo utilizado en su fabricación.
- A través de la recopilación y el análisis de datos, el estudio pretende ofrecer una imagen clara de cómo la ceniza de Ishpingo afecta las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto en la región de Pucallpa - Ucayali.

La presente investigación es de tipo aplicada por las siguientes razones:

- Los resultados de este estudio podrían utilizarse para tomar decisiones en la industria de la construcción, por ejemplo, para optimizar la producción de adoquines de concreto utilizando ceniza de Ishpingo como material alternativo.
- Además, al centrarse en un problema práctico y específico, la investigación busca generar conocimiento que pueda aplicarse para mejorar procesos o productos en el ámbito de la construcción y la ingeniería civil en la región de Pucallpa - Ucayali.

Diseño de investigación

Sheng (2022), indica que el diseño de investigación se refiere al conjunto de métodos y técnicas empleados para recolectar y analizar datos de las variables específicas relacionadas con el problema de investigación. Según el diseño puede ser experimental, no experimental, cuasi experimental, correlacional, transversal y longitudinal.

La presente investigación es de diseño experimental, debido a la manipulación de una de las variables de estudio, en este caso la Variable Independiente (Cenizas de Ishpingo)

regulando los porcentajes de adición a la Variable Dependiente (Propiedades Físico-Mecánicas de adoquines de concreto), se ensayarán y analizarán la cantidad de CMI (Cenizas de Madera de Ishpingo) en laboratorio.

2.2. Población, muestra y muestreo

Según Moussy (2021), la población es el grupo total que se desea estudiar y del cual se intenta hacer inferencias.

Población. - Según la normativa peruana NTP 399.604 se seleccionan 12 unidades para lotes de 10 000 unidades a 100 000 unidades. Determinándose una población de 40 unidades de adoquines que serán ensayadas y analizadas mediante prueba a rotura a los 7 días, 14 días y 28 días.

Muestra.-

$$M = \frac{Z * (P) * (1 - P)}{e}$$

Donde:

Z	:	Nivel de confianza
P	:	0.5
M	:	Muestra
e	:	Margen de error

$$M = \frac{95\% * (0.5) * (1 - 0.5)}{\pm 4}$$

Bhatt (2020), indica que la muestra es un subconjunto representativo de la población que se selecciona para participar en el estudio.

Siendo el resultado, una muestra de 36 adoquines, que se elaborarán con adición de ceniza de Ishpingo en porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%; los cuales serán analizados y sometidos a la prueba de rotura a los 7 días, 14 días y 28 días como muestra la tabla 9:

Tabla 9

Distribución de 36 adoquines según día de rotura y % de Ishpingo

	Porcentajes de Ishpingo en reemplazo al cemento			
Romper a los	0%	5%	10%	15%

7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Total según %	9	9	9	9
36 Probetas en total				

Sarker (2022), el muestreo es el procedimiento de seleccionar una muestra representativa de una población. El muestreo no probabilístico es una técnica en la cual el investigador elige las muestras basándose en su criterio subjetivo en lugar de seleccionarlos al azar.

Muestreo. - En la presente investigación es no probabilística, pues en la tabla 9 se define las cantidades de adoquines según porcentajes y días de rotura, dando un total de 36 probetas seleccionadas por conveniencia.

2.3. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Según Ayeman (2021), al utilizar el método científico para abordar diversas problemáticas en las distintas disciplinas de la ciencia, es esencial definir un conjunto de decisiones metodológicas que aseguren la rigurosidad científica requerida en el proceso de investigación.

En este estudio de investigación, se empleará la observación como método principal para recopilar datos. Este proceso involucrará seleccionar, visualizar y registrar las resistencias máximas observadas en adoquines de concreto convencional y aquellos con la incorporación de cenizas de leña, siguiendo las normativas técnicas peruanas pertinentes para los ensayos correspondientes. Se seguirá la normativa peruana 339.033 para la elaboración de las muestras, así como las pautas establecidas por la ASTM en lo que respecta a los procedimientos de ensayo y la consolidación de datos según formatos estándares, tal como se implementa en el laboratorio.

Instrumentos

En el Laboratorio Mecánica de Suelos Geo CONTROL CALIDAD TOTAL se utilizaron instrumentos para los respectivos ensayos de las variables de investigación a estudiar teniendo en consideración la normativa peruana:

Tabla 10*Técnicas de recolección de datos*

Ensayos en laboratorio	Normativa
Análisis granulométrico por tamizado	NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136
Cantidad de material Tamiz N° 200	MTC E202 / ASTM C117 / AASHTO T11
Peso unitario suelto	NTP 400.017 / MTC E203
Peso unitario compactado	NTP 400.017 / MTC E 203 / ASTM C29
Prueba índice de Humedad	NTP339.185 / MTC E 215 / ASTM D 2216
Resistencia a compresión	NTP 339.034 / ASTM C 39

Nota: Los ensayos se realizarán en el laboratorio Geo Control Calidad Total.

2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Joseph (2020), indica que se refieren a un conjunto de métodos y herramientas utilizados para manipular, transformar y examinar datos con el fin de obtener insights, patrones o conclusiones significativas.

La investigación se llevó a cabo en cinco etapas distintas, cada una con actividades particulares y organizadas de la siguiente manera:

- Primera etapa: Se realizó la recopilación de madera de Ishpingo, además de la selección de los agregados finos, agregados gruesos y tipo de cemento.
- Segunda etapa: Las cenizas de madera de Ishpingo se obtuvieron a través de la incineración de las muestras recolectadas. También se realizaron pruebas en los agregados finos y gruesos para evaluar propiedades como el módulo de fineza, el peso específico, el porcentaje de humedad, la absorción, el tamaño máximo nominal y el peso compactado en seco.
- Tercera etapa: Se trató de la formulación de la mezcla considerando las características de los materiales, integrando las cenizas de madera de Ishpingo en porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%, sustituyendo parcialmente el peso del cemento. Asimismo, esta etapa involucró la producción de muestras de adoquines de concreto utilizando dichas formulaciones.
- Cuarta etapa: Los adoquines de concreto fueron sometidos a un proceso de curado, seguido de pruebas de densidad, contenido de humedad, absorción, resistencia a la

compresión y módulo de ruptura a los 7, 14 y 28 días, conforme a las normativas aplicables. Además, se llevó a cabo un análisis de costos de fabricación de adoquines para cada uno de los porcentajes de incorporación de cenizas de madera Ishpingo.

- Quinta etapa: Los datos fueron examinados y los resultados fueron obtenidos con el propósito de derivar conclusiones y recomendaciones fundamentadas en los objetivos establecidos en la investigación.

2.5. Aspectos éticos en investigación

El Código de Ética de Investigación Científica de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI (2021), es definir las pautas de comportamiento que deben guiar cada etapa de la investigación científica realizada en la UCT. Por lo que todo tesista involucrado en la creación de conocimiento nuevo, asumirá los siguientes principios:

- Respeto del marco ético, jurídico e institucional.- Observar y acatar este conjunto de directrices al tomar decisiones durante una investigación científica, lo cual abarca la adhesión a acuerdos, convenios y condiciones establecidas.
- Respeto a la persona humana.- Es fundamental honrar la dignidad humana, la individualidad, la variedad, la libertad, el derecho a controlar la información personal, así como la confidencialidad y privacidad de los individuos que participan en las investigaciones. Esto implica el respeto irrestricto de los derechos humanos.
- Fomento del desarrollo sostenible.- Mantener una conducta íntegra durante el desarrollo de una investigación, evitando atribuirse méritos no correspondientes a las responsabilidades asumidas, así como abstenerse de prácticas fraudulentas con el fin de obtener beneficios personales o para terceros.

III. RESULTADOS

Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados

Una vez obtenidos los agregados finos y gruesos, se transportaron al laboratorio Geo Control y Calidad Total en la ciudad de Pucallpa, y se procedió a realizar los siguientes ensayos:

- A. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

El incremento de masa del concreto resultante de la infiltración de agua en los poros de sus partículas, durante un periodo definido, excluyendo el agua que está adherida a la superficie de dichas partículas, se expresa como un porcentaje del peso seco. Los resultados se muestran en la Tabla 11:

Tabla 11

Granulometría del Agregado Fino

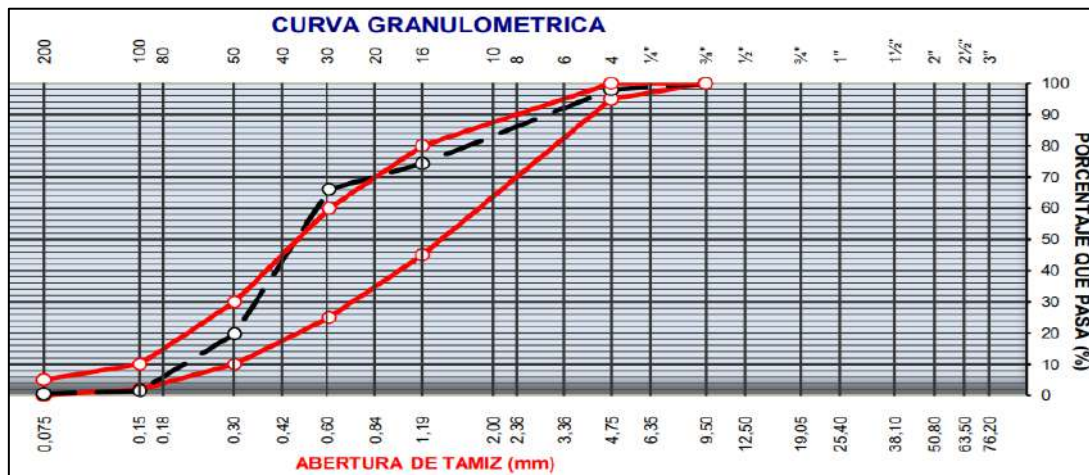
		Granulometría del Agregado Fino					
Abertura de Tamiz (Inches) (mm)		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que pasa	Especificación	
3 inches	76.200						
2 inches	50.800						
1 ½ in.	38.100						
1 inch	25.400						
¾ inch	19.050						
½ inch	12.500						
3/8 inch	9.500				100.00	100	100
¼ inch	6.350						
Nº 4	4.750	1258.00	17.50	17.50	98.00	95	100
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190	592.00	8.20	25.70	74.30	45	80
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600	592.00	8.20	33.90	66.10	25	60
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300	3330.00	46.30	80.20	19.80	10	30
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	1314.00	18.30	98.50	1.50	2	10
Nº 200	0.074	74.00	1.00	99.50	0.50	0	5
< Nº 200	Fondo	37.00	0.50	100.00			
Peso específico 2.234		Peso U. Compac. 1.667	Peso U. Suelto 1.571		Absorción 0.761	M. Fineza 2.60	

Nota: La tabla 11, especifica la cantidad de agregado fino que debe pasar las mallas 3/8", N°4, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200.

Después de realizar el análisis granulométrico del agregado fino, se determinaron los siguientes resultados a partir de una muestra inicial seca de 7,197.00 gramos: un tamaño máximo nominal de 3/8", un peso específico de 2.234, un peso unitario compactado de 1667, un peso unitario suelto de 1571, una absorción de 0.761 y un módulo de fineza de 2.60. En la Figura 13 se detalla la curva granulométrica del agregado fino.

Figura 9

Curva granulométrica del agregado fino



Nota: Sólo el tamiz N° 30 sobrepasa un 67 % de agregado fino.

Según la curva granulométrica, se observa que el agregado fino obtenido cumple con los parámetros establecidos en las normativas NTP 400.012, MTC E 204 y ASTM C136.

B. Granulometría del agregado grueso (NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

Del mismo modo que con el agregado fino, la muestra se somete a tamizado a través de una serie de tamices con diferentes tamaños de malla. Estos tamices se disponen en una pila, con el más grueso en la parte superior y el más fino en la inferior. Luego, se agita o se hace vibrar la pila de tamices durante un tiempo determinado para garantizar que todas las partículas pasen a través de los tamices correspondientes. Estos datos son críticos para el diseño de mezcla del adoquín patrón. Los resultados se muestran en la Tabla 12:

Tabla 12

Granulometría del Agregado Grueso

		Granulometría del Agregado Grueso				
Abertura de Tamiz (inches)	Abertura de Tamiz (mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que pasa	Especificación
3 in.	76.200					
2 in.	50.800				100.00	100 100
1 1/2 in.	38.100	0	0	0	100.00	95 100
1 in.	25.400	1102.00	19.70	19.70	80.30	
3/4 in.	19.050	1080.00	19.30	39.00	61.00	35 70
1/2 in.	12.500					
3/8 in.	9.500	2115.00	37.80	76.70	23.30	10 30
1/4 in.	6.350					
# 4	4.750	1305.00	23.30	100.00	0.00	0 5
# 8	2.360					
# 10	2.000					

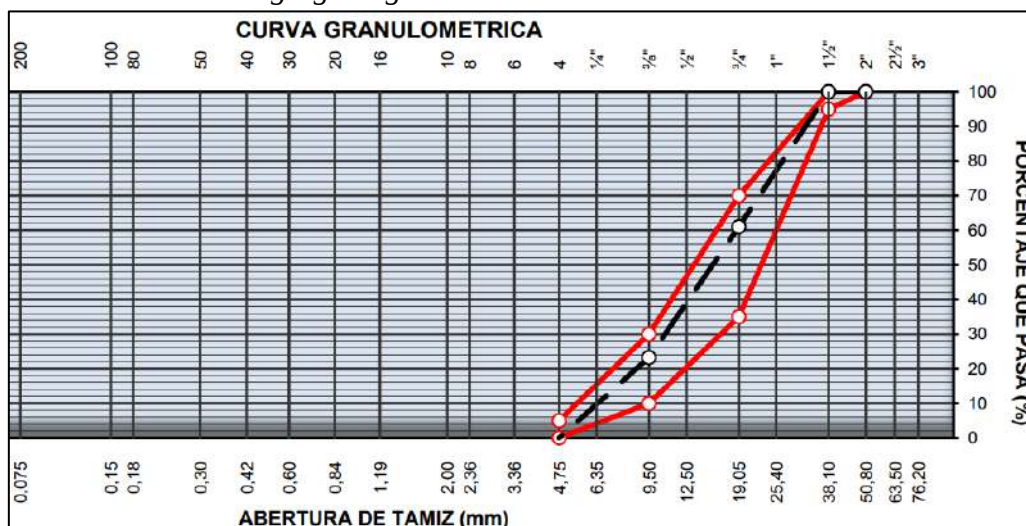
# 16	1.190					
# 20	0.840					
# 30	0.600					
# 40	0.420					
# 50	0.300					
# 80	0.177					
# 100	0.150					
# 200	0.074					
< N° 200	Fondo	-1.00	0.00	100.00		
Peso específico 2.599		Peso U. Compac. 1.669		Peso U. Suelto 1.632		Absorción 0.634
						TM 1 1/2"

Nota: La tabla 11, resume los resultados del Análisis granulométrico del Agregado Fino.

Los resultados del análisis granulométrico del agregado grueso son los siguientes: a partir de una muestra inicial seca de 5,601.00 gramos, se obtuvo un tamaño máximo de 1 1/2", un peso específico de 2.599, un peso unitario compactado de 1.669, un peso unitario suelto de 1.632 y una absorción de 0.634. La Figura 14 proporciona detalles de la curva granulométrica del agregado grueso.

Figura 10

Granulometría del agregado grueso



Nota: Sólo el tamiz N° 30 sobrepasa un 67 % de agregado fino.

La curva granulométrica muestra que el agregado grueso obtenido, está dentro de los parámetros establecidos en la NTP 400.012, MTC E 204 y ASTM C136.

C. Granulometría del agregado global (NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

Los resultados de este ensayo proporcionan información detallada sobre la distribución de tamaños de partículas en el agregado, incluyendo el tamaño máximo, el

tamaño mínimo, el tamaño medio, la uniformidad y la graduación. Los resultados se muestran en la Tabla 13:

Tabla 13

Granulometría del Agregado Global

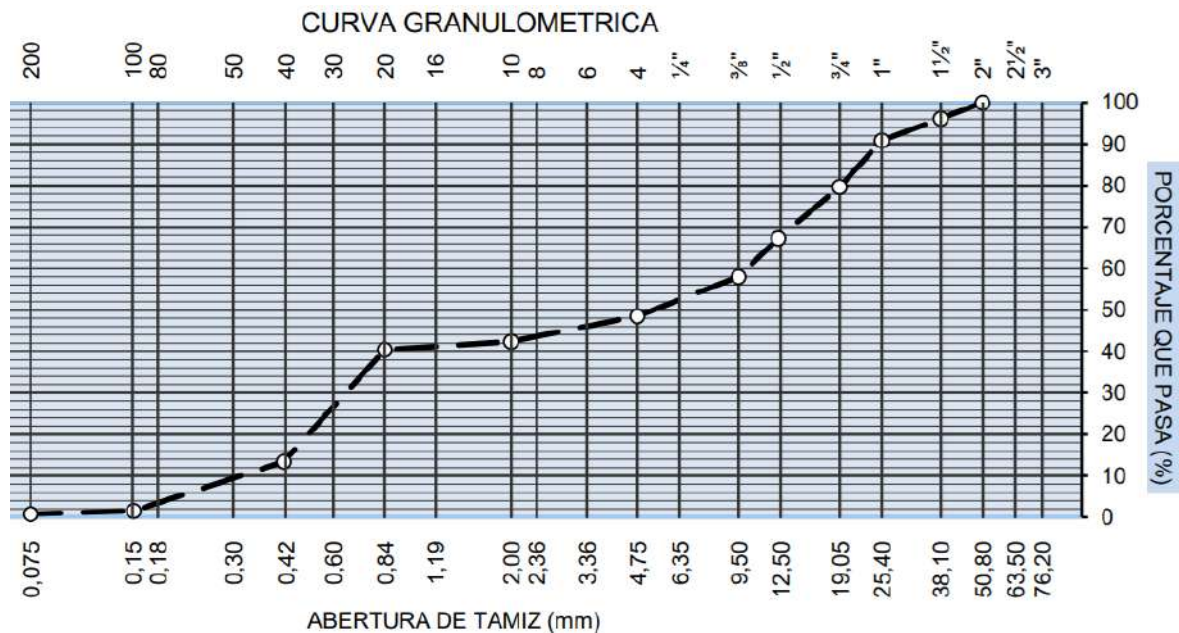
Granulometría del Agregado Grueso						
Abertura de Tamiz (Pulg.) (mm)		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que pasa	Especificación
3"	76.200					
2"	50.800				100.00	
1 1/2"	38.100	285.00	3.80	3.80	96.20	
1"	25.400	394.00	5.30	9.10	90.90	
3/4"	19.050	833.00	11.20	20.40	79.60	
1/2"	12.500	920.00	12.40	32.80	67.20	
3/8"	9.500	690.00	9.30	42.00	58.00	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	700.00	9.40	51.50	48.50	
Nº 8	2.360	385.00	5.20	56.70	43.30	
Nº 10	2.000	68.00	0.90	57.60	42.40	
Nº 16	1.190	65.00	0.90	58.50	41.50	
Nº 20	0.840	85.00	1.10	59.60	40.40	
Nº 30	0.600	748.00	10.10	69.70	30.30	
Nº 40	0.420	767.00	10.30	80.00	20.00	
Nº 50	0.300	490.00	6.60	86.60	13.40	
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.150	880.00	11.90	98.50	1.50	
Nº 200	0.074	55.00	0.70	99.20	0.80	
< Nº 200	Fondo	60.0	0.80	100.00		
Tamaño Máximo 1 1/2"		% de Humedad 4.10 %	% de Ag. Fino 48.50 %		% Humedad 4.90	

Nota: La tabla 13, resume los resultados del Análisis granulométrico del Agregado Global.

