



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**"Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ Kg/Cm², con
adición de ceniza de madera de pino, Huaraz 2022"**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chuqui huaccha Montoro, Heiner Jhosep (orcid.org/0000-0001-7321-6089)

Malca Vasquez, Aracely Yajaira (orcid.org/0000-0002-4474-3637)

ASESOR:

Mg. Percy Lethelier, Marin Cubas (orcid.org/0000-0001-5232-2499)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

HUARAZ – PERÚ

2022

Dedicatoria

A mis abuelos, por su amor, comprensión y apoyo incondicional durante todo momento de mi vida y a mis tíos y tías por siempre desear lo mejor para mí y guiarme con sus ejemplos. H.J.C.M

A mi madre, por haber dedicado su vida para apoyarme y poder lograr mis objetivos, así mismo, por haberme educado con valores y buenos hábitos a lo largo de mi vida, a mi papá Luis por haber aportado incondicionalmente su tiempo y haberse esforzado para verme lograr mis objetivos, a mi hermana por haber estado en todo momento brindándome su amor y a mis abuelos por haberme guiado dándome los mejores consejos y deseándome siempre lo mejor en todos los ámbitos de mi vida. A.Y.M.V

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo, por el apoyo y la oportunidad brindada para continuar con nuestra formación hasta cumplir nuestro objetivo profesional.

A Dios, por la dicha de tener vida en la tierra, por su fortaleza espiritual y guía en nuestras vidas.

A nuestro asesor Msc. Marín Cubas, por habernos brindado todo su apoyo y dedicación a lo largo del desarrollo nuestra investigación.

A nuestras familias, por su apoyo y comprensión a lo largo de nuestras vidas.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2 Variable y operacionalización.....	11
3.3 Población, muestra y muestreo.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5 Procedimientos.....	14
3.6 Método de análisis de datos.....	15
3.7 Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	66
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS.....	83

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de la muestra ($F'c=210 \text{ kg/cm}^2$).....	13
Tabla 2. Grupos de la muestra	14
Tabla 3. Contenido de humedad del agregado fino.....	17
Tabla 4. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	18
Tabla 5. Peso unitario del agregado fino	20
Tabla 6. Peso específico del agregado fino	20
Tabla 7. Porcentaje de absorción del agregado fino	21
Tabla 8. Contenido de humedad del agregado grueso	22
Tabla 9. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso	23
Tabla 10. Peso unitario del agregado grueso.....	25
Tabla 11. Peso específico del agregado grueso	25
Tabla 12. Porcentaje de absorción del agregado grueso	26
Tabla 13. Propiedades físicas del cemento Apu tipo I.....	27
Tabla 14. Composición química del cemento portland tipo I.....	28
Tabla 15. Propiedades físicas – químicas del agua potable de la planta de bellavista, Huaraz – EPS CHAVIN S.A.	29
Tabla 16. Propiedades físicas – mecánicas de la madera de pino radiata.....	30
Tabla 17. Resumen de proporciones en peso.....	34
Tabla 18. Volumen del molde de la probeta cilíndrica	35
Tabla 19. Material necesario para realizar una probeta de concreto.....	36
Tabla 20. Total de materiales para cada grupo de probetas (40 probetas).....	37
Tabla 21. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón	39
Tabla 22. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón	40
Tabla 23. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón	41

Tabla 24. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino	42
Tabla 25. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino	43
Tabla 26. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino	44
Tabla 27. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino	45
Tabla 28. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino	46
Tabla 29. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino	47
Tabla 30. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino	48
Tabla 31. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino	49
Tabla 32. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino	50
Tabla 33. Promedios del esfuerzo de compresión de las muestras patrón, patrón + 5% ceniza de madera de pino, patrón + 10% ceniza de madera de pino y patrón + 15% ceniza de madera de pino	51
Tabla 34. Estadígrafos de la resistencia según el agregado de ceniza y el periodo de evaluación	53
Tabla 35. Prueba de distribución normal de los datos.....	56
Tabla 36. Pruebas de homogeneidad de varianzas	57
Tabla 37. Resumen de la prueba de H de Kruskal-Wallis para muestras independientes	57
Tabla 38. Comparaciones de resistencia por parejas a los 7 días	58
Tabla 39. Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	59
Tabla 40. Comparaciones por parejas a los 14 días	60

Tabla 41. Prueba ANOVA de un favor	61
Tabla 42. Comparaciones múltiples de Tukey a los 28 días	61
Tabla 43. Subconjuntos homogéneos de Tukey a los 28 días	62
Tabla 44. Correlación de Spearman entre agregado de ceniza y resistencia	64
Tabla 45. Resumen del modelo de regresión lineal	64
Tabla 46. Análisis de ANOVA.....	65
Tabla 47. Coeficientes del modelo de regresión	65