Como resultado se obtuvo de una muestra inicial seca de 7,425.00 gr. un tamaño máximo de 1 1/2", % de humedad de 4.10%, % de agregado fino de 48.50% y un % de humedad de 4.90%. En la Figura 15 se detalla la curva granulométrica del agregado global.

Figura 11

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota: Se detalla el porcentaje % que pasa a través de 19 tamices en pulgadas y mm.

La curva granulométrica muestra que el agregado global obtenido, está dentro de los parámetros establecidos en la NTP 400.012, MTC E 204 y ASTM C136.

D. Material que pasa por la malla N° 200 (NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

Son las partículas que son lo suficientemente pequeñas como para atravesar esta malla, que tiene una apertura de aproximadamente 0.075 milímetros o 75 micrómetros.

Tabla 14

Cantidad de finos que pasan el tamiz N° 200

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200			
A	Peso de la Muestra Seca	502.30	gr.
B	Peso de la Muestra Seca Después del Lavado	498.00	gr.
C	% de material fino que pasa el tamiz N° 200	0.90	%
	Máximo especificado en (%)	3.00	%

Nota: La norma ASTM, establece un máximo de material fino que pasa por el tamiz N° 200 del 3%.

La tabla 14 muestra que la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200, está dentro de los parámetros establecidos en la NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136.

E. Peso unitario del agregado grueso (suelto y compactado) (NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C 29)

Para determinar el peso unitario del agregado grueso, se realiza un ensayo de densidad en el que se compacta una muestra del agregado en un recipiente conocido y se mide su masa. Luego, se calcula el volumen del agregado a partir de las dimensiones conocidas del recipiente y se divide la masa entre el volumen para obtener el peso unitario. Los resultados se muestran en la tabla 15:

Tabla 15

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso						
ID	Descripción	Und.	Identificación			Promedio
			1	2	3	
A	Peso del recipiente + muestra	gr.	19'986.00	19'998.00	19'960.00	
B	Peso del recipiente	gr.	10'310.00	10'310.00	10'310.00	
C	Peso de la muestra	gr.	9'676.00	9'678.00	9'650.00	
D	Volumen	cm ³	5'690.00	5'690.00	5'690.00	
E	Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1.701	1.701	1.696	1.699
Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso						
ID	Descripción	Und.	Identificación			Promedio
			1	2	3	
A	Peso del recipiente + muestra	gr.	19'621.00	19'690.00	19'580.00	
B	Peso del recipiente	gr.	10'310.00	10'310.00	10'310.00	
C	Peso de la muestra	gr.	9'311.00	9'280.00	9'270.00	
D	Volumen	cm ³	5'690.00	5'690.00	5'690.00	
E	Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1.636	1.631	1.629	1.632

Nota: El peso unitario del agregado grueso puede variar según factores como la forma y la textura de las partículas, la humedad del agregado y el grado de compactación.

Los resultados proporcionados sugieren que el agregado grueso tiene un peso unitario compactado húmedo de 1.699 (representa la densidad aparente del agregado grueso cuando está completamente compactado y se encuentra en un estado húmedo) y un peso unitario suelto seco de 1.632 (representa la densidad aparente del agregado grueso cuando está suelto y seco, es decir, sin compactar y sin agua presente). Cumpliendo así los parámetros de las normativas NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C 29.

F. Peso unitario del agregado fino (suelto y compactado)

(NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C 29)

Para determinar el peso unitario del agregado fino, se realiza un ensayo de densidad en el que se compacta una muestra del agregado fino en un recipiente conocido y se mide su masa. Luego, se calcula el volumen del agregado a partir de las dimensiones conocidas del

recipiente y se divide la masa entre el volumen para obtener el peso unitario. Los resultados se muestran en la tabla 16:

Tabla 16

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino						
ID	Descripción	Und.	Identificación			Promedio
			1	2	3	
A	Peso del recipiente + muestra	gr.	19'206.00	19'254.00	19'292.00	
B	Peso del recipiente	gr.	10'310.00	10'310.00	10'310.00	
C	Peso de la muestra	gr.	8'896.00	8'944.00	8'982.00	
D	Volumen	cm ³	5'690.00	5'690.00	5'690.00	
E	Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1.563	1.572	1.579	1.571
Peso Unitario Suelto Seco del Agregado Fino						
ID	Descripción	Und.	Identificación			Promedio
			1	2	3	
A	Peso del recipiente + muestra	gr.	19'910.00	19'890.00	19'870.00	
B	Peso del recipiente	gr.	10'310.00	10'310.00	10'310.00	
C	Peso de la muestra	gr.	9'600.00	9'580.00	9'560.00	
D	Volumen	cm ³	5'690.00	5'690.00	5'690.00	
E	Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1.687	1.684	1.680	1.667

Nota: El peso unitario del agregado fino puede variar según factores como la forma y la textura de las partículas, la humedad del agregado y el grado de compactación.

Los resultados proporcionados sugieren que el agregado fino tiene un peso unitario compactado húmedo de 1.571 (representa la densidad aparente del agregado fino cuando está completamente compactado y se encuentra en un estado húmedo) y un peso unitario suelto seco de 1.667 (representa la densidad aparente del agregado fino cuando está suelto y seco, es decir, sin compactar y sin agua presente). Cumpliendo así los parámetros de las normativas NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C 29.

G. Peso unitario del agregado global (suelto y compactado)

(NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C 29)

Es el peso del agregado (incluyendo tanto el agregado fino como el agregado grueso) por unidad de volumen en su estado compactado. Para determinar el peso unitario del agregado global, se realiza un ensayo de densidad en el que se compacta una muestra del agregado global en un recipiente conocido y se mide su masa. Luego, se calcula el volumen del agregado a partir de las dimensiones conocidas del recipiente y se divide la masa entre el volumen para obtener el peso unitario. Los resultados se muestran en la tabla 17:

Tabla 17*Peso unitario suelto y compactado del agregado global*

Peso Unitario Suelto Seco del Agregado Global						
ID	Descripción	Und.	Identificación			Promedio
			1	2	3	
A	Peso del recipiente + muestra	gr.	19'450.00	19'420.00	19'410.00	
B	Peso del recipiente	gr.	10'310.00	10'310.00	10'310.00	
C	Peso de la muestra	gr.	9'140.00	9'110.00	9'100.00	
D	Volumen	cm ³	5'690.00	5'690.00	5'690.00	
E	Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1.606	1.601	1.599	1.602
Peso Unitario Compactado del Agregado Global						
ID	Descripción	Und.	Identificación			Promedio
			1	2	3	
A	Peso del recipiente + muestra	gr.	19'880.00	19'710.00	19'840.00	
B	Peso del recipiente	gr.	10'310.00	10'310.00	10'310.00	
C	Peso de la muestra	gr.	9'570.00	9'400.00	9'530.00	
D	Volumen	cm ³	5'690.00	5'690.00	5'690.00	
E	Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1.682	1.652	1.675	1.670

Nota: El peso unitario del agregado global puede variar según factores como la forma y la textura de las partículas, la humedad del agregado y el grado de compactación.

Los resultados proporcionados sugieren que el agregado global tiene un peso unitario compactado húmedo de 1.670 (representa la densidad aparente del agregado global cuando está completamente compactado y se encuentra en un estado húmedo) y un peso unitario suelto seco de 1.602 (representa la densidad aparente del agregado global cuando está suelto y seco, es decir, sin compactar y sin agua presente).

H. Contenido de humedad del agregado grueso y agregado fino (NTP339.185 / MTC E 215 / ASTM D 2216)

El contenido de humedad del agregado grueso es la cantidad de agua presente en el material, expresada como un porcentaje del peso del agregado seco. Para determinar el contenido de humedad del agregado grueso, se realiza un ensayo en el que se pesa una muestra del agregado y luego se seca para eliminar toda la humedad presente. Después de secar la muestra, se vuelve a pesar para obtener el peso del agregado completamente seco. La diferencia entre el peso inicial y el peso luego secado se utiliza para calcular el contenido de humedad, que se expresa como un porcentaje del peso inicial. Utilizando la fórmula:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{P_0 \text{ Agregado} - P_{\text{seco agregado}}}{P_0 \text{ Agregado}} * 100\%$$

Los resultados se muestran en la tabla 18 y 19:

Tabla 18*Contenido de humedad del agregado grueso*

Contenido de humedad del agregado grueso		
Ensayo N°	01	02
N° Tarro	12	09
Peso tarro + Agregado húmedo (gr.)	485.00	412.00
Peso tarro + Agregado seco (gr.)	469.00	395.00
Peso de agua (gr.)	16.00	17.00
Peso del tarro (gr.)	24.50	26.10
Peso del suelo seco (gr.)	444.50	368.90
Contenido de humedad %	3.60	4.61
Promedio	4.10	

Nota: El agua presente en el agregado puede afectar la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia adecuada del concreto, así como las propiedades finales del concreto endurecido.

El resultado del contenido de humedad del agregado grueso promedio es del 4.10%. Esto significa que, en promedio, el agregado grueso contiene un 4.10% de agua en relación con su peso inicial.

Tabla 19*Contenido de humedad del agregado fino*

Contenido de humedad del agregado fino		
Ensayo N°	01	02
N° Tarro	08	09
Peso tarro + Agregado húmedo (gr.)	502.00	523.00
Peso tarro + Agregado seco (gr.)	478.00	501.20
Peso de agua (gr.)	24.00	21.80
Peso del tarro (gr.)	22.30	21.30
Peso del suelo seco (gr.)	455.70	479.90
Contenido de humedad %	5.27	4.54
Promedio	4.90	

Nota: El agua presente en el agregado puede afectar la cantidad de agua necesaria para lograr la consistencia adecuada del concreto, así como las propiedades finales del concreto endurecido.

El resultado del contenido de humedad del agregado fino promedio es del 4.90%. Esto significa que, en promedio, el agregado fino contiene un 4.90% de agua en relación con su peso inicial. Cumpliendo así los parámetros de las normativas NTP339.185 / MTC E 215 / ASTM D 2216.

Determinar el diseño de mezcla óptimo para obtener un adoquín patrón

Después de realizar las pruebas en los agregados, se procede con la elaboración de la mezcla con el objetivo de lograr una resistencia a la compresión de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Para esto, se utiliza el método 211 del ACI, el cual se explica detalladamente a continuación.

1° Determinar la resistencia a compresión requerida:

Tabla 20

Resistencia promedio a la compresión requerida (F'_{cr})

F'_c	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 – 350	$F'_c + 84$
> 350	$F'_c + 98$

Fuente: ACI 211, (2018).

Nota: La resistencia requerida en laboratorio es de 294 kg/cm^2

$$F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2° Selección del tamaño máximo del agregado grueso

Tamaño máximo nominal: $1 \frac{1}{2}''$

3° Asentamiento designado para elaboración de adoquines:

Slump (Asentamiento) : $4.0''$

4° Selección del volumen unitario de agua de diseño

Agua requerida en diseño: 216 L/m^3

5° Relación agua/cemento

Es la relación entre la cantidad de agua y de cemento utilizadas en la mezcla.

Relación agua/cemento : 0.53

6° Volumen absoluto de agregados

Este parámetro es crucial en el diseño de mezclas de concreto de alta calidad y se utiliza en conjunto con otros factores, como la relación agua-cemento, para lograr las propiedades deseadas del concreto en términos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad. Los resultados se muestran en la Tabla 21:

Tabla 21*Volumen absoluto de agregados*

Volumen absoluto de agregados		
		En peso (gr.):
Fracción gruesa	0.389	1017
Fracción fina	0.240	539
Cemento	0.131	404
Agua	0.216	216
Aire atrapado	0.025	
TOTAL	1.000	2176

Nota: El volumen absoluto de agregados se determina mediante cálculos que tienen en cuenta la densidad aparente y las proporciones de agregado fino y grueso en la mezcla.

7° Corrección por humedad del agregado

Para corregir por la humedad del agregado, primero se determina el contenido de humedad del agregado y luego se ajusta el peso del agregado en la mezcla en consecuencia. El contenido de humedad del agregado se calcula midiendo la diferencia de peso antes y después del secado de una muestra de agregado. Luego, este porcentaje de humedad se utiliza para ajustar el peso del agregado en la mezcla. Los resultados se muestran en la Tabla 22:

Tabla 22*Corrección por humedad del agregado*

Corrección por humedad del agregado			
Fracción Fino Húmedo	566	Contribución del Fino	22.33
Fracción Grueso Húmedo	1058	Contribución del Grueso	35.24
Humedad Superficial del Ag. Fino	4.14	Contribución Total	57.57
Humedad Superficial del Ag. Grueso	3.47	Contribución real agua	158.40
TOTAL	1.000	2176	

Nota: Realizado este ajuste por humedad, se asegura el contenido de agua presente en el agregado al calcular el volumen absoluto de los agregados en la mezcla de concreto.

8° Contenido de material por m³ de concreto corregido

Este valor se calcula teniendo en cuenta las proporciones de los diferentes materiales en la mezcla de concreto y ajustando los pesos de los materiales según sea necesario para tener en cuenta la humedad del agregado.

Tabla 23*Material por m³ de concreto corregido*

Material por m ³ de concreto corregido			
Cemento	Kg/m ³	403.83	Dosificación en peso 1.00
Agua	L/m ³	158.43	0.39
Agregado Fino	Kg/m ³	566.00	1.40
Agregado Grueso	Kg/m ³	1058.00	2.62
Cemento Portland Tipo I	9.50 Bolsas/m ³	35 % de Ag. Fino	65% de Ag. Grueso

Nota: El contenido de material por m³ de concreto corregido se refiere a la cantidad de material presente después de aplicar la corrección por humedad del agregado.

9° Peso de material por bolsa de cemento

Es la cantidad de otros materiales, como agregado fino, agregado grueso, agua, aditivos, etc., que se utilizan por cada bolsa de cemento en la mezcla de concreto.

Tabla 24

Material por bolsa de cemento

Peso de Material por Bolsa de Cemento		
Cemento	kg/bolsa	42.50
Agua	L/bolsa	16.60
Agregado Fino	kg/bolsa	59.50
Agregado Grueso	kg/bolsa	111.40

Nota: Esto puede variar según el diseño de la mezcla y los requisitos del proyecto específico.

10° Dosificación en volumen

La dosificación en volumen es un método para mezclar concreto donde los materiales se dosifican en función de su volumen, en lugar de su peso.

Tabla 25

Dosificación en volumen

Dosificación en volumen		
Cemento	1.00	Bolsa (42.50 kg)
Agregado Fino	1.30	Pie Cúbico
Agregado Grueso	2.30	Pie Cúbico
Agua	16.70	Litros
HORMIGÓN	3.60	Pie Cúbico

Nota: La dosificación en volumen puede ser menos precisa que en peso, ya que los materiales pueden tener densidades y compactación distintas que en el recipiente de medición.

Determinar el incremento de resistencia a la compresión del adoquín con ceniza de Ishpingo como aditivo

El uso de ceniza de Ishpingo como aditivo en la fabricación de adoquines puede contribuir al incremento de su resistencia a la compresión. La ceniza de Ishpingo, que es un subproducto de la quema de la madera de Ishpingo (una especie de árbol que se encuentra en algunas regiones de América del Sur), puede tener propiedades que mejoran las características mecánicas del material. Algunos de los posibles mecanismos mediante los cuales la ceniza de Ishpingo puede mejorar la resistencia a la compresión de adoquines son: Puzolanidad, relleno de espacios vacíos y mejora de adherencia.

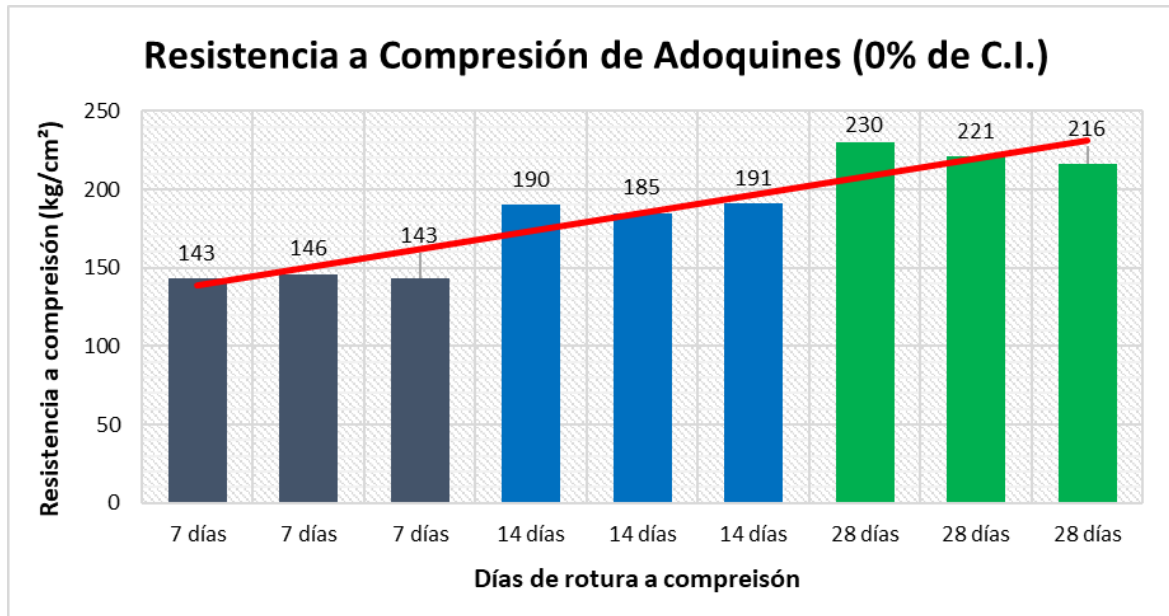
Resistencia a compresión de adoquines patrón (0% de cenizas de Ishpingo)

Tabla 26

Resistencia a compresión de adoquín patrón (0% de cenizas) a los 7, 14 y 28 días

Edad	Lectura Real (kgf)	Lectura Corregida (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia testigo (kg/cm ²)		% Resistencia promedio
				Unidad	Promedio	
7 días	28,560	28,579	200	143	144	68.57 %
	29,210	29,229		146		
	28,680	28,680		143		
14 días	37,980	38,001	200	190	189	90.00 %
	37,030	37,051		185		
	38,230	38,251		191		
28 días	45,900	45,924	200	230	222	105.71 %
	44,230	44,253		221		
	43,180	43,203		216		

Nota: La resistencia a compresión se obtiene al dividir la lectura corregida entre el área.

Figura 12*Resistencia a compresión de adoquines patrón (0% de C.I.)*

Nota: Valores obtenidos de 9 adoquines ensayados a compresión en laboratorio.

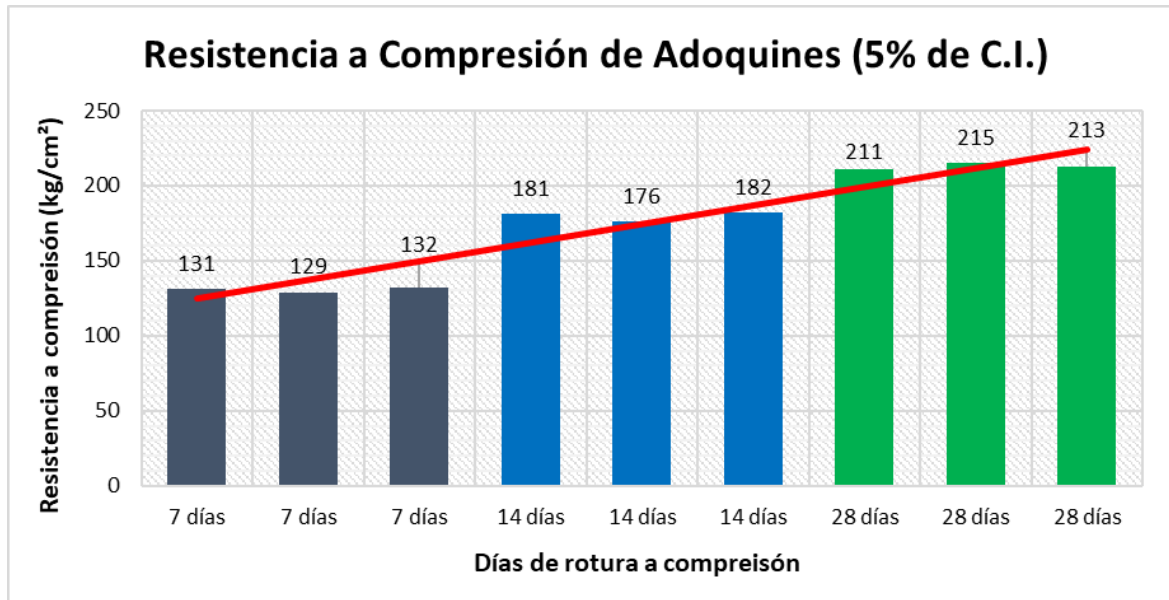
Los valores promedio cumplen con los niveles mínimos de resistencia requeridos según el diseño, tanto a los 7, 14 y 28 días. Por ejemplo, la resistencia promedio alcanzada a los 28 días es de 222 kg/cm², lo que representa un 105.71% respecto a la resistencia esperada de 210 kg/cm².

Resistencia a compresión de adoquines patrón (5% de cenizas de Ishpingo)

Tabla 27*Resistencia a compresión de adoquín patrón (5% de cenizas) a los 7, 14 y 28 días*

Edad	Lectura Real (kgf)	Lectura Corregida (kgf)	Área (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)		% Resistencia promedio
				Unidad	Promedio	
7 días	26,200	26,218	200	131	131	62.38 %
	25,870	25,888		129		
	26,290	26,308		132		
14 días	36,240	36,261	200	181	180	85.71 %
	35,090	35,111		176		
	36,330	36,351		182		
28 días	42,150	42,173	200	211	213	101.43 %
	43,000	43,023		215		
	42,580	42,603		213		

Nota: La resistencia a compresión se obtiene al dividir la lectura corregida entre el área.

Figura 13*Resistencia a compresión de adoquines patrón (5% de C.I.)*

Nota: Valores obtenidos de 9 adoquines ensayados a compresión en laboratorio.

Los valores promedio cumplen con los niveles mínimos de resistencia requeridos según el diseño, tanto a los 7, 14 y 28 días. Por ejemplo, la resistencia promedio alcanzada a los 28 días es de 213 kg/cm², lo que representa un 101.43% respecto a la resistencia esperada de 210 kg/cm².

Resistencia a compresión de adoquines patrón (10% de cenizas de Ishpingo)

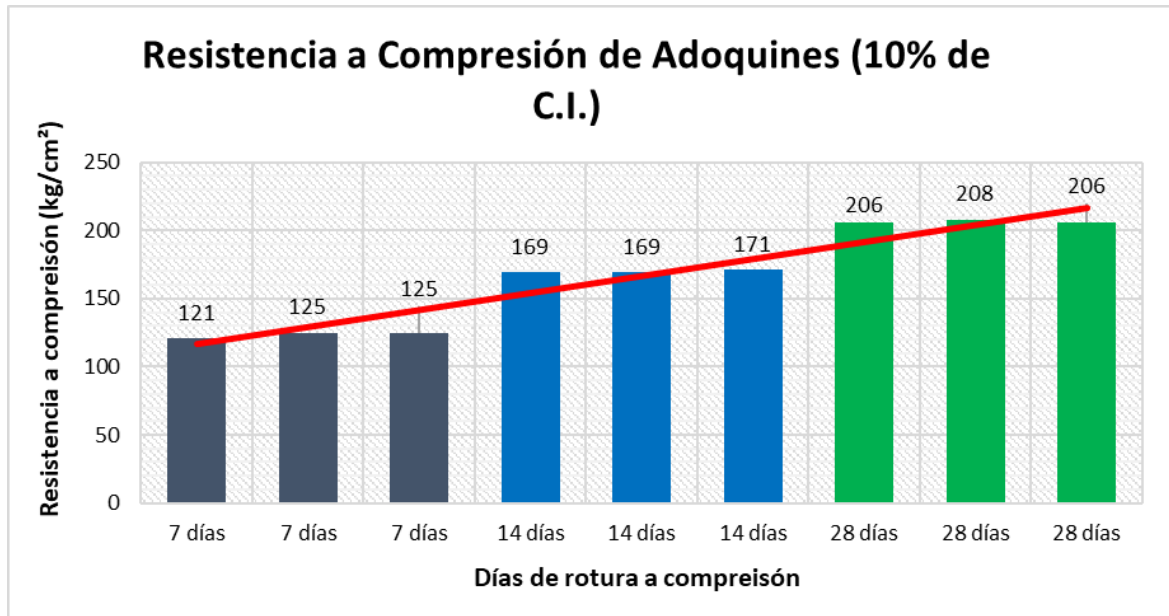
Tabla 28*Resistencia a compresión de adoquín patrón (10% de cenizas) a los 7, 14 y 28 días*

Edad	Lectura Real (kgf)	Lectura Corregida (kgf)	Área (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)		% Resistencia promedio
				Unidad	Promedio	
7 días	24,230	24,247	200	121	131	62.38 %
	24,930	24,947		125		
	25,010	25,028		125		
14 días	33,870	33,890	200	169	170	80.95 %
	33,780	33,780		169		
	34,270	34,270		171		
28 días	41,180	41,202	200	206	207	98.57 %
	41,500	41,522		208		
	41,090	41,112		206		

Nota: La resistencia a compresión se obtiene al dividir la lectura corregida entre el área.

Figura 14

Resistencia a compresión de adoquines patrón (10% de C.I.)



Nota: Valores obtenidos de 9 adoquines ensayados a compresión en laboratorio.

Los valores promedio cumplen con los niveles mínimos de resistencia requeridos según el diseño, tanto a los 7, 14 y 28 días. Por ejemplo, la resistencia promedio alcanzada a los 28 días es de 207 kg/cm², lo que representa un 98.57% respecto a la resistencia esperada de 210 kg/cm².

Resistencia a compresión de adoquines patrón (15% de cenizas de Ishpingo)

Tabla 29

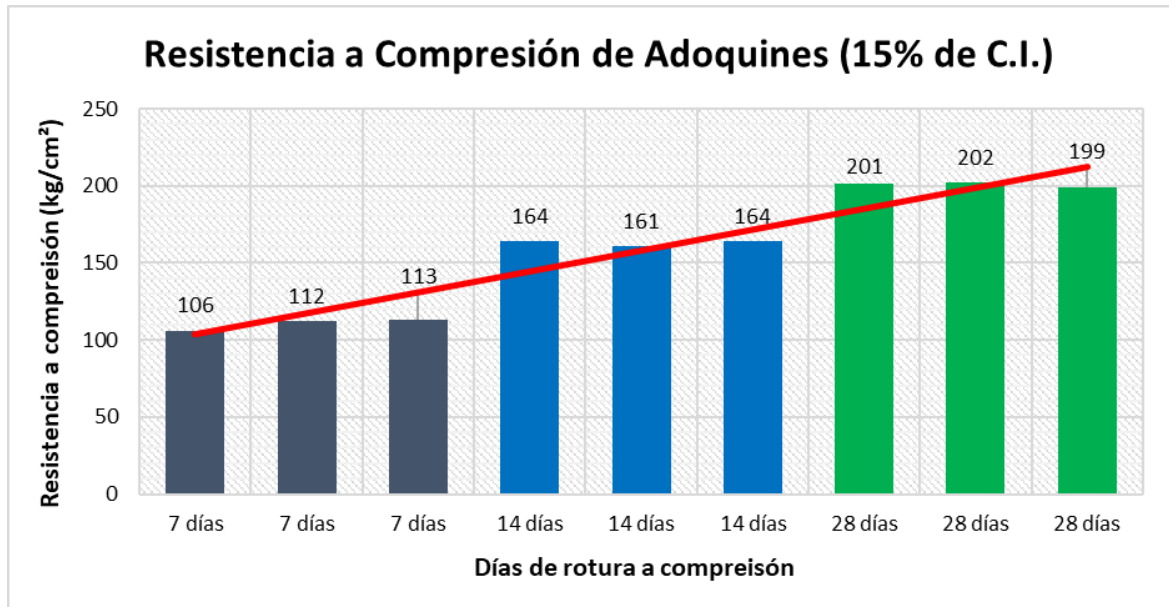
Resistencia a compresión de adoquín patrón (15% de cenizas) a los 7, 14 y 28 días

Edad	Lectura Real (kgf)	Lectura Corregida (kgf)	Área (cm²)	Resistencia testigo (kg/cm²)		% Resistencia promedio
				Unidad	Promedio	
7 días	21,190	21,206	200	106	110	52.38 %
	22,450	22,467		112		
	22,610	22,627		113		
14 días	32,710	32,730	200	164	163	77.62 %
	32,150	32,170		161		
	32,880	32,900		164		
28 días	40,250	40,272	200	201	201	95.71 %
	40,310	40,332		202		
	39,870	39,892		199		

Nota: La resistencia a compresión se obtiene al dividir la lectura corregida entre el área.

Figura 15

Resistencia a compresión de adoquines patrón (15% de C.I.)



Nota: Valores obtenidos de 9 adoquines ensayados a compresión en laboratorio.

Los valores promedio cumplen con los niveles mínimos de resistencia requeridos según el diseño, tanto a los 7, 14 y 28 días. Por ejemplo, la resistencia promedio alcanzada a los 28 días es de 201 kg/cm², lo que representa un 95.71% respecto a la resistencia esperada de 210 kg/cm².

Determinar la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para un adoquín de calidad

Finalizado el proceso de experimentación y pruebas específicas se compara los resultados de resistencia a compresión obtenidos a los 28 días con 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo en reemplazo al cemento.

Tabla 30

Proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para adoquín de calidad a los 28 días

Proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para adoquín de calidad			
Cenizas de Ishpingo	Resistencia promedio	% Resistencia Promedio	Viable
0 %	222 kg/cm²	105.71 %	SI
5 %	213 kg/cm²	101.43 %	SI
10 %	207 kg/cm²	98.57 %	SI
15 %	201 kg/cm²	95.71 %	NO

Nota: La tabla 30 resume los resultados obtenidos en laboratorio.

Se ha determinado la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para la producción de adoquines de calidad. Se observó que las mezclas con 0%, 5% y 10% de ceniza de Ishpingo en reemplazo al cemento, mostraron una resistencia promedio de 222 kg/cm², 213 kg/cm² y 207 kg/cm² respectivamente, representando el 105.71%, 101.43% y 98.57% de la resistencia promedio sin aditivo (210 kg/cm²), respectivamente.

Estos resultados indican que estas proporciones son viables para la fabricación de adoquines de calidad. Sin embargo, al aumentar la proporción al 15% de ceniza de Ishpingo, la resistencia promedio disminuyó a 201 kg/cm², representando solo el 95.71% de la resistencia promedio sin aditivo, lo que sugiere que esta proporción no es recomendable para mantener los estándares de calidad deseados.

Por lo tanto, se concluye que las proporciones de ceniza de Ishpingo del 0%, 5% y 10% son viables para la producción de adoquines de calidad, mientras que la proporción del 15% no es recomendable.

IV. DISCUSIÓN

La adición de ceniza de Ishpingo en porcentajes de 0%, 5% en reemplazo al cemento, influye positivamente en la resistencia a compresión promedio de 222 y 213 kg/cm², representando el 105.71% y 101.43% de la resistencia promedio sin aditivo (210 kg/cm²), esto valida la hipótesis establecida en la presente investigación, en este sentido mejoró en un 5.71% y 1.43% la resistencia requerida (Tabla 30). Los porcentajes de 10% y 15% en reemplazo al cemento disminuyeron la resistencia a compresión en 207 kg/cm² y 201 kg/cm², representando el 98.57 % y 95.71 % de la resistencia original (210 kg/cm²), disminuyendo la resistencia en un 1.43 % y 4.29 %. En cuanto a las propiedades físicas y mecánicas de los agregados, se obtuvo: para el agregado fino (Tabla 11), un peso específico de 2.234 gr./cm³, un peso unitario compactado de 1.667 gr./cm³, un peso unitario suelto de 1.571 gr./cm³, un % de absorción de 0.761 % y un módulo de fineza de 2.60; para el agregado grueso (Tabla 12) se obtuvo un peso específico de 2.599 gr./cm³, un peso unitario compactado de 1.669 gr./cm³, un peso unitario suelto de 1.632 gr./cm³, un % de absorción de 0.634 % y un tamaño máximo nominal de 1 1/2". Como resultado del análisis granulométrico del agregado global (Tabla 13), se obtuvo de una muestra inicial seca de 7,425.00 gr. un tamaño máximo de 1 1/2", % de humedad de 4.10%, % de agregado fino de 48.50% y un % de humedad de 4.90%. La tabla 14 muestra que la cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 fue de 4.30 gr. siendo un 0.90% del peso total. El diseño de mezcla (Tabla 25) dio como resultado, que para 1 bolsa de cemento de 42.50 kg. se añadirá 1.30 pie³ de agregado fino, 2.30 pie³ de agregado grueso y 16.70 litros de agua. Por lo tanto, las proporciones de ceniza de Ishpingo del 0% y 5% son viables para la producción de adoquines de calidad, mientras que la proporción del 10% - 15% no es recomendable.

Discusión con los antecedentes internacionales:

Preethi (2023), obtuvo como resultados que las cenizas volantes se pueden agregar al cemento en una proporción de 0 a 30 % en peso, lo que aumenta la resistencia del cemento con el tiempo debido a reacciones puzolánicas y muestra un efecto significativo. Concluyó del estudio experimental, que se pueden añadir cenizas de madera al cemento en una proporción del 20 al 25 % en peso sin afectar las propiedades del hormigón tanto para los adoquines como para las tejas, esto difiere de los resultados de la presente investigación, ya que la adición de cenizas de Ishpingo sólo mejora la resistencia a compresión al añadirse en proporciones de 0% a 5% en reemplazo al cemento.

Salem (2022), sus resultados indicaron que el reemplazo del 10 % del cemento mostró un desempeño superior en términos de resistencia a la rotura por compresión, flexión y tracción en comparación con otras proporciones de reemplazo evaluadas. La mezcla con un reemplazo del 10 % de cemento registró una reducción del 15 % y 11 % en la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, respectivamente, en comparación con la mezcla de control. No obstante, se observó un aumento del 2 % a los 56 y 90 días. Esto es acorde a los resultados de la presente investigación, ya que la adición de cenizas de Ishpingo al 10% disminuyen la resistencia a compresión de 210 kg/cm² a 206 kg/cm², en un 1.43% de la resistencia original.

Dimter (2021), obtuvo como resultados que la mezcla de arena y ceniza con 2% de cemento logró el mismo valor de resistencia a la compresión que las mezclas de arena pura con 13% de cemento después del acondicionamiento de 7 días (1.925 MPa). La misma mezcla con ceniza y 2% de cemento logró una mayor resistencia a la compresión después de 28 días. de acondicionamiento (4,45 MPa) respecto a la mezcla de arena estabilizada con 13% de cemento (3,75 MPa). la mezcla de arena y ceniza con 4% de cemento lograron una resistencia a la compresión a los 28 días (5,10 MPa) mayor que la mezcla de arena estabilizado con hasta un 15% de cemento (4,67 MPa). Esto es acorde a mi investigación, ya que la adición de cenizas de Ishpingo al 10% disminuyen la resistencia a compresión de 210 kg/cm² a 206 kg/cm², en un 1.43% de la resistencia original.

Prabagar (2020), observó que las muestras que contenían un 15% de material de reemplazo de ceniza de madera mostraron una mayor resistencia a la compresión como resultado del análisis. Esto difiere de los resultados de la presente investigación, ya que la adición de cenizas de Ishpingo en 15% en reemplazo al cemento da una resistencia a compresión de 201 kg/cm², representando el 95.71 % de la resistencia original (210 kg/cm²), disminuyendo la resistencia en un 4.29 %.