Índice de gráficos y figuras

Gráfico 1. Curva de granulometría del agregado fino.....	19
Gráfico 2. Curva de granulometría del agregado grueso	24
Gráfico 3. Comparación de esfuerzos de compresión entre el cemento Apu tipo I y la NTP 334.082 / ASTM C –1557	27
Gráfico 4. Composición química elemental de la muestra de ceniza de madera de pino	31
Gráfico 5. Composición química expresada en óxidos de la muestra de ceniza de madera de pino	31
Gráfico 6. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón	39
Gráfico 7. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón	40
Gráfico 8. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón	41
Gráfico 9. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino.....	42
Gráfico 10. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino.....	43
Gráfico 11. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino.....	44
Gráfico 12. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino.....	45
Gráfico 13. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino.....	46
Gráfico 14. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino.....	47
Gráfico 15. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino.....	48

Gráfico 16. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino	49
Gráfico 17. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino	50
Gráfico 18. Resumen de los esfuerzos de compresión de las muestras patrón, patrón + 5% ceniza de madera de pino, patrón + 10% ceniza de madera de pino y patrón + 15% ceniza de madera de pino	52
Figura 1. Representación gráfica de la prueba de H de Kruskal-Wallis para muestras independientes a los 7 días.....	58
Figura 2. Representación gráfica de la prueba de H de Kruskal-Wallis para muestras independientes a los 14 días.....	60
Figura 3. Diferencia de medias a los 28 días	63

Resumen

El objetivo del proyecto de investigación fue determinar la influencia de la sustitución del cemento para diferentes porcentajes de ceniza de madera de pino en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Y el enfoque fue cuantitativo, de tipo aplicada y el diseño experimental de característica cuasi – experimental. Para ello se midió la resistencia a la compresión a una población de 40 probetas divididas en cuatro grupos (patrón, patrón + 5% de ceniza de madera de pino, patrón + 10% de ceniza de madera de pino y patrón + 15% de ceniza de madera de pino). Y concluimos que la resistencia a la compresión promedio al cabo de los 28 días de curado fue para el concreto patrón 335 kg/cm^2 , seguido del concreto patrón más el 5% de ceniza de madera de pino que fue 304 kg/cm^2 , luego del concreto patrón más el 10% de ceniza de madera de pino que fue 220.25 kg/cm^2 y por último del concreto patrón más el 15% de ceniza de madera de pino que fue 167.50 kg/cm^2 . Siendo la resistencia del concreto patrón más el 5% de ceniza de madera de pino, el que más se aproximó al concreto patrón.

Palabras clave: Ceniza de madera de pino, resistencia a la compresión, concreto patrón.

Abstract

The objective of the research project was to determine the influence of cement substitution for different percentages of pine wood ash on the compressive strength of concrete pattern $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. And the approach was quantitative, applied type and experimental design of quasi-experimental characteristic. For this, the compressive strength was measured to a population of 40 specimens divided into four groups (pattern, pattern + 5% pine wood ash, pattern + 10% pine wood ash and pattern + 15% pine wood ash). And we conclude that the average compressive strength after 28 days of curing was for the concrete pattern 335 kg/cm^2 , followed by the concrete pattern plus 5% of pine wood ash that was 304 kg/cm^2 , then the concrete pattern plus 10% of pine wood ash that was 220.25 kg/cm^2 and finally of the concrete pattern plus 15% of ash of pine wood which was 167.50 kg/cm^2 . Being the strength of the pattern concrete plus 5% pine wood ash, the one that most closely approximated the pattern concrete.

Key words: Pine wood ash, compressive strength, concrete pattern.