Discusión con los antecedentes nacionales:

Santillana (2022) sus resultados revelaron un contenido de humedad natural del 4.70% para la arena gruesa y del 6.90% para la piedra triturada, con un tamaño máximo de 3/8". Además, se registró un peso unitario suelto de 1.678 gr/cm³ y un peso unitario varillado de 1.776 gr/cm³. Tras realizar ensayos de compresión en adoquines con una adición de cenizas de leña del 4.50%, se obtuvo una resistencia promedio de 467.12 kg/cm². El diseño óptimo de mezcla para adoquines de tránsito liviano, con dimensiones de 6x10x20 y sustitución parcial de cemento Portland por cenizas al 4.5%, logró alcanzar una resistencia promedio de 467.12 kg/cm². Esto es acorde a la presente investigación, pues la humedad de

la arena gruesa fue de 4.10% y de la piedra chancada fue de 4.90%, el tamaño máximo fue de 1 1/2", peso unitario suelto de 1.571 kg/cm² y peso unitario varillado de 1.667 gr./cm², el diseño óptimo de mezcla para adoquines con dimensiones de 10x20x10 substituyendo parcialmente al cemento por cenizas de Ishpingo a un porcentaje del 0% a 5% alcanzando una resistencia promedio de 213 kg/cm².

Saavedra (2022) sus resultados mostraron un incremento del 1.26% en la resistencia a compresión para las muestras que contenían solo un 8% de ceniza, mientras que para las muestras con adición de cal, esta resistencia disminuyó. Estos hallazgos son coherentes con la presente investigación, donde la substitución parcial del cemento por cenizas de Ishpingo en un rango del 0% al 5% permitió alcanzar una resistencia promedio de 213 kg/cm², con un aumento del 1.43% respecto a la resistencia original..

Benancio (2023), sus hallazgos revelaron una inclinación hacia la reducción de la densidad, resistencia a la compresión y módulo de ruptura, además de un aumento en el contenido de humedad y absorción conforme se incrementaba el porcentaje de cenizas integradas. Sin embargo, entre los diferentes porcentajes evaluados, solo la incorporación del 5% de cenizas de Ishpingo cumplió con los estándares establecidos por las normativas NTP 399.611 y NTG 41086 para las propiedades físico-mecánicas de los adoquines de concreto. Esto concuerda con la presente investigación, donde la substitución parcial del cemento por cenizas de Ishpingo en un rango del 0% al 5% permitió alcanzar una resistencia promedio de 213 kg/cm², con un incremento del 1.43% respecto a la resistencia original.

Mija (2023) los experimentos mostraron que en la muestra estándar, la resistencia a la compresión fue de $f'_c = 384.73 \text{ kg/cm}^2$, mientras que al substituir el 10% del cemento por Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar, la resistencia disminuyó a $f'_c = 361.54 \text{ kg/cm}^2$. Estos resultados sugieren que a medida que se incrementa la inclusión de CBCA, la resistencia a la compresión y flexión del adoquín tiende a reducirse. Este hallazgo se alinea con la presente investigación, donde se substituyó parcialmente el cemento por cenizas de Ishpingo en un rango del 0% al 5%, logrando una resistencia promedio de 213 kg/cm². Por lo tanto, se observa que al incrementar el porcentaje de cenizas más allá del 5%, la resistencia a la compresión puede disminuir.

Discusión con los antecedentes locales:

Montesinos (2022), sus resultados mostraron que la mejor resistencia a la compresión, alcanzando 213.48 kg/cm², se logró con una adición del 2.50% a los 28 días. En cuanto a la resistencia a la tracción, se obtuvo un óptimo de 28.25 kg/cm² con una adición

del 2.30%. En la prueba de módulo de ruptura, el mejor resultado se registró con una adición del 3.50%, obteniendo 59.89 kg/cm². Estos hallazgos indican que las adiciones de cenizas de semilla de aguaje y cenizas del cuesco de palma de aceite lograron una mejora moderada en las propiedades mecánicas del concreto, con un incremento del 1.53% en la resistencia a compresión. Estos resultados coinciden con la presente investigación, donde la sustitución parcial del cemento por cenizas de Ishpingo en un rango del 0% al 5% dio como resultado una resistencia promedio de 213 kg/cm², mostrando una mejora del 1.43% con respecto a la resistencia original.

Gonzáles (2022) en sus resultados observó que, a medida que se aumentaba la tasa de reemplazo de las cenizas de carbón por el cemento, la resistencia a la compresión aumentaba gradualmente hasta llegar al 20%, momento en el cual alcanzaba su punto máximo. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de reemplazo al 30%, la resistencia disminuía en un 9%. Estos resultados son coherentes con los hallazgos de la presente investigación, donde la sustitución parcial del cemento por cenizas de Ishpingo en un rango del 0% al 5% resultó en una resistencia promedio de 213 kg/cm², con una mejora del 1.43% en comparación con la resistencia original.

Ramírez (2021) sus resultados determinaron que el uso de cenizas de semilla de aguaje como aglutinante en adoquines de concreto para pavimento peatonal influye de acuerdo al diseño de mezcla empleado. En el estudio, se probaron tres mezclas diferentes: en la primera se agregaron 300g de ceniza de aguaje, 425g de cemento, 825g de arena y 250g de agua, totalizando 1800g. En la segunda mezcla se añadieron 200g de ceniza de aguaje, 450g de cemento, 900g de arena y 250g de agua, con el mismo total de 1800g. Finalmente, en la tercera mezcla se incluyeron 100g de ceniza de aguaje, 475g de cemento, 975g de arena y 250g de agua, también sumando 1800g. Estos hallazgos son consistentes con la presente investigación, donde se determinó que para una bolsa de cemento de 42.50 kg., se necesitarían 1.30 pie³ de agregado fino, 2.30 pie³ de agregado grueso y 16.70 litros de agua.

Aliaga (2018) observa que el incremento en la resistencia a la compresión es gradual, y con una adición del 10% de cenizas de cascarilla de arroz a los 28 días, supera la resistencia del concreto estándar, mientras que con una adición del 15%, esta es inferior al estándar. Estos resultados concuerdan con la presente investigación, donde la incorporación de cenizas de Ishpingo en porcentajes del 0% y 5% como reemplazo al cemento, tuvo un impacto positivo en la resistencia a la compresión, alcanzando valores promedio de 222 kg/cm² y 213 kg/cm², representando el 105.71% y 101.43% de la resistencia promedio sin aditivo (210

kg/cm²). Sin embargo, los porcentajes del 10% y 15% como reemplazo al cemento disminuyeron la resistencia a la compresión a 207 kg/cm² y 201 kg/cm², lo que equivale al 98.57% y 95.71% de la resistencia original (210 kg/cm²), mostrando una disminución del 1.43% y 4.29% respectivamente.

Las limitaciones de la investigación y de los resultados obtenidos en el estudio son las siguientes:

Generalización de resultados. - Los resultados se basan en un conjunto específico de condiciones experimentales y materiales utilizados. Puede que no sean aplicables directamente a todas las situaciones o contextos fuera del alcance de este estudio.

Variabilidad de las muestras.- Las muestras utilizadas en el estudio pueden no representar completamente la variabilidad inherente en los materiales y condiciones reales de aplicación. La variabilidad natural puede influir en los resultados en situaciones prácticas.

Limitaciones de la metodología. - A pesar de los esfuerzos por diseñar un estudio riguroso, pueden existir limitaciones inherentes a la metodología utilizada, como errores de medición, sesgos experimentales o suposiciones simplificadas.

Consideraciones específicas del material. - Las propiedades de la ceniza de Ishpingo y su interacción con otros componentes pueden variar dependiendo de factores como la fuente de obtención, el procesamiento y las condiciones ambientales, lo cual puede limitar la extrapolación de los resultados a otras fuentes o condiciones.

Para futuras investigaciones, se pueden considerar los siguientes criterios

Ampliación del alcance. - Investigar el impacto de la ceniza de Ishpingo en una variedad de propiedades adicionales de los adoquines, como resistencia a la abrasión, permeabilidad, resistencia a agentes químicos, etc. Esto proporcionaría una comprensión más completa de su viabilidad en aplicaciones prácticas.

Análisis de durabilidad a largo plazo. - Investigar la durabilidad y estabilidad de los adoquines a lo largo del tiempo, considerando factores como la resistencia a la intemperie, el efecto del tráfico vehicular y peatonal, y la resistencia a la degradación biológica.

Optimización de mezclas. - Explorar diversas combinaciones de materiales, incluidos otros aditivos o cementantes alternativos, para optimizar las propiedades de los adoquines en términos de resistencia, durabilidad y costo.

V. CONCLUSIONES

PRIMERO:

Los agregados utilizados en la fabricación de adoquines se caracterizaron con precisión, obteniendo los siguientes resultados: para el agregado fino, se registró un peso específico de 2.234 gramos por centímetro cúbico, un peso unitario compactado de 1.667 gramos por centímetro cúbico, un peso unitario suelto de 1.571 gramos por centímetro cúbico, una absorción del 0.761% y un módulo de fineza de 2.60; para el agregado grueso, se obtuvo un peso específico de 2.599 gramos por centímetro cúbico, un peso unitario compactado de 1.669 gramos por centímetro cúbico, un peso unitario suelto de 1.632 gramos por centímetro cúbico, una absorción del 0.634% y un tamaño máximo nominal de 1 1/2 pulgadas. Además, tras el análisis granulométrico del agregado global, a partir de una muestra inicial seca de 7,425.00 gramos, se determinó un tamaño máximo de 1 1/2 pulgadas, un contenido de humedad del 4.10%, un porcentaje de agregado fino del 48.50%, y un contenido de humedad del 4.90%. Los resultados del análisis detallan que la cantidad de material fino que pasó por el tamiz N° 200 fue de 4.30 gramos, representando un 0.90% del peso total. Estos hallazgos proporcionan una sólida base para el diseño y la producción de adoquines de alta calidad.

SEGUNDO:

Mediante el análisis del diseño de mezcla, se identificaron las proporciones óptimas de cemento, agregados y agua: para 1 bolsa de cemento de 42.50 kg. se añadirá 1.30 pie³ de agregado fino, 2.30 pie³ de agregado grueso y 16.70 litros de agua; para la producción de un adoquín patrón con características mecánicas y físicas deseables.

TERCERO:

Se determinó la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo como aditivo: las proporciones de ceniza de Ishpingo del 0% y 5% son viables para la producción de adoquines de calidad, mientras que la proporción del 10% - 15% no es recomendable; permitiendo mejorar la resistencia y otras propiedades del adoquín sin comprometer su calidad.

CUARTO:

Se observó un incremento significativo en la resistencia a la compresión de los adoquines con la adición de ceniza de Ishpingo en porcentajes de 0%, 5% en reemplazo al cemento, obteniendo una resistencia promedio de 222 kg/cm² y 213 kg/cm² respectivamente, representando el 105.71% y 101.43% de la resistencia sin aditivo (210 kg/cm²), esto valida la hipótesis establecida en la presente investigación, en este sentido mejoró en un 5.71% y 1.43% la resistencia requerida. Los porcentajes de 10% y 15% en reemplazo al cemento disminuyeron la resistencia a compresión en 207 kg/cm² y 201 kg/cm², representando el 98.57 % y 95.71 % de la resistencia original (210 kg/cm²), disminuyendo la resistencia en un 1.43 % y 4.29 %, lo que valida su potencial como aditivo para mejorar el rendimiento mecánico de los adoquines.

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERO:

Se recomienda realizar pruebas adicionales en condiciones de campo para validar la resistencia y durabilidad de los adoquines fabricados con ceniza de Ishpingo en situaciones del mundo real.

SEGUNDO:

Es importante continuar optimizando el diseño de mezcla para maximizar las propiedades del adoquín, considerando posibles ajustes en las proporciones de materiales y la incorporación de nuevos aditivos.

TERCERO:

Es necesario realizar estudios más detallados sobre el impacto ambiental y económico de la producción y uso de adoquines con ceniza de Ishpingo, considerando aspectos como la disponibilidad de materia prima, los costos de producción y el ciclo de vida del producto.

CUARTO:

Se recomienda realizar estudios económicos detallados para evaluar la viabilidad económica de la producción y uso de adoquines con ceniza de Ishpingo a escala comercial, considerando los costos de materiales, procesamiento, transporte y mantenimiento.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abhishek Dixit. (2021). A study on the physical and chemical parameters of industrial by-products ashes useful in making sustainable concrete. *Materials Today: Proceedings*, Volume 43(Issue 01), 42–50.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320388118>
- Abhyuday Titiksh. (2022). Hyper-plasticizer dosed concrete pavers containing fly ash in lieu of fine aggregates - A step towards sustainable construction. *Case Studies in Construction Materials*, Volume 17(Issue 5), 1–14.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522004703>
- Alejos, H. (2021, agosto 13). Ucayali: Contaminación pone en grave riesgo bosques y ríos de la región. *Diario el Comercio*, 1–5. <https://elcomercio.pe/corresponsales-escolares/historias/ucayali-contaminacion-pone-en-grave-riesgo-bosques-y-rios-de-la-region-ucayali-noticia/>
- Ali Shah, S. H. (2022). Effect of recycled steel fibers on the mechanical strength and impact toughness of precast paving blocks. *Case Studies in Construction Materials*, Volume 16, 1–1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522001577>
- Aliaga Mendoza, J. C. (2018). *Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto $f'c$ 210kg/cm², Atalaya, Ucayali – 2018* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34374>
- Ayeman Mazhar, S. (2021). Methods of Data Collection: A Fundamental Tool of Research. *Journal of Integrated Community Health*, Volume 10(Issue 1), 6–10.
<https://medicaljournalshouse.com/index.php/ADR-CommunityHealth/article/view/631>
- Balegamire, C. (2022). Production of gold mine tailings based concrete pavers by substitution of natural river sand in Misisi, Eastern Congo. *Cleaner Engineering and Technology*, Volume 07, 100–127.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822000325>
- Benancio Camara, G. J. (2023). *Influencia de la incorporación de cenizas de hojas de maíz y bagazo de caña de azúcar en las propiedades físico-mecánicas de adoquines de concreto tipo II en vías urbanas - Huánuco 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/9201>

- Canepa, R. (2023). Ginger: An Introduced Foreign Species and Its Recognition as a Traditional Medicine Plant by the Peruvian Awajun Populations. *Socio-Ecological Systems and Decoloniality, Volume 04*, 299–324. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-15097-5_15
- Carla Vintimilla. (2023). Limiting the maximum fine and coarse recycled aggregates-Type A used in structural concrete. *Construction and Building Materials, Volume 380*, 135–273. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823009868>
- Caroline Moussy. (2021). A quantitative global review of species population monitoring. *Conservation Biology, Volume 36*(Issue 1), 13–71. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/cobi.13721>
- Celin Nascimento, L. (2023). Use of wood bottom ash in cementitious materials: a review. *Journal of Materials Research and Technology, Volume 23*(Issue 5), 4226–4243. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785423003046>
- Emadaldin Mohammadi Golafshani. (2024). A framework for low-carbon mix design of recycled aggregate concrete with supplementary cementitious materials using machine learning and optimization algorithms. *Structures, Volume 61*, 106–143. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352012424002959>
- Fatih Özalp. (2022). Effects of electric arc furnace (EAF) slags on mechanical and permeability properties of paving stone, kerb and concrete pipes. *Construction and Building Materials, Volume 329*, 127–159. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061822008406>
- Gonzales Bardales, J. G. (2022). *Evaluación de los efectos de la ceniza de carbón como material aglomerante en las propiedades mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97108>
- Heder de Paula. (2021). Characterization and feasibility of using vegetable biomass ash in mortar. *Revista ALCONPAT, Volume 11*(Issue 2), 1–16. <https://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v11n2/2007-6835-ralconpat-11-02-1-es.pdf>
- Huaquisto Cáceres, S. (2018). Use of the flying ash in the dosing of the concrete as a substitute for the cement. *Revista de Investigación Altoandina, Volumen 20*(Issue 02), 1–8.

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007#:~:text=La%20adici%C3%B3n%20de%20las%20cenizas,su%20resistencia%20a%20la%20compresi%C3%B3n.

Instituto de la Construcción y Gerencia. (2016). Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos. *Reglamento Nacional de Edificaciones, Volumen 04*, 1–68. https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf

Iqrar Hussain. (2021). Engineering properties of factory manufactured paving blocks utilizing steel slag as cement replacement. *Case Studies in Construction Materials, Volume 15*, 1–8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521002709>

John Joseph. (2020). Organizational Structure, Information Processing, and Decision-Making: A Retrospective and Road Map for Research. *Academy of Management Annals, Volume 14*(Issue 1), 1–151. <https://journals.aom.org/doi/epub/10.5465/annals.2017.0103>

Krishna Bhatt. (2020). A Synopsis on Population and Sample: Quantitative Research. *Research Gate, Volume 10*, 1–7. https://www.researchgate.net/publication/344723952_A_Synopsis_on_Population_and_Sample_Quantitative_Research

Mija Cordova, C. R. (2023). *Influencia de reemplazo de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre las propiedades físico – mecánicas en adoquines para transito ligero, Piura - 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/122769>

Moniruzzaman Sarker. (2022). Sampling Techniques for Quantitative Research. *Principles of Social Research Methodology, Volume 12*, 221–234. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-19-5441-2_15

Montesinos Arévalo, G. A. (2022). *Evaluación de las propiedades del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, adicionando cenizas de semilla de aguajes y cuesco de palma de aceite, Ucayali - 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/113609>

N.H. Mtarfi. (2023). Slag valorization from electric arc furnaces in concrete paver formulation. *Green Technologies and Sustainability, Volume 1*(Issue 3), 1–8. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949736123000301>

- Norma Técnica Peruana NTP 399.611. (2017). Unidades de Albañilería, Adoquines de concreto para pavimentos. *INACAL, Volumen 03*, 1–16. [pdfcoffee.com_ntp-399611-adoquines-de-concreto-para-pavimentos-requisitos-2-pdf-free.pdf](https://pdfcoffee.com/_ntp-399611-adoquines-de-concreto-para-pavimentos-requisitos-2-pdf-free.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Cardiovascular diseases. *Temas de salud de la OMS*, 1–6. https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1
- Prasad Kundu, S. (2018). Effectiveness of the surface modified jute fibre as fibre reinforcement in controlling the physical and mechanical properties of concrete paver blocks. *Construction and Building Materials, Volume 191*, 554–563. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818324450>
- Preethi, K. (2023). A preliminary study on production of roof tiles and paver blocks using wood and coal ash. *Materials Today: Proceedings, Volume 21*, 1–18. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785323001761>
- Ramírez Canturín, J. (2021). *Evaluación de propiedades mecánicas en adoquines de concreto con ceniza de semillas de aguaje para pavimentos peatonales, parque Magdalena Pucallpa-2021* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82312>
- Renato Bruni. (2004). Chemical composition and biological activities of Ishpingo essential oil, a traditional Ecuadorian spice from *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm. (Lauraceae) flower calices. *Food Chemistry, Volume 85*(Issue 3), 415–421. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814603003698>
- Saavedra Salcedo, J. P. (2022). *Influencia de ceniza de leña de eucalipto y cal en las propiedades físico-mecánicas de adoquín peatonal, Ancash - 2022* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110875>
- Sanja Dimter. (2021). Construction Of Economical Pavement Structures With Wood Ash. *Materials Science and Engineering, Volume 15*, 1–9. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1202/1/012048/pdf>
- Santillana Rengifo, L. R. (2022). *Adoquín del tipo II de concreto simple con aplicación de cenizas de leña para mejorar la resistencia a compresión, Tarapoto* [Tesis de Pregrado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/130902>

- Shady Salem. (2022). Towards sustainable concrete: Cement replacement using Egyptian cornstalk ash. *Case Studies in Construction Materials*, Volume 17, 11–93.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522003254>
- Sheng Eng, A. Y. (2022). Theory-guided experimental design in battery materials research. *Science Advances*, Volume 08(Issue 19), 1–17.
<https://www.science.org/doi/full/10.1126/sciadv.abm2422>
- Steven J. Kamper. (2020). Types of Research Questions: Descriptive, Predictive, or Causal. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Volume 50(Issue 8), 468–469.
<https://www.jospt.org/doi/full/10.2519/jospt.2020.0703>
- Subramaniam Prabagar. (2020). Wood ash as an effective raw material for concrete blocks. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, Volume 04(Issue 02), 228–233.
https://www.researchgate.net/publication/277908167_WOOD_ASH_AS_AN_EFFECTIVE_RAW_MATERIAL_FOR_CONCRETE_BLOCKS
- T. Srividya. (2022). Mechanical and durability properties of alkali-activated binders based paver blocks derived from secondary sources. *Case Studies in Construction Materials*, Volume 17, 1–12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509522006933>
- Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI. (2021). Resolución Rectoral N° 014-2021/UCT-R. *Decretos Supremos N° 044, 045, 046, 051 PCM, Volumen 14*, 1–14.
https://www.uct.edu.pe/images/transp/RES_014-2021_R_APROBAR_CODIGO_ETICA_INVESTIGACION_VERSION_10.pdf
- Valarezo, E. (2021). Variability of the Chemical Composition of the Essential Oil from the Amazonian Ishpingo Species (*Ocotea quixos*). *The Chemistry of Essential Oils*, Volume 26(Issue 13), 1–12. <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/13/3961>
- Xingwei Li. (2020). Research Focus, Frontier and Knowledge Base of Green Technology in China: Metrological Research Based on Mapping Knowledge Domains. *Polish Journal of Environmental Studies*, Volume 29(Issue 5), 3003–3011. <https://www.pjoes.com/Research-Focus-Frontier-and-Knowledge-Base-of-Green-Technology-in-China-Metrological,114500,0,2.html>

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA NTP 400.012 / MTC E 204 / ASTM C 136)							
TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Puca llpa Ucayali 2024"			SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez		
FECHA :	feb-24			PESO INICIAL :	7,197.00 gr.		
ABERTURA DE TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulgadas (in)	Milímetros (mm)						
3"	76.200						Límite Líquido :
2"	50.800						Límite Plástico :
1 1/2"	38.100						Índice Plástico :
1"	25.400						
3/4"	19.050						Peso Específico :
1/2"	12.500						Peso Unit. Compac. :
3/8"	9.500					100 100	
1/4"	6.350						Absorción :
N° 4	4.750					95 100	
N° 8	2.360						OBSERVACIONES:
N° 10	2.000						
N° 16	1.190					45 80	
N° 20	0.840						
N° 30	0.600					25 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300					10 30	Módulo de fineza :
N° 80	0.177						
N° 100	0.150					2 10	
N° 200	0.074					0 5	
< N° 200	FONDO						

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA NTP 400.012 / MTC E 204 / ASTM C 136)

TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Puca llpa Ucayali 2024"				SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez	
FECHA :	feb-24				PESO INICIAL :	7,197.00 gr.	
ABERTURA DE TAMIZ		PESO	%	RETENIDO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Pulgadas (in)	Milímetros (mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO			
3"	76.200						Propiedades físicas de la Grava
2"	50.800						TMN :
1 1/2"	38.100						Peso Específico :
1"	25.400						Peso Varillado :
3/4"	19.050						Peso Suelto :
1/2"	12.500						% Absorción :
3/8"	9.500					100 100	% de Humedad :
1/4"	6.350						Absorción :
N° 4	4.750					95 100	Propiedades físicas de la Arena
N° 8	2.360						Peso Específico :
N° 10	2.000						Peso Varillado :
N° 16	1.190					45 80	Peso Suelto :
N° 20	0.840						% de Ag. Fino :
N° 30	0.600					25 60	% Absorción :
N° 40	0.420						% de Humedad :
N° 50	0.300					10 30	Módulo de fineza :
N° 80	0.177						
N° 100	0.150					2 10	Descripción de la muestra
N° 200	0.074					0 5	
< N° 200	FONDO						

CONTROL DE HUMEDAD (NORMA NTP 339.604 / ASTM C 140)				
TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa Ucayali 2024"		SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez
FECHA :	Febrero 2024		PESO INICIAL :	
HUMEDAD NATURAL				
Ensayo N°	1	2		
N° TARRO				
PESO TARRO + SUELO HÚMEDO (gr)				
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)				
PESO DE AGUA (gr)				
PESO DEL TARRO (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200 (MTC E 202 / ASTM C 117 / AASHTO T 11)			
TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa Ucayali 2024"	SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez
FECHA :	Febrero 2024	PESO INICIAL :	
MUESTRA:			
A	Peso de la Muestra Seca		
B	Peso de la Muestra Seca Después del Lavado		
C	% de Material Fino que pasa el Tamiz N° 200		

OBSERVACIONES:

PESO UNITARIO SUELTO SECO Y COMPACTADO (NORMA NTP 400.017 / ASTM C-29 / MTC E 203)				
TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa Ucayali 2024"		SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez
FECHA :	Febrero 2024		PESO INICIAL :	
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Agregado Global)				
ENSAYO	1	2	3	PROMEDIO
PESO MUESTRA + MOLDE				
PESO MOLDE				
PESO NETO MUESTRA				
VOLUMEN DEL MOLDE				
PESO UNITARIO				
PESO UNITARIO COMPACTADO (Agregado Global)				
ENSAYO	1	2	3	PROMEDIO
PESO MUESTRA + MOLDE				
PESO MOLDE				
PESO NETO MUESTRA				
VOLUMEN DEL MOLDE				
PESO UNITARIO				

PESO UNITARIO SUELTO SECO Y COMPACTADO
(NORMA NTP 400.017 / ASTM C-29 / MTC E 203)

TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa Ucayali 2024"	SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez
FECHA :	Febrero 2024	PESO INICIAL :	

AGREGADO FINO (PESO UNITARIO SUELTO)

DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN			PROMEDIO
	1	2	3	
Peso del recipiente + muestra (gr.)				
Peso del recipiente (gr.)				
Peso de la muestra (gr.)				
Volumen (cm³)				
Peso unitario compactado húmedo				

AGREGADO FINO (PESO UNITARIO COMPACTADO)

DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN			PROMEDIO
	1	2	3	
Peso del recipiente + muestra (gr.)				
Peso del recipiente (gr.)				
Peso de la muestra (gr.)				
Volumen (cm³)				
Peso unitario compactado húmedo				

OBSERVACIONES:

PESO UNITARIO SUELTO SECO Y COMPACTADO
(NORMA NTP 400.017 / ASTM C-29 / MTC E 203)

TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa Ucayali 2024"	SOLICITA :	Dick Rolling Castillo Vasquez
FECHA :	Febrero 2024	PESO INICIAL :	

AGREGADO GRUESO (PESO UNITARIO SUELTO)

DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN			PROMEDIO
	1	2	3	
Peso del recipiente + muestra (gr.)				
Peso del recipiente (gr.)				
Peso de la muestra (gr.)				
Volumen (cm ³)				
Peso unitario compactado húmedo				

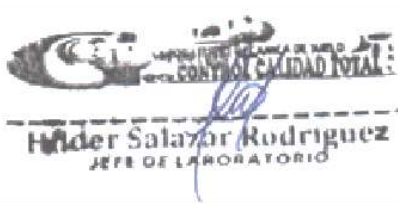
AGREGADO GRUESO (PESO UNITARIO COMPACTADO)

DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN			PROMEDIO
	1	2	3	
Peso del recipiente + muestra (gr.)				
Peso del recipiente (gr.)				
Peso de la muestra (gr.)				
Volumen (cm ³)				
Peso unitario compactado húmedo				

OBSERVACIONES:

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA F'C = 210 KG/CM² (NORMA NTP 400.012 / MTC E 204 / ASTM C 136)											
TESIS :	"Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa Ucayali 2024"					SOLICITA :		Dick Rolling Castillo Vasquez			
FECHA :	Febrero 2024					PESO INICIAL :					
ID	ESTRUCTURA	EDAD (DÍAS)	FECHA		LECTURA REAL (kgf)	LECTURA CORREGIDA (kgf)	ÁREA (cm²)	TESTIGO (kg/cm²)	DISEÑO (kg/cm²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	PROMEDIO 3 VALORES %
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											

Anexo 2: Ficha técnica

Nombre original del instrumento:	Análisis granulométrico por tamizado - Control de Humedad - Cantidad de material que pasa por el Tamiz N° 200 - Peso Unitario Suelto y Compactado - Resistencia a compresión $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	
Autor y año:	BACH. DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ - 2024	
Objetivo del Instrumento	Determinar las propiedades físico mecánicas de los agregados fino y grueso. Determinar la resistencia a compresión del adoquín añadiendo cenizas de Ishpingo al 0%, 5%, 10% y 15%.	
Usuarios	Muestra de agregado fino, agregado grueso, 36 adoquines de concreto con cenizas de Ishpingo.	
Forma de Administración o Modo de aplicación:	Aplicación de los instrumentos de recolección de datos en el Laboratorio Geo Control Calidad Total - Pucallpa, Ucayali 2024.	
Validez:	Ing. Hidder Salazar Rodriguez	ING. Cesar Ampodia Campos
		
Confiabilidad:	El instrumento presentó un nivel de confiabilidad del 95%.	

Anexo 3: Operacionalización de variables

Tabla 31

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Escala de Medición
Variable Dependiente Adoquín de concreto	Sarada (2018) , menciona que las características físicas se relacionan con su resistencia, durabilidad, deformabilidad que determinan su comportamiento bajo diversas condiciones. Las características mecánicas son resistencia a la compresión, resistencia a flexión, resistencia al desgaste, resistencia al impacto, resistencia a la tracción y absorción de agua.	Se determinarán las propiedades físicas de los agregados a utilizar en la elaboración de adoquines, y se determinará la resistencia a compresión y módulo de rotura del adoquín con cenizas de Ishpingo.	Propiedades físicas	Densidad	1	NTP 339.604	Razón
				Contenido de humedad	2	ASTM C140	Razón
				Absorción	3	NTP 339.604	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a compresión	4	Máquina de compresión	Razón
				Módulo de ruptura	5	Máquina de rotura	Razón
Variable independiente Cenizas de Ishpingo	Según Bruni (2004) , también conocido como Ocotea quixos, es un árbol nativo de la región amazónica, especialmente común en Perú. Pertenecce a la familia Lauraceae y produce una madera valiosa. Las cenizas provienen de la quema de madera de árboles Ishpingo.	El comportamiento físico mecánico del adoquín de concreto se determinará mediante la adición de porcentaje de incorporación al 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo con respecto a la dosificación y reemplazo parcial del cemento de diseño.	Dosificación por peso del cemento	0% del peso de cemento	6	Balanza y tamiz	Razón
				5% del peso de cemento	7	Balanza y tamiz	Razón
				10% del peso de cemento	8	Balanza y tamiz	Razón
				15% del peso de cemento	9	Balanza y tamiz	Razón

Nota: La tabla nos resume de forma detallada las variables y cómo se van a medir.

Anexo 4: Carta de presentación

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CARTA N°080 – GCCT S.A.C. – 2024

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

ASUNTO : INFORME TÉCNICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

PROYECTO : "EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024".

FECHA : 16 DE MARZO DEL 2024

Es grato de dirigirme a Ud. Para expresarle mi cordial saludo y a la vez informarles con respecto a los trabajos realizados en obra y en laboratorio.

De acuerdo a los testigos de concretos remitidos al laboratorio, se realizaron 36 ensayos de Resistencia a la Compresión Axial en adoquines de concreto, en concordancia con el Diseño de Mezcla de Concreto F'C 210 kg/cm², aprobados por la ACI de acuerdo a la edad de curado, en:

- ✓ Adoquín natural - F'C 210 kg/cm².
- ✓ Adoquín con 5 % Ceniza de Ishpingo - F'C 210 kg/cm².
- ✓ Adoquín con 10 % Ceniza de Ishpingo - F'C 210 kg/cm².
- ✓ Adoquín con 15 % Ceniza de Ishpingo - F'C 210 kg/cm².

Adjunto el presente documento, los certificados correspondientes y el panel fotográfico de la evaluación realizada, para los fines que Ud. Crea conveniente.

Atentamente

Anexo 5: Resultados de ensayos en laboratorio Geo Control Calidad Total S.A.C

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CARTA N°057 – GCCT S.A.C. – 2024

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

ASUNTO : ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO : "EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024".

FECHA : 15 DE FEBRERO DEL 2024

Es grato dirigirme a Ud. Para expresarle mi cordial saludo y a la vez informarles con respecto a los trabajos realizados en el laboratorio:

Que, habiendo realizado la toma de muestra de diseño de concreto de la obra – Material de acopio, los mismos que fueron remitidos a laboratorio, para realizar los diferentes ensayos, cuya evaluación granulométrica es aceptable por encontrarse dentro de las especificaciones técnicas y así dar uso en el proyecto.

Los ensayos realizados fueron:

- ✓ Peso Unitario del agregado grueso (suelto y compactado).
- ✓ Peso Unitario del agregado fino (suelto y compactado).
- ✓ Peso Unitario del agregado global (suelto y compactado).
- ✓ Granulometría del agregado global.
- ✓ Granulometría del agregado grueso.
- ✓ Granulometría del agregado fino.
- ✓ Material que pasa la malla N°200.
- ✓ Contenido de Humedad
- ✓ Diseño de mezcla.
- ✓ Panel Fotográfico.

Atentamente



Hider Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO

"EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024".



- **ANEXO I**
Diseño de Mezcla de Concreto
- **ANEXO II**
Certificados de Calibración de Equipos
- **ANEXO III**
Panel Fotográfico

ANEXO I
Diseño de Mezcla de Concreto

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(NORMA NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

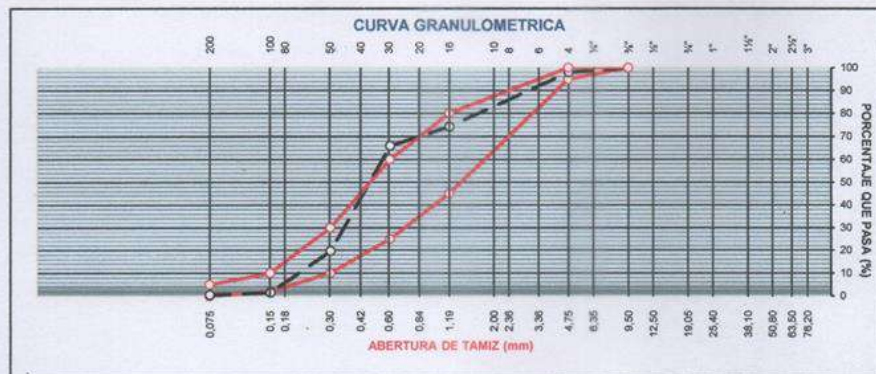
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

TESIS : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
MATERIAL : AGREGADO FINO
CANTERA : ACOPIO
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.
FECHA : FEBRERO 2024

DATOS DE LA MUESTRA

TAMAÑO MÁXIMO : 3/8"
Peso inicial seco : 7,197.0 gr.

ABERTURA DE TAMIZ (Pulg.)	(mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Limite Liquido : NP
2"	50.800						Limite Plastico : NP
1 1/2"	38.100						Indice Plastico : NP
1"	25.400						
3/4"	19.050						Peso Especifico : 2.234
1/2"	12.500						Peso Unit. Comp. : 1667
3/8"	9.500				100.0	100 100	Peso Unit. Suello : 1571
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	1258.0	17.5	17.5	98.0	95 100	Absorcion : 0.761
N° 8	2.360						
N° 10	2.000						OBSERVACIONES :
N° 16	1.190	592.0	8.2	25.7	74.3	45 80	
N° 20	0.840						
N° 30	0.600	592.0	8.2	33.9	66.1	25 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.300	3330.0	46.3	80.2	19.8	10 30	Modulo de Fineza: 2.6
N° 80	0.177						
N° 100	0.150	1314.0	18.3	98.5	1.5	2 10	
N° 200	0.074	74.0	1.0	99.5	0.5	0 5	
< N° 200	FONDO *	37.0	0.5	100.0			



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

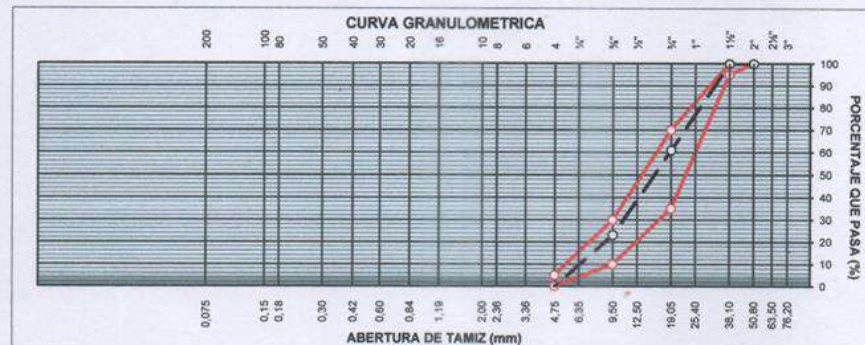
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

TESIS : EFECTOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
CANTERA : ACOPIO
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.
FECHA : FEBRERO 2024

DATOS DE LA MUESTRA

TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2"
Peso inicial seco * : 5,601 g

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.0	100	Limite Liquido
2"	50.800				100.0	100	Limite Plastico
1 1/2"	38.100	0	0.0	0.0	100.0	95	Indice Plastico
1"	25.400	1102	19.7	19.7	80.3		
3/4"	19.050	1080.0	19.3	39.0	61.0	35	Peso Especifico : 2.599
1/2"	12.500						Peso Unit. Comp. : 1.699
3/8"	9.500	2115.0	37.8	76.7	23.3	10	Peso Unit. Suelto : 1.632
Nº 4	4.750	1305.0	23.3	100.0	0.0	0	Absorcion : 0.634
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190						Observaciones
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.300						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075						
< Nº 200	FONDO *	-1.0	0.0	100.0			



Wilder Salfazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO

Ing. César T. Ampudia Campos
Reg. CIP. 61773

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NORMA NTP 400.012 / MTC E204 / ASTM C136)

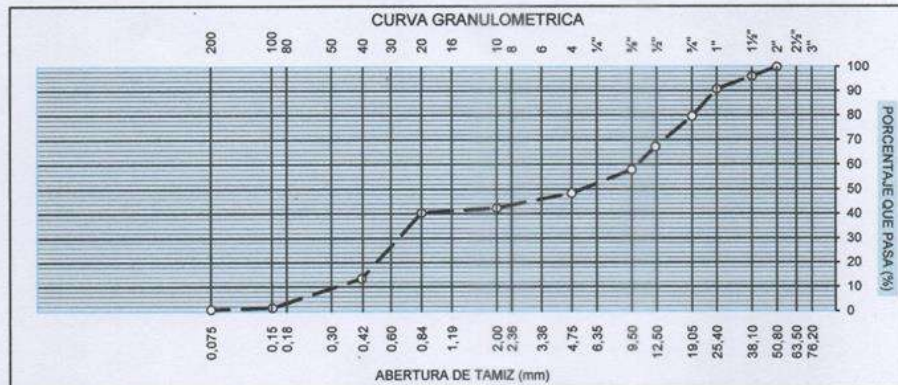
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

TESIS : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
MATERIAL : INTEGRAL
MUESTRA : ACOPIO
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.
FECHA : FEBRERO 2024

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : NATURAL
GRAVA : 51.5
ARENA : 48.5
TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2"
Peso inicial seco : 7,425.0 gr.