I. INTRODUCCIÓN

Desde mucho tiempo atrás el hombre en su afán de llevar una vida cómoda ha venido descubriendo y creando nuevos materiales para la construcción, como el concreto; y se tiene conocimiento que se empezó a utilizar desde la cultura egipcia y romana, siendo hoy en día imprescindible para toda construcción en el mundo, por su resistencia y durabilidad con el pasar del tiempo. Está compuesto por el cemento, agregado y agua; siendo el primer componente el más importante y uno de los más costosos en el mercado (**Timoteo, 2021, p. 1**). Y una de las actividades industriales que desfavorece al medio ambiente, es la producción de cemento, el cual tiene una gran demanda en el mercado de la construcción y por lo tanto se produce en masa (**Luna y Bustillos, 2021, p. 8**). Por la producción de 1000 gramos de cemento se originan 900 gramos de dióxido de carbono (CO₂), catalogado un gas de efecto invernadero que genera el incremento de la temperatura en la tierra (**Ennomative, 2021**). En el 2021, debido a la fabricación del cemento se alcanzó casi 2900 millones de toneladas de dióxido de carbono, lo que equivale más del 7% de las emisiones globales de carbono (**Robbie, 2021**). En el Perú, durante el periodo de octubre 2021 – septiembre 2022 tuvieron tan solo 13.3 millones de toneladas e incremento un 5% en comparación del período octubre 2020 – septiembre 2021 adquirieron 12.7 millones de toneladas (**Asocem, 2022**). Teniendo en cuenta su importancia para elaborar el concreto y el impacto negativo que tiene sobre el medio ambiente, se han venido realizando investigaciones donde han utilizado cenizas como reemplazo de una proporción del cemento en diferentes porcentajes, con el fin de conocer sus resistencias y contribuir con el medio ambiente. La ceniza se origina de la combustión, y se divide en dos tipos: naturales y artificiales, y contienen propiedades químicas similares al cemento, como: sílice, alúmina, cal y óxido de hierro (**Huaquisto y Belizario, 2018, p. 225**). Es por ello que elegimos realizar la investigación en base a la ceniza de madera de pino (ceniza artificial), porque la madera de pino es un recurso renovable atribuido por la naturaleza que no requiere fabricarlo y se planta en grandes volúmenes en el callejón de Huaylas y Conchucos de la región de Ancash, pero desafortunadamente en temporada seca muchos bosques de pino se ven afectados por los incendios forestales, que dejan grandes cúmulos de ceniza. También se revisó antecedentes de estudios pasados en la región, pero no se encontró la utilización de la ceniza de

madera de pino en reemplazo de una proporción del cemento. Por esta razón, surgió la idea de analizar el cambio del esfuerzo de compresión del concreto al reemplazar en distintas proporciones el material cementante por la ceniza de madera de pino. De tal forma que se presentó el siguiente **problema general**: ¿Cuál será la influencia de la sustitución del cemento para diferentes porcentajes de ceniza de madera de pino en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$? Así como también se mencionan los **problemas específicos**: **a)** ¿Cuáles serán las características de las propiedades de los materiales empleados para el concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y la ceniza de madera de pino? **b)** ¿Cuál será el diseño de mezcla para determinar las cantidades requeridas de los materiales para la mezcla de concreto? **c)** ¿Cuáles serán las resistencias de los ensayos a la compresión del concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza de madera de pino en un 5%, 10% y 15%?. A su vez, este trabajo de investigación se justificó **ambientalmente** porque contribuyo con el cuidado de la misma, mediante el uso de la ceniza de madera de pino que queda después de los incendios forestales como sustituto parcial del cemento. También se justificó **económicamente**, porque la ceniza de madera de pino es un recurso que está al alcance de todos y aun costo mucho menor en comparación al cemento. También, se justificó **metodológicamente**, porque el desarrollo de los resultados se basó en las normas técnicas demostrando una validez y confiabilidad. Además, se realizó una alternativa que tiene que ver con la sustitución del material cementante en peso por distintas proporciones de ceniza madera de pino. Por último, se justificó **técnicamente**, porque se brindó nuevos aportes mediante los resultados obtenidos del esfuerzo de compresión por el reemplazo del cemento por la ceniza madera de pino en un 5%, 10% y 15%. De igual forma, se planteó el siguiente **objetivo general**: Determinar la influencia de la sustitución del cemento para diferentes porcentajes de ceniza de madera de pino en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Y como **objetivos específicos** planteamos los siguientes: **a)** Describir las características de las propiedades de los materiales empleados para el concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y la ceniza de madera de pino. **b)** Realizar el diseño de mezcla para determinar las cantidades requeridas de los materiales para la mezcla del concreto. **c)** Determinar las resistencias de los ensayos a la compresión del concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza

de madera de pino en un 5%, 10% y 15%. Así mismo, la **hipótesis general** fue: La sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Como **Antecedentes Internacionales** se tuvo la investigación de **Valencia y Quintana (2016)** en su tesis “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%” de la Universidad Católica de Colombia (Bogotá) y su investigación se basó en una comparación para indagar con qué porcentaje se obtiene la resistencia óptima. Su muestra se realizó en tres briquetas para cada ensayo mediante una resistencia de 210 kg/cm² a los 14, 21 y 28 días de haber realizado el curado. Y en su resultado hubo un incremento de resistencia para una proporción de 14% agregando fibra de acero. Después se tiene a, **Berenguer, Nogueira, Marden, Barreto, Helene y Melo (2018)** en la ciudad de México, en su artículo “La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión de los morteros” de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, mencionaron lo importante al utilizar cenizas, en su caso, la ceniza obtenido por caña de azúcar proveniente de una de sus industrias y pizzerías que utilizaron como reemplazo parcial del material cementante. Según los estudios del método (fluorescencia de rayos “x”), la composición química procedente de la ceniza industrial y pizzería es 84,86% y 63,61% de sílice, respectivamente. El diseño de mezcla que emplearon fue de resistencia 40 MPa constituido por la muestra patrón, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% tanto de industrial y pizzerías, evaluadas a los 28, 63 y 91 días su resistencia a la compresión. Uno de los resultados para su concreto patrón fue 43.83 MPa, siendo el predominante que correspondió a la sustitución de 15% de su ceniza proveniente de la caña de azúcar, tuvieron también 43.20 MPa y 44.13 MPa como resultados. Seguidamente, **Chulim, Yeladaqui y Trejo (2019)** en la ciudad México, en su artículo “Propiedades físico-mecánicas del concreto con sustitución parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar” del Tecnológico Nacional de México, describieron su objetivo de evaluar la ceniza de bagazo procedente del “San Rafael de Pucté”, la cual fue reemplazada por el material cementante en diferentes porcentajes. La elaboración de su mezcla (210 kg/cm²) se realizó con concreto estándar reemplazando 10% del material cementante por su ceniza proveniente de la caña de azúcar que fue retenido según malla: N°200, N°250 y >N°250, hicieron un total de 20 testigos. En definitiva, mostraron el esfuerzo de compresión a los 28

días de su concreto normal, del cual obtuvieron las siguientes resistencias: 304, 291, 294 y 300 expresados en kg/cm². También, **Ángulo y Viera (2019)** en la ciudad de Córdoba, en su tesis “Evaluación del efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples” de la Universidad de Córdoba, evaluaron el comportamiento del concreto empleando un diseño de 17.23 MPa sustituyendo el material cementante por la ceniza de cascarilla de arroz en distintas proporciones. Donde, realizaron cuatro grupos: control, 10%, 20% y 30% de su ceniza. Su composición química que se realizó mediante el método por fluorescencia de rayos “x” que contenían 89,20% de sílice. Así mismo, obtuvieron las siguientes resistencias: 18.34 MPa, 10.64 MPa, 7.75 MPa y 4.68 MPa. Además, **Rodríguez y Tibabuzo (2019)** en la ciudad de Villavicencio, en su tesis “Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico” de la Universidad Santo Tomás, emplearon el diseño experimental basándose en la observación, análisis e interpretación del comportamiento de concreto; con una resistencia de 3000 psi constituida en 0% (patrón), 3, 5, 10 y 15% de su ceniza obtenido por cascarilla de arroz. Sus muestras se ejecutaron en tres probetas cilíndricas (4” diámetro y 8” altura) para cada ensayo a las edades de 7, 14 y 28 días teniendo un total de 45 probetas correspondientes. Así mismo, obtuvieron como resultado para el 10% de su ceniza una resistencia máxima durante los 28 días, obteniendo 3286 Psi en comparación a su concreto patrón que fue 3074 Psi. También, **Erazo, Lara y Prado (2019)** en la ciudad de Neiva, en su artículo “Evaluación de las propiedades fisicomecánicas de cubos de mortero utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento” de la Universidad Surcolombiana, indicaron su problemática de las elevadas emisiones de gases debido a la fabricación del cemento y surgió la importancia de aprovechar sus residuos agroindustriales. Su muestra planteada, compuesta por patrón natural, 10%, 15%, 20% y 25% de su ceniza; la cual sustituyó cierto porcentaje del material cementante con su diseño de 21 MPa a 7, 14 y 25 días de curado elaborado con un total de 45 probetas. En efecto, la máxima resistencia alcanzada a los 28 días fue 28.57 MPa, también obtuvieron: 11.38 MPa, 8.16 MPa, 11.37 MPa y 4.42 MPa. Por último, **Coque y Lechón (2021)** en la ciudad de Quito, en su tesis “Diseño de hormigón de alto desempeño tipo I con y sin adición de cenizas de cascarilla y paja de trigo” de la Universidad Central del Ecuador, enunciaron su metodología experimental basándose en técnicas de observación y

análisis. La muestra, estuvo formada por: patrón, 2.5 y 5% de sus cenizas, con resistencia: 50 – 74.99 MPa a 1, 3, 7 y 28 días de curado, tuvieron un total de 60 probetas. Concluyeron que sus resistencias máximas fueron: 65.6, 71.06, 57.18, 58.89 y 63.78 kg/cm². Seguidamente lo que respecta con los **Antecedentes Nacionales** se tiene la investigación