ABERTURA DE TAMIZ (Pulg.)	(mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						PROPIEDADES FÍSICAS DE LA GRAVA
2"	50.800				100.0		TAMAÑO MÁXIMO (Pulg.) : 1 1/2"
1 1/2"	38.100	285.0	3.8	3.8	96.2		PESO ESPECÍFICO (g/cm³) : #1 REF
1"	25.400	394.0	5.3	9.1	90.9		PESO VARIADO (g/cm³) : #1 REF
3/4"	19.050	833.0	11.2	20.4	79.6		PESO SUELTO (g/cm³) : #1 REF
1/2"	12.500	920.0	12.4	32.8	67.2		% DE ABSORCIÓN : #1 REF
3/8"	9.500	690.0	9.3	42.0	58.0		CONT. DE HUMEDAD (%) : 4.1
1/4"	6.350						PROPIEDADES FÍSICAS DE LA ARENA
Nº 4	4.750	700.0	9.4	51.5	48.5		PESO ESPECÍFICO (g/cm³) : #1 REF
Nº 8	2.360	385.0	5.2	56.7	43.3		PESO VARIADO (g/cm³) : #1 REF
Nº 10	2.000	68.0	0.9	57.6	42.4		PESO SUELTO (g/cm³) : #1 REF
Nº 16	1.190	85.0	0.9	58.5	41.5		% DE AGREGADO FINO : 48.5
Nº 20	0.840	85.0	1.1	59.6	40.4		% DE ABSORCIÓN : #1 REF
Nº 30	0.600	748.0	10.1	69.7	30.3		CONT. DE HUMEDAD (%) : 4.9
Nº 40	0.420	767.0	10.3	80.0	20.0		MÓDULO DE FINEZA (%) : #1 REF
Nº 50	0.300	490.0	6.6	86.6	13.4		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	880.0	11.9	98.5	1.5		
Nº 200	0.074	55.0	0.7	99.2	0.8		
< Nº 200	FONDO *	80.0	0.8	100.0			





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Jr. Victor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 487
geocontrol.calidadtotal.25@gmail.com

CONTROL DE HUMEDAD

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

MATERIAL : AGREGADO FINO

SOLICITA : ACOPIO

TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.

FECHA : FEBRERO 2024

HUMEDAD NATURAL

Ensayo N°	01	02		
N° TARRO	08	09		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	502.00	523.00		
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	478.00	501.20		
PESO DE AGUA (gr)	24.00	21.80		
PESO DEL TARRO (gr)	22.30	21.30		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	455.70	479.90		PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.27	4.54		4.90


Inder Galaz Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO


Ing. Cesar T. Ampudia Campos
ANALISTA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
R. Víctor Montalvo N° 114 | Telf: (02) 602 467
geocontrolcalidadtotal.25@gmail.com

CONTROL DE HUMEDAD

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

PROYECTO : EFECTOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
SOLICITA : ACOPIO
TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.
FECHA : FEBRERO 2024

HUMEDAD NATURAL

Ensayo N°	01	02		
N° TARRO	12	09		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (gr)	485.00	412.00		
PESO TARRO + SUELO SECO (gr)	469.00	395.00		
PESO DE AGUA (gr)	16.00	17.00		
PESO DEL TARRO (gr)	24.50	26.10		
PESO DEL SUELO SECO (gr)	444.50	368.90		PROMEDIO
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.60	4.61		4.10


Wilder Salazar Rodriguez
Jefe de Laboratorio


Ing. Cesar T. Ampudia Campus
Reg. CIP 81773



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Av. Victor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 467
geocontrol.calidadtotal.25@gmail.com

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N° 200

MTCE 202 - ASTM C 117 - AASHTO T 11

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
CANTERA : ACOPIO
MATERIAL : AGREGADO FINO
ACOPIO : C.F.B. KM 15

TECNICO LAB. : LUIS RIOJA C.
FECHA : FEBRERO 2024

Muestra: Tomada de Acopio

A	Peso de la Muestra Seca	502.3	g.
B	Peso de la Muestra Seca Despues del Lavado	498.0	g.
C	% DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200	0.9	%
	Maximo Especificado en (%)	3.0	%

OBSERVACIONES :


Hider Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO


Ing. Cesar Ampudia Campos
Reg. CIP. 81773



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Jr. Víctor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 467
geocontrolcalidadtotal.25@gmail.com

OBRA : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
MATERIAL : DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
CANTERA : AGREGADO GRUESO
SOLICITA : ACOPIO
TECNICO : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
FECHA : LUIS RIOJA CHAVEZ
FECHA : FEBRERO 2024

PESO UNITARIO SUELTO SECO

Agregado Global

ENSAYO	1	2	3	PROMEDIO
PESO MUESTRA + MOLDE	19450	19420	19410	
PESO MOLDE	10310	10310	10310	
PESO NETO MUESTRA	9140	9110	9100	
VOLUMEN DEL MOLDE	5690	5690	5690	
PESO UNITARIO	1.606	1.601	1.599	1.602

PESO UNITARIO COMPACTADO

Agregado Global

ENSAYO	1	2	3	PROMEDIO
PESO MUESTRA + MOLDE	19880	19710	19840	
PESO MOLDE	10310	10310	10310	
PESO NETO MUESTRA	9570	9400	9530	
VOLUMEN DEL MOLDE	5690	5690	5690	
PESO UNITARIO	1.682	1.652	1.675	1.670


Hilder Salazar Rodriguez
JEFE DEL LABORATORIO


Ing. Cesar T. Ampudia Campos
REG. CIR. 01773



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Av. Víctor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 467
geocontrol.calidadtotal.25@gmail.com

PESO UNITARIO SUELTO

(NORMA NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C29 - C29M)

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
MATERIAL : AGREGADO FINO
CANTERA : ACOPIO
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.
FECHA : FEBRERO 2024

AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	Unidad	IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	g	19206.00	19254.00	19292.00		
Peso del recipiente	g	10310.00	10310.00	10310.00		
Peso de la muestra	g	8896.00	8944.00	8982.00		
Volumen	cm ³	5690.00	5690.00	5690.00		
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1.563	1.572	1.579		1.571

PESO UNITARIO COMPACTADO

(NORMA NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C29 - C29M)

AGREGADO FINO

DESCRIPCIÓN	Unidad	IDENTIFICACION				Promedio
		1	2	3	4	
Peso del recipiente + muestra	g	19910.00	19890.00	19870.00	19505.00	
Peso del recipiente	g	10310.00	10310.00	10310.00	10310.00	
Peso de la muestra	g	9600.00	9580.00	9560.00	9195.00	
Volumen	cm ³	5690.00	5690.00	5690.00	5690.00	
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1.687	1.684	1.680	1.616	1.667

Observaciones:

Hider Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO

Ing. Cesar T. Ampudia Campos
ROR CIP. 61773



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
 Jr. Victor Montalvo N° 114 | Telf: (03) 802 467
 geoccontrolcalidadtotal.35@gmail.com

PESO UNITARIO COMPACTADO
 (NORMA NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C29 - C29M)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, ASFALTO Y CONCRETO

TESIS : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
 : DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : ACOPIO

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.

FECHA : FEBRERO 2024

AGREGADO GRUESO

ID	DESCRIPCIÓN	Unidad	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
A	Peso del recipiente + muestra	g	19986.00	19988.00	19960.00		
B	Peso del recipiente	g	10310.00	10310.00	10310.00		
C	Peso de la muestra	g	9676.00	9678.00	9650.00		
D	Volumen	cm ³	5690.00	5690.00	5690.00		
E	Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1.701	1.701	1.696		1.699

PESO UNITARIO SUELTO
 (NORMA NTP 400.017 / MTC E203 / ASTM C29 - C29M)

AGREGADO GRUESO

ID	DESCRIPCIÓN	Unidad	IDENTIFICACION				Promedio
			1	2	3	4	
A	Peso del recipiente + muestra	g	19621.00	19590.00	19580.00		
B	Peso del recipiente	g	10310.00	10310.00	10310.00		
C	Peso de la muestra	g	9311.00	9280.00	9270.00		
D	Volumen	cm ³	5690.00	5690.00	5690.00		
E	Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1.636	1.631	1.629		1.632

Observaciones:



Hilder Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Cesar T. Ampudia Campos
Reg. CIP. 61773



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Dr. Víctor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 487
gsocontrolcalidadtotal.25@gmail.com

TESIS : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

DISEÑO : Fc-210 Kg/cm²

TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.
FECHA : FEBRERO 2024

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE F'c - 210 Kg/cm²

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

PROCEDENCIA	PESO ESPECÍFICO	PESO UNITARIO		HUMEDAD NATURAL	% ABSORCIÓN	MODULO DE FINEZA
		SUELTO	VARILLADO			
Cemento Tipo I Inka	cc					
Agregado Grueso	2.616	1632	1699	4.1	0.634	
Agregado Fino	2.251	1571	1667	4.9	0.761	2.56

VALORES DE DISEÑO:

SLUMP (ASENTAMIENTO) : 4.0 pulg.
TAMANO MAXIMO DEL AGREGADO : 1 1/2 pulg.
AGUA REQUERIDA EN DISEÑO : 216 Lts/m³
RELACION A/C : 0.53

VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS:

Fraccion Gruesa	: 0.389	EN PESO:	1017
Fraccion Fina	: 0.240		539
Cemento	: 0.131		404
Agua	: 0.216		216
Aire atrapado	: 0.025		
TOTAL	1.000		2176

CORRECCION POR HUMEDAD DEL AGREGADO:

Fraccion Fino Humedo	566	Contribucion del Fino	22.33
Fraccion Grueso Humedo	1058	Contribucion del Grueso	35.240
Humedad Superficial del Ag. Fino	4.14	Contribucion Total	57.57
Humedad Superficial del Ag. Grueso	3.47	Contribucion Real del Agua	158.4

CANTIDAD DE MATERIAL POR M3 DE CONCRETO CORREGIDO:

			DOSIFICACION EN PESO
cemento	Kg/m3	403.83	1.00
Agua	Lts/m3	158.43	0.39
Agregado Fino	Kg/m3	566.00	1.40
Agregado Grueso	Kg/m3	1058.00	2.62
Cemento Portland Tipo I		9.5 Bolsas/m ³	
% DE AGREGADO FINO		35%	
% DE AGREGADO GRUESO		65%	



Victor Salazar Rodriguez
LABORATORIO



Ing. Cesar T. Ampudia Campos
Reg. CIP. 61773



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES
Jr. Victor Montalvo N° 114 | Telf: (01) 602 467
geoccontrolcalidadtotal.25@gmail.com

OBRA : EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES
: DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

DISEÑO : Fc-210 Kg/cm²

TECNICO : RIOJA CHAVEZ L.

FECHA : FEBRERO 2024

PESO DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO:

Cemento	:	42.5 Kg/Bolsa
Agua	:	16.6 Lts/Bolsa
Agregado Fino	:	59.5 Kg/Bolsa
Agregado Grueso	:	111.4 Kg/Bolsa

PESO POR PIE CUBICO DE MATERIAL:

Agregado Fino	:	46.7 Kg/Pie3
Agregado Grueso	:	48.1 Kg/Pie3

DOSIFICACION EN VOLUMEN:

Cemento	:	1.0	Bolsa (42.5 Kilos)	
Agregado Fino	:	1.3	Pie Cubico	
Agregado grueso	:	2.3	Pie Cubico	
Agua	:	16.7	Litros	4.3 Galones

DOSIFICACION EN VOLUMEN (CEMENTO - HORMIGON):

CEMENTO	HORMIGON
1.0	3.6


Wilder Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO


Ing. Cesar T. Ampudia Campus
R.M. CIP. 61713

ANEXO II
Certificados de Calibración de Equipos



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-144-2023

Página: 1 de 3

Expediente : T 105-2023
Fecha de Emisión : 2023-03-04

1. Solicitante : GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.

Dirección : JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : ERICKOM

Modelo : KFS-5000

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 5 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 10 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-02-25

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.
JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-144-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	30,4	30,5
Humedad Relativa	70,5	71,4

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE22-C-1070-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de 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 Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	30,4	30,4

Medición N°	Carga L1= 2 500,0 g			Carga L2= 5 000,0 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	2 500	0,7	-0,2	4 999	0,4	-0,9
2	2 500	0,5	0,0	4 999	0,3	-0,6
3	2 499	0,4	-0,9	4 999	0,4	-0,9
4	2 500	0,9	-0,4	4 999	0,3	-0,8
5	2 499	0,4	-0,9	4 999	0,4	-0,9
6	2 499	0,3	-0,8	4 999	0,3	-0,8
7	2 499	0,4	-0,9	4 999	0,4	-0,9
8	2 500	0,8	-0,3	4 999	0,2	-0,7
9	2 500	0,5	0,0	4 999	0,4	-0,9
10	2 500	0,7	-0,2	4 999	0,3	-0,8
Diferencia Máxima	0,9			0,2		
Error máximo permitido	± 10 g			± 20 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-144-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

		3		4						
		Temp. (°C)		Inical		Final				
				30,4		30,5				
Posición de la Carga	Determinación de E _g					Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)		Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,9	-0,4		1 500,0	1 499	0,4	-0,9	-0,5
2		10	0,6	-0,1			1 498	0,3	-1,8	-1,7
3		10	0,8	-0,3			1 499	0,4	-0,9	-0,6
4		10	0,5	0,0			1 499	0,3	-0,8	-0,8
5		10	0,7	-0,2			1 500	0,9	-0,4	-0,2
(*) valor entre 0 y 10 e						Error máximo permitido : ± 10 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,9	-0,4						
20,0	20	0,6	-0,1	0,3	19	0,3	-0,8	-0,4	10
50,0	50	0,5	0,0	0,4	49	0,4	-0,9	-0,5	10
100,0	100	0,8	-0,3	0,1	99	0,3	-0,8	-0,4	10
500,0	499	0,4	-0,9	-0,5	499	0,4	-0,9	-0,5	10
700,0	699	0,3	-0,8	-0,4	699	0,2	-0,7	-0,3	10
1 000,0	999	0,4	-0,9	-0,5	999	0,4	-0,9	-0,5	10
1 500,0	1 499	0,3	-0,8	-0,4	1 499	0,2	-0,7	-0,3	10
2 000,0	1 999	0,4	-0,9	-0,5	1 999	0,4	-0,9	-0,5	10
4 000,0	3 999	0,2	-0,7	-0,3	3 999	0,3	-0,8	-0,4	10
5 000,0	4 999	0,4	-0,9	-0,5	4 999	0,4	-0,9	-0,5	10

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,76 \times 10^{-4} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,77 \times 10^{-4} g^2 + 7,01 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en peso E_e: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-142-2023

Página: 1 de 3

Expediente : T 105-2023
Fecha de Emisión : 2023-03-04

1. Solicitante : GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.

Dirección : JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : NO INDICA

Modelo : 14191-421F

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 40 kg

División de Escala de Verificación (e) : 5 g

División de Escala Real (d) : 5 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-02-25

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.
JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

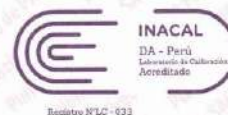
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-142-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Minima	Maxima
Temperatura	30,6	30,7
Humedad Relativa	71,4	71,4

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud M2)	M-005-2023
	Pesas (exactitud M2)	M-001-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 39,985 kg para una carga de 40,000 kg

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

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 Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

		Inicial		Final			
		Temp. (°C)		30,8		30,6	
Medición Nº	Carga L1=	20,0005 kg		Carga L2=		40,0010 kg	
	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	
1	19,995	1,5	-4,5	39,990	3,5	-12,0	
2	19,990	2,5	-10,5	39,990	4,0	-12,5	
3	19,995	1,5	-4,5	39,995	1,5	-5,0	
4	19,995	2,0	-5,0	39,990	2,5	-11,0	
5	19,995	1,5	-4,5	39,990	3,0	-11,5	
6	19,995	2,0	-5,0	39,995	1,5	-5,0	
7	19,990	1,5	-9,5	39,995	1,0	-4,5	
8	19,995	2,0	-5,0	39,990	4,0	-12,5	
9	19,995	1,5	-4,5	39,990	3,5	-12,0	
10	19,990	1,0	-9,0	39,995	1,5	-5,0	
Diferencia Máxima		6,0				8,0	
Error máximo permitido ±		15 g		±		15 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-142-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C) Initial Final
30,6 30,6

Posición de la Carga	Determinación de E _z				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I (kg)	ΔI (g)	E ₀ (g)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,0500	0,050	4,5	-2,0	13,0003	13,005	4,0	3,2	5,2
2		0,050	2,5	0,0		12,990	1,0	-8,8	-8,8
3		0,050	3,5	-1,0		12,995	2,0	-4,8	-3,8
4		0,050	4,0	-1,5		13,005	4,5	2,7	4,2
5		0,050	3,0	-0,5		12,990	1,5	-9,3	-8,8
(*) valor entre 0 y 10 g					Error máximo permitido : ± 15 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Initial Final
30,6 30,7

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	
0,0500	0,050	4,5	-2,0						
0,1000	0,100	2,5	0,0	2,0	0,100	3,5	-1,0	1,0	5
1,0000	1,000	4,0	-1,5	0,5	0,995	1,0	-3,5	-1,5	5
2,5000	2,500	3,5	-1,0	1,0	2,495	2,0	-4,5	-2,5	5
5,0000	5,000	4,0	-1,5	0,5	4,995	1,0	-3,5	-1,5	10
7,0000	7,000	2,5	0,0	2,0	6,995	1,5	-4,0	-2,0	10
10,0003	10,000	3,5	-1,3	0,7	9,995	1,0	-3,8	-1,8	10
15,0003	15,000	4,5	-2,3	-0,3	14,995	1,5	-4,3	-2,3	15
20,0005	19,990	1,5	-9,5	-7,5	19,990	2,0	-10,0	-8,0	15
30,0008	29,990	1,0	-9,3	-7,3	29,995	1,5	-4,8	-2,8	15
40,0010	39,990	3,0	-11,5	-9,5	39,990	3,0	-11,5	-9,5	15

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,79 \times 10^{-4} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,93 \times 10^{-1} g^2 + 1,21 \times 10^{-7} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔI: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_z: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-143-2023

Página: 1 de 3

Expediente : T 105-2023
Fecha de Emisión : 2023-03-04

1. Solicitante : GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.

Dirección : JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : DIAMOND

Modelo : 500

Número de Serie : NO INDICA

Alcance de Indicación : 500 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-02-25

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.
JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA - CORONEL PORTILLO - UCAYALI



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Página: 2 de 3

	Mínima	Máxima
Temperatura	30,4	30,6
Humedad Relativa	70.5	70.5

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
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud E1)	PE22-C-1070-2022

No se realizó ajuste a la balanza antes de 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 Metrología Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO"

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	NO TIENE		

	Initial	Final
--	---------	-------

		Temp. (°C)		30,4		30,4	
Medición Nº	Carga L1=	250,00 g		Carga L2=	500,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01	
2	250,0	0,05	0,00	500,0	0,07	-0,02	
3	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,05	0,00	
4	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,09	-0,04	
5	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01	
6	250,0	0,05	0,00	500,0	0,08	-0,03	
7	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,05	0,00	
8	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,07	-0,02	
9	250,0	0,06	-0,01	500,0	0,09	-0,04	
10	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01	
Diferencia Máxima		0,04				0,04	
Error máximo permitido ±		0,3 g		±		0,3 g	



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S A C



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-143-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)				Temp. (°C)				
	Inicial				Final				
Carga mínima (g)	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _g (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _g (g)
1	1,0	0,09	-0,04		150,0	150,0	0,07	-0,02	0,02
2	1,0	0,05	0,00		149,9	149,9	0,04	-0,09	-0,09
3	1,0	0,07	-0,02		150,0	150,0	0,09	-0,04	-0,02
4	1,0	0,08	-0,03		150,0	150,0	0,06	-0,01	0,02
5	1,0	0,06	-0,01		150,0	150,0	0,08	-0,03	-0,02

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Temp. (°C)				Temp. (°C)				± emp (g)
	30,5				30,6				
	CRECIENTES				DECRECIENTES				
I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)		
1,00	1,0	0,08	-0,03						
2,00	2,0	0,05	0,00	0,03	2,0	0,09	-0,04	-0,01	
10,00	10,0	0,09	-0,04	-0,01	10,0	0,06	-0,01	0,02	
20,00	20,0	0,06	-0,01	0,02	20,0	0,08	-0,03	0,00	
50,00	50,0	0,08	-0,03	0,00	50,0	0,05	0,00	0,03	
70,00	70,0	0,09	-0,04	-0,01	70,0	0,07	-0,02	0,01	
100,00	100,0	0,05	0,00	0,03	100,0	0,09	-0,04	-0,01	
150,00	150,0	0,07	-0,02	0,01	150,0	0,08	-0,03	0,00	
200,00	200,0	0,08	-0,03	0,00	200,0	0,06	-0,01	0,02	
400,00	400,0	0,08	-0,01	0,02	400,0	0,08	-0,03	0,00	
500,00	500,0	0,09	-0,04	-0,01	500,0	0,09	-0,04	-0,01	

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,23 \times 10^{-5} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,03 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 5,78 \times 10^{-6} \times R^2}$$

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

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-05.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-081-2023

Página 1 de 5

Expediente : T 105-2023
Fecha de emisión : 2023-02-28

1. Solicitante : GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.

Dirección : JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA- CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Instrumento de medición : ESTUFA

Marca : THOMAS
Modelo : TH-25R
Número de Serie : TYP15110070327
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

Tipo de Indicador del Ind. : ANALÓGICO
Alcance del Indicador : 0 °C a 250 °C
Resolución del Indicador : 50 °C
Marca del Indicador : NO INDICA
Modelo del Indicador : NO INDICA
Serie del Indicador : NO INDICA

Tipo de indicador del selc. : ANALÓGICO
Alcance del Selector : 0 °C a 250 °C
División de Escala : 50 °C
Clase : NO INDICA

Punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Fecha de calibración : 2023-02-25

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

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

3. Método de calibración

La calibración se realizó según la PC-018 "Procedimiento de calibración para medios isotermicos usando aire como medio conductor".

4. Lugar de calibración

JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA- CORONEL PORTILLO - UCAYALI



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



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-081-2023
Página 2 de 5

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura ambiental (°C)	29,6	29,6
Humedad relativa (%hr)	71,0	71,0

6. Trazabilidad

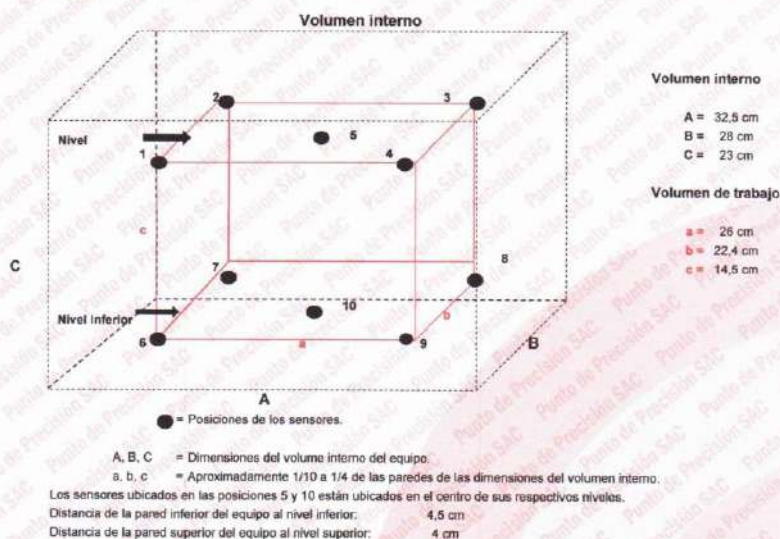
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Patrón utilizado	N° de Certificado	Trazabilidad
TERMÓMETRO DIGITAL	LT - 099 - 2022	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	TD22 - C - 0675 - 2022	INACAL - DM
TERMÓMETRO DIGITAL	TD22 - C - 0676 - 2022	INACAL - DM

7. Observaciones

- La incertidumbre de medición calculada (U), ha sido determinada apartir de la Incertidumbre estándar de medición combinada, multiplicada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.
- Se colocó una etiqueta adherido al instrumento de medición con la indicación "CALIBRADO".
- La carga para la prueba consistió en vacío.
- Se seleccionó el selector del equipo en 110 °C, para obtener una temperatura de trabajo aproximada a 110 °C.

8. Ubicación dentro del volumen interno del equipo



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-081-2023
Página 3 de 5

9. Resultados de la calibración

Temperaturas registradas en el punto de calibración : 110 °C ± 5 °C

Tiempo hh:mm	Indicador del equipo (°C)	Temperaturas convencionalmente verdaderas expresadas en °C										T. prom. °C	ΔT. °C
		Posición 1	Posición 2	Posición 3	Posición 4	Posición 5	Posición 6	Posición 7	Posición 8	Posición 9	Posición 10		
00:00	110	111,9	115,7	116,7	115,2	116,3	117,1	114,7	113,9	114,6	115,5	115,2	5,2
00:02	110	111,7	115,6	116,5	114,8	116,7	117,3	114,6	114,1	114,3	116,1	115,2	5,6
00:04	110	111,8	116,0	117,3	114,6	116,3	117,3	114,1	113,7	114,5	115,5	115,1	5,5
00:06	110	111,6	115,4	116,8	114,5	117,0	117,6	114,3	114,3	114,9	115,6	115,2	6,0
00:08	110	111,9	115,9	116,7	115,2	116,7	117,1	114,1	114,3	114,4	116,1	115,2	5,2
00:10	110	111,8	115,4	116,8	115,2	116,3	117,4	114,2	113,6	114,3	115,6	115,1	5,6
00:12	110	111,6	115,8	117,3	115,1	116,2	117,1	114,0	113,8	115,0	116,1	115,2	5,7
00:14	110	111,1	114,7	115,6	113,5	115,5	116,2	113,2	112,7	113,6	114,5	114,1	5,1
00:16	110	110,7	115,0	116,0	113,7	115,3	116,3	113,2	113,0	114,0	114,7	114,2	5,6
00:18	110	110,8	114,8	115,6	113,6	115,7	116,5	113,3	112,9	114,1	114,6	114,2	5,7
00:20	110	110,4	114,6	115,5	114,1	115,9	116,2	113,2	113,1	113,5	114,7	114,1	5,6
00:22	110	110,8	114,5	115,7	114,3	115,5	116,6	113,0	112,7	113,4	114,5	114,1	5,6
00:24	110	110,8	114,4	115,6	114,2	115,3	116,5	113,3	112,7	113,6	115,0	114,1	5,7
00:26	110	109,7	113,8	115,2	112,9	114,4	115,2	112,1	112,1	113,0	113,7	113,2	5,5
00:28	110	109,5	113,4	114,8	112,6	114,3	115,1	112,0	111,5	112,9	113,6	113,0	5,6
00:30	110	109,6	113,3	115,2	112,5	114,2	115,3	112,4	111,5	113,1	114,2	113,1	5,7
00:32	110	109,4	113,5	115,1	112,9	114,4	115,4	112,3	111,6	113,0	114,3	113,2	6,0
00:34	110	109,5	113,7	114,7	112,6	114,5	115,2	112,5	111,7	112,8	114,1	113,1	5,7
00:36	110	109,7	113,2	114,6	112,8	114,4	115,1	112,3	111,5	112,9	113,9	113,0	5,4
00:38	110	109,5	113,5	114,8	112,5	114,3	115,2	112,4	111,6	113,0	114,0	113,1	5,7
00:40	110	109,3	113,6	114,7	112,9	114,2	115,3	112,0	111,7	112,5	113,9	113,0	6,0
00:42	110	109,1	112,6	113,5	111,7	113,4	114,1	111,4	110,8	111,8	112,5	112,1	5,9
00:44	110	108,7	112,7	113,7	112,2	113,9	114,6	111,3	110,9	111,7	112,6	112,2	5,9
00:46	110	108,7	112,6	113,6	112,0	113,4	114,4	111,5	110,7	111,6	112,8	112,2	5,7
00:48	110	109,1	112,7	114,0	111,8	113,3	114,3	111,3	111,1	111,6	112,8	112,2	5,2
00:50	110	109,1	112,6	113,5	112,2	113,2	114,2	111,8	110,9	111,3	112,5	112,1	5,1
00:52	110	108,7	113,1	113,7	112,0	113,4	114,4	111,3	109,8	110,5	112,0	111,9	5,7
00:54	110	107,6	111,6	112,6	110,7	112,4	113,3	110,4	109,7	111,0	112,2	111,1	5,7
00:56	110	107,6	111,3	112,6	110,8	112,4	113,3	110,8	109,6	110,7	112,3	111,1	5,7
00:58	110	107,7	112,0	113,0	110,6	112,3	113,8	110,3	109,8	110,8	112,1	111,2	6,1
01:00	110	107,3	112,4	112,6	110,5	112,3	113,7	110,7	109,6	110,5	112,0	111,1	6,4

T. Promedio	109,9	113,8	115,0	113,0	114,7	115,5	112,5	111,9	112,9	114,0	Temperatura promedio general (°C)
T. Máximo	111,9	116,0	117,3	115,2	117,0	117,8	114,7	114,3	115,0	116,1	
T. Mínimo	107,3	111,3	112,6	110,5	112,3	113,3	110,3	109,6	110,5	112,0	
DTT	4,6	4,7	4,7	4,7	4,8	4,3	4,4	4,7	4,5	4,1	113,3

Tabla de resumen de resultados

Magnitudes obtenidas	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura registrada durante la calibración	117,8	0,3
Mínima temperatura registrada durante la calibración	107,3	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo (DTT)	4,8	0,1
Desviación de temperatura en el espacio (DTE)	5,6	0,1
Estabilidad (±)	2,40	0,04
Uniformidad	6,4	0,2



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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISI3N S.A.C.

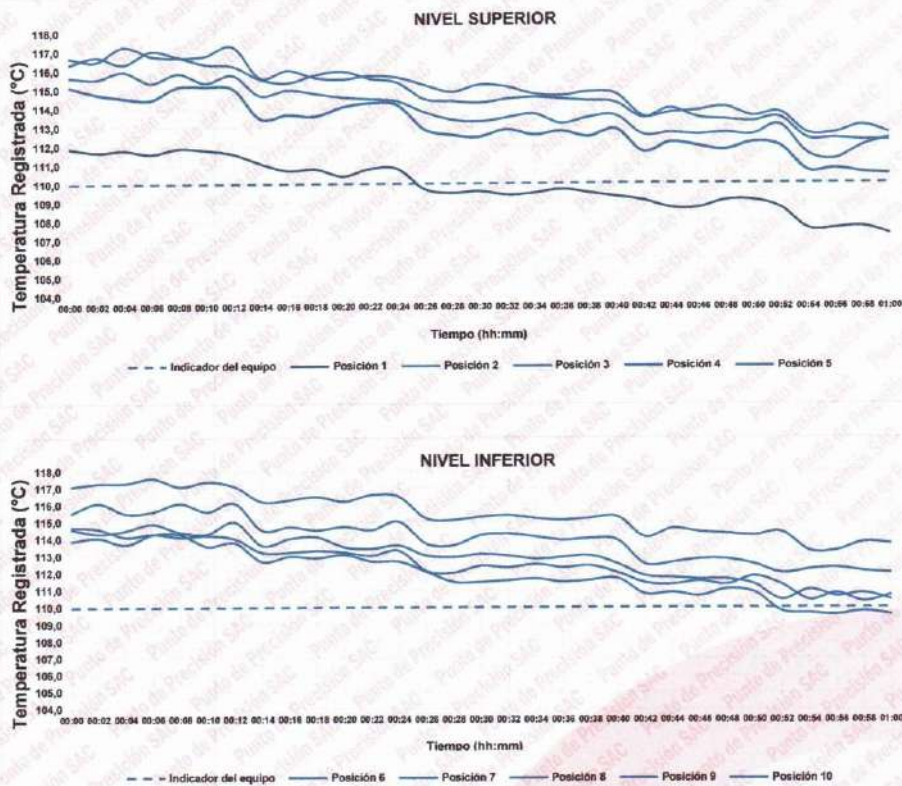
LABORATORIO DE CALIBRACI3N

CERTIFICADO DE CALIBRACI3N N° LT-081-2023

Página 4 de 5

10. Gráfico de resultados durante la calibraci3n del equipo

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



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



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

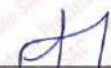
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-081-2023
Página 5 de 5

Nomenclatura

T. prom	: Temperatura promedio de los sensores por cada intervalo.
ΔT	: Diferencia entre máxima y mínima temperaturas en cada intervalo de tiempo.
T. Promedio	: Promedio de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Máximo	: La máxima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
T. Mínimo	: La mínima de las temperaturas convencionalmente verdaderas durante el tiempo total
DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.

FIN DEL DOCUMENTO




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

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1 Grupo 10 Mz M L. 23, distrito de Villa El Salvador, provincia y departamento Lima.

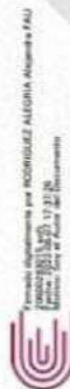
Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-06P-22F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado lineas abajo.

Fecha de Renovación: 19 de mayo de 2022

Fecha de Vencimiento: 18 de mayo de 2026



Cédula N° 0196-2022-INACAL/DA
Atienda N°1 del Contrato N° 006-2019/INACAL/DA
Registro N° 11C-031

ALEJANDRA RODRIGUEZ ALEGRIA
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 06 de junio de 2022



El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y solo es de notificación para que el alcance pueda estar sujeto a modificaciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe constar en la página web www.inacal.gob.pe/portal/credenciales/credenciales, y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

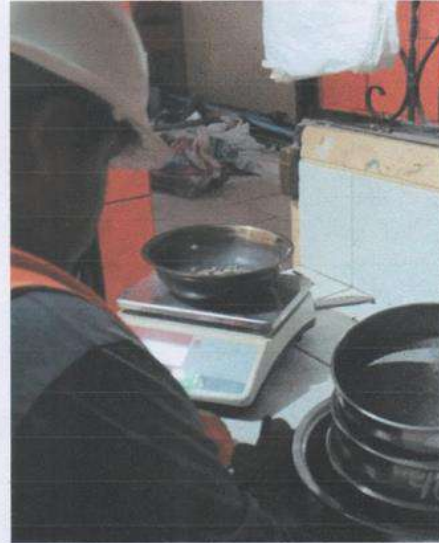
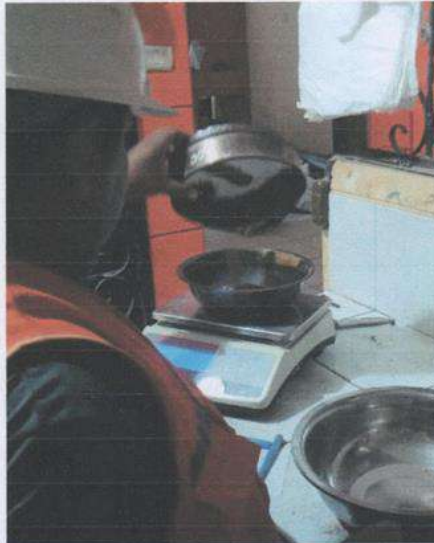
La Dirección de Acreditación del INACAL, se firmara del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Co-operation (IAAC) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-act-01P-03M Ver 03

ANEXO III
Panel Fotográfico

"EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024"

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO **NORMA (MTC E 204)**



Geo CONTROL CALIDAD TOTAL
Indier Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO

Geo CONTROL CALIDAD TOTAL
Ing. Cesar Ampudia Campos
REG. CIP. 91773

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CARTA N°080 – GCCT S.A.C. – 2024

SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ

ASUNTO : INFORME TÉCNICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

PROYECTO : "EFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024".

FECHA : 16 DE MARZO DEL 2024

Es grato de dirigirme a Ud. Para expresarle mi cordial saludo y a la vez informarles con respecto a los trabajos realizados en obra y en laboratorio.

De acuerdo a los testigos de concretos remitidos al laboratorio, se realizaron 36 ensayos de Resistencia a la Compresión Axial en adoquines de concreto, en concordancia con el Diseño de Mezcla de Concreto F'C 210 kg/cm², aprobados por la ACI de acuerdo a la edad de curado, en:

- ✓ Adoquín natural - F'C 210 kg/cm².
- ✓ Adoquín con 5 % Ceniza de Ishpingo - F'C 210 kg/cm².
- ✓ Adoquín con 10 % Ceniza de Ishpingo - F'C 210 kg/cm².
- ✓ Adoquín con 15 % Ceniza de Ishpingo - F'C 210 kg/cm².

Adjunto el presente documento, los certificados correspondientes y el panel fotográfico de la evaluación realizada, para los fines que Ud. Crea conveniente.

Atentamente



Hider Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO

ANEXO

EFFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE
ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024



- **ANEXO I**
Resistencia a la compresión en adoquines de concreto
- **ANEXO II**
Certificados de Calibración de Equipos
- **ANEXO III**
Panel Fotográfico

ANEXO I
**Resistencia a la compresión en adoquines
de concreto**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO : EFECTOS DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024
SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ
EDAD : 07 DÍAS
NORMA : NTP 339.034 / ASTM C39

FECHA : FEBRERO 2024

CUADRO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA F'c 210 kg/cm²

ID	ESTRUCTURA	EDAD (Días)	FECHA		LECTURA REAL (kgf)	LECTURA CORREGIDA (kgf)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA TESTIGO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DISEÑO F'c 210 (kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	PROMEDIO DE VALORES %
			MOLDEO	ROTURA							
1	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	28,580.00	28,579	200.00	143	210	68	69
2	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	29,210.00	29,229	200.00	146	210	70	
3	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	28,680.00	28,699	200.00	143	210	68	
4	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	26,200.00	26,218	200.00	131	210	62	62
5	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	26,870.00	26,888	200.00	129	210	62	
6	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	26,290.00	26,308	200.00	132	210	63	
7	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	24,230.00	24,247	200.00	121	210	58	59
8	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	24,930.00	24,947	200.00	125	210	59	
9	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	25,010.00	25,028	200.00	125	210	60	
10	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	21,190.00	21,206	200.00	106	210	50	53
11	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	22,450.00	22,467	200.00	112	210	53	
12	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	7	17/02/2024	24/02/2024	22,610.00	22,627	200.00	113	210	54	

EQUIPO DE ENSAYO:

Moquitos de ensayo uniaxial; Marca: Técnicas, Modelo: TM 12, Serie: 122, Capacidad: 100 Tn

OBSERVACIONES:

* No se observaron fallas atípicas en las roturas

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Geo Control Calidad Total


Ing. Salazar Rodríguez
JEFE DE LABORATORIO



Ing. Cesar A. Ampudia Campos
APR. CIP. 61173

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES Av. Victor Montalvo N° 114 Telf: (01) 602 867 geocontrolcalidadtotal.25@gmail.com											
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS											
PROYECTO : EFECTOS DEL POCEANTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024 SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ EDAD : 14 DÍAS NORMA : NTP 339.034 / ASTM C39											
FECHA : MARZO 2024											
CUADRO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA F'c 210 kg/cm ²											
ID	ESTRUCTURA	EDAD (Días)	FECHA		LECTURA REAL (kgf)	LECTURA CORREGIDA (kgf)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA TESTIGO (kg/cm ²)	RESISTENCIA DISEÑO F'c 210 (Kg./cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	PROMEDIO DE VALORES %
			MOLDEO	ROTURA							
1	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	37,980.00	38,001	200.00	190	210	90	90
2	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	37,030.00	37,051	200.00	185	210	88	
3	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	36,230.00	36,251	200.00	181	210	86	
4	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	36,240.00	36,261	200.00	181	210	86	85
5	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	35,060.00	35,111	200.00	176	210	84	
6	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	36,330.00	36,351	200.00	182	210	87	
7	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	33,870.00	33,890	200.00	169	210	80	81
8	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	33,760.00	33,780	200.00	169	210	80	
9	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	34,250.00	34,270	200.00	171	210	82	
10	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	32,710.00	32,730	200.00	164	210	78	78
11	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	32,150.00	32,170	200.00	161	210	77	
12	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	14	17/02/2024	02/03/2024	32,680.00	32,900	200.00	164	210	78	

EQUIPO DE ENSAYO:
Máquina de ensayo uniaxial, Marca: Tecnicas, Modelo: TM 12, Serie: 122, Capacidad: 100 Tn
OBSERVACIONES:
* No se observaron fallas atípicas en las roturas
* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Geo Control Calidad Total


Hider Salazar Rodriguez
JEFE DE LABORATORIO


Ing. Cesar Ampudia Campos
Reg. CIP. 61713

 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO ESTUDIOS GEOTÉCNICOS, PROYECTOS Y OBRAS CIVILES Jr. Víctor Ríos Montalvo N° 336 Telf: (03) 802-487 geocontrolcalidadtotal.29@gmail.com											
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS											
PROYECTO : EFECTOS DEL POCEAJE DE CENIZA DE KSHINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024 SOLICITA : DICK ROLLING CASTILLO VASQUEZ EDAD : 28 DÍAS NORMA : NTP 339.034 / ASTM C39											
FECHA : MARZO 2024											
CUADRO ESTADÍSTICO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA F'c 210 kg/cm ²											
ID	ESTRUCTURA	EDAD (Días)	FECHA		LECTURA REAL (kgf)	LECTURA CORREGIDA (kgf)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA TESTIGO (kgf/cm ²)	RESISTENCIA DISEÑO F'c 210 (Kg/cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	PROMEDIO DE 3 VALORES %
			MOLDEO	ROTURA							
1	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	45,900.00	45,624	200.00	230	210	109	106
2	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	44,230.00	44,263	200.00	221	210	106	
3	ADOQUIN DE CONCRETO PATRÓN 0.0 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	43,180.00	43,203	200.00	216	210	103	
4	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	42,150.00	42,173	200.00	211	210	100	101
5	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	43,000.00	43,023	200.00	215	210	102	
6	ADOQUIN DE CONCRETO 5 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	42,580.00	42,603	200.00	213	210	101	
7	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	41,180.00	41,202	200.00	206	210	98	98
8	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	41,500.00	41,522	200.00	209	210	99	
9	ADOQUIN DE CONCRETO 10 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	41,090.00	41,112	200.00	206	210	98	
10	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	40,250.00	40,272	200.00	201	210	96	96
11	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	40,310.00	40,332	200.00	202	210	96	
12	ADOQUIN DE CONCRETO 15 % CI CONCRETO F'c 210 kg/cm ²	28	17/02/2024	16/03/2024	39,870.00	39,892	200.00	199	210	95	

EQUIPO DE ENSAYO:
 Máquina de ensayo uniaxial, Marca: Tecnica, Modelo: TM 12, Serie: 122, Capacidad: 100 Tn
OBSERVACIONES:
 * No se observaron fallas atípicas en las roturas
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Geo Control Calidad Total


Héctor Salazar Rodríguez
 JEFE DE LABORATORIO


Ing. Cesar T. Ampudia Campos
 Reg. CIP. 81773

ANEXO II
Certificados de Calibración de Equipos



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-172-2023

Página : 1 de 2

Expediente : T 105-2023
Fecha de emisión : 2023-02-28

1. Solicitante : GEO CONTROL CALIDAD TOTAL S.A.C.

Dirección : JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA- CORONEL PORTILLO - UCAYALI

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : TAMIEQUIPOS
Modelo de Prensa : TM 12
Serie de Prensa : 122
Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : NO INDICA
Modelo de indicador : NO INDICA
Serie de indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : ZEMIC
Modelo de Transductor : YB15
Serie de Transductor : NO INDICA

Bomba Hidráulica : ELÉCTRICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. VICTOR MONTALVO NRO. 114 URB. CERCADO DE PUCALLPA - CALLERIA- CORONEL PORTILLO - UCAYALI
25 - FEBRERO - 2023

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C:	30,6	30,6
Humedad %	71	71

7. Resultados de la Medición

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

8. Observaciones

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



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-172-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9989	9987	0,11	0,13	9988,0	0,12	0,02
20000	19992	19990	0,04	0,05	19991,0	0,05	0,01
30000	29990	29988	0,03	0,04	29989,0	0,04	0,01
40000	39980	39980	0,05	0,05	39980,0	0,05	0,00
50000	49972	49972	0,06	0,06	49972,0	0,06	0,00
60000	59964	59965	0,06	0,06	59964,5	0,06	0,00
70000	69972	69974	0,04	0,04	69973,0	0,04	0,00

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0004x + 3,9323$

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

GRÁFICO N° 1

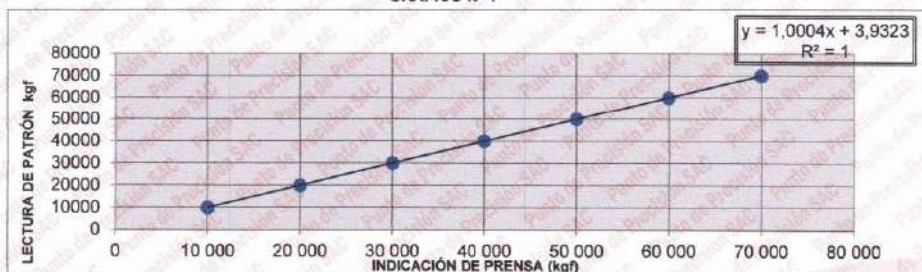
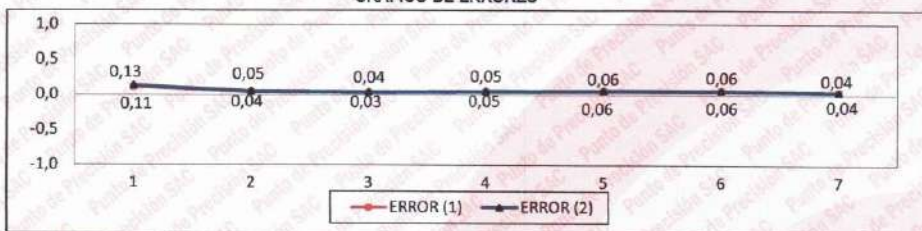


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO III
Panel Fotográfico

EFFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024

ENSAYO DE COMPRESIÓN AXIAL

ASTM C 39 / NTP 339.034



GeoCONTROL CALIDAD TOTAL
Ing. Alder Salazar Rodríguez
LABORATORIO

GeoCONTROL CALIDAD TOTAL
Ing. Cesar Ampudia Campos
Reg. CIP. 61773

EFFECTOS DEL POCENTAJE DE CENIZA DE ISHPINGO EN LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE ADOQUINES DE CONCRETO, PUCALLPA UCAYALI 2024



Geo CONTROL CALIDAD TOTAL
Ing. Wiler Calazar Rodriguez
JEFE DEL LABORATORIO

Geo CONTROL CALIDAD TOTAL
Ing. Cesar Ampudia Campos
Reg. CIP. 81173

Anexo 5: Matriz de Consistencia

Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
Efectos del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico-mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa – Ucayali 2024	Problema General • ¿Cuál es el efecto del porcentaje de ceniza de Ishpingo en las propiedades físico-mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024? Problemas Específicos • ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali? • ¿Cuál es el diseño de mezcla óptimo para la fabricación de un adoquín patrón, Pucallpa, Ucayali? • ¿Cuál es la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali? • ¿Cuál es el incremento de resistencia a la compresión del adoquín con ceniza de Ishpingo, Pucallpa, Ucayali?	Hipótesis General • La ceniza de Ishpingo como aditivo influye en el comportamiento físico mecánico del adoquín, aumentando su resistencia a la compresión en un 15% Hipótesis Específicas • Las propiedades físicas y mecánicas de los agregados cumplen las especificaciones técnicas de la norma E.060 Concreto Armado del RNE. • EL diseño de mezcla cumple con la norma E.060 Concreto Armado del RNE. • La proporción adecuada de partículas de cenizas de Ishpingo es de 2-3 %, para un adoquín de buena calidad. • La ceniza de Ishpingo influye en la resistencia a la compresión del adoquín, incrementándola en un 1-1.5% respecto al adoquín sin aditivo.	Objetivo General • Determinar los efectos del porcentaje de ceniza Ishpingo en las propiedades físico–mecánicas de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024. Objetivos Específicos • Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024. • Determinar el diseño de mezcla óptimo para la fabricación de un adoquín patrón, Pucallpa, Ucayali 2024. • Determinar la proporción adecuada de ceniza de Ishpingo para la fabricación de adoquines de concreto, Pucallpa, Ucayali 2024. • Determinar el incremento de resistencia a la compresión del adoquín con ceniza de Ishpingo como aditivo, Pucallpa, Ucayali 2024.	Variable Independiente Cenizas de Ishpingo Variable dependiente Adoquines de concreto	Dosificación por peso del cemento Propiedades físicas Propiedades mecánicas	Tipo De enfoque cuantitativo aplicado. Diseño Investigación experimental, transversal descriptivo. Población Población de 40 adoquines para 40 mil unidades. Muestra Calculado por fórmula 36 unds. Método de análisis de investigación Se desarrolla el análisis de las 36 probetas en laboratorio, con ensayos a los agregados, diseño de mezcla y rotura de probetas. Se describen en 5 etapas todo el procedimiento.

Anexo 6: Panel fotográfico



Fotografía 1. Recolección de las cenizas de madera del árbol Ishpingo por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 2. Tamizado de las cenizas de madera del árbol Ishpingo por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 3. Ensayo granulométrico de agregados elaborado por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 4. Contenido de humedad y porcentaje de absorción en laboratorio, por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 5. Mezclado de agregado grueso, agregado fino y cenizas en reemplazo al cemento al 0%, 5%, 10% y 15% por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 6. Mezcla de dosificación obtenida según diseño de mezcla para elaboración de adoquines $F' c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 7. Moldeado de adoquines de concreto con cenizas de Ishpingo al 0%, 5%, 10% y 15% por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 8. Curado de las 36 muestras de adoquín con cenizas de Ishpingo, elaborados por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 9. Secado de las 36 muestras de adoquín con cenizas de Ishpingo, elaborados por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 10. Selección de 12 probetas con 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo, a romper a los 7 días, por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 11. Rotura de 12 probetas con 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo, a romper a los 14 días, por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 12. Rotura de 12 probetas con 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo, a romper a los 14 días, por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 13. Rotura de 12 probetas con 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo, a romper a los 14 días, por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.



Fotografía 14. Rotura de 12 probetas con 0%, 5%, 10% y 15% de cenizas de Ishpingo, a romper a los 14 días, por el Bachiller Dick Rolling Castillo Vasquez.

INFORME DE TESIS - CASTILLO VASQUEZ DICK

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	9%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.uct.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
3	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo	1%
	Trabajo del estudiante	
4	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	1%
	Trabajo del estudiante	
5	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	repositorio.unheval.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
7	Submitted to Universidad Privada del Norte	<1%
	Trabajo del estudiante	
8	Submitted to uncedu	<1%
	Trabajo del estudiante	
9	Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral	<1%

10	Submitted to unjbg Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	<1 %
14	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ucsp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.uas.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
22	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to uni Trabajo del estudiante	<1 %
26	renatiga.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to unsaac Trabajo del estudiante	<1 %
28	structurae.net Fuente de Internet	<1 %
29	"Estudios avanzados del uso de Polimetilhidrosiloxano, Polietileno Tereftalato y factores de agitación y temperatura de secado en el desempeño de placas de yeso", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2024 Publicación	<1 %

30	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
31	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
33	Submitted to Universidad de Cantabria Trabajo del estudiante	<1 %
34	ecoportal.net Fuente de Internet	<1 %
35	Submitted to Atlantic International University Trabajo del estudiante	<1 %
36	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
37	1library.co Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
39	upcommons.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
40	A. Sharma, P. Singh, K. Kapoor. "Effect of recycled fine powder as a calcium source on	<1 %

fresh and hardened properties of geopolymer mortar", Materiales de Construcción, 2024

Publicación

-
- | | | |
|-----------|---|----------------|
| 41 | Emad S. Bakhoun, Yasser M. Mater. "Decision Analysis for the Influence of Incorporating Waste Materials on Green Concrete Properties", International Journal of Concrete Structures and Materials, 2022 | <1 % |
| <hr/> | | |

- | | | |
|-----------|--|----------------|
| 42 | Submitted to Universidad Alas Peruanas | <1 % |
| <hr/> | | |

Trabajo del estudiante

-
- | | | |
|-----------|---|----------------|
| 43 | A. Elkamel, M. Ba-Shammakh, P. Douglas, E. Croiset. " An Optimization Approach for Integrating Planning and CO Emission Reduction in the Petroleum Refining Industry ", Industrial & Engineering Chemistry Research, 2008 | <1 % |
| <hr/> | | |

Publicación

-
- | | | |
|-----------|--------------------|----------------|
| 44 | patents.google.com | <1 % |
| <hr/> | | |

Fuente de Internet

-
- | | | |
|-----------|--|----------------|
| 45 | Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador | <1 % |
| <hr/> | | |

Trabajo del estudiante

-
- | | | |
|-----------|----------------------------------|----------------|
| 46 | bibliotecadigital.exactas.uba.ar | <1 % |
| <hr/> | | |

Fuente de Internet

-
- | | | |
|-----------|--------------------|----------------|
| 47 | geaconsultores.com | <1 % |
| <hr/> | | |

Fuente de Internet

48 repositorio.urp.edu.pe
Fuente de Internet

<1 %

49 ri.ues.edu.sv
Fuente de Internet

<1 %

50 www.scidev.net
Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir bibliografía

Activo

Excluir coincidencias < 10 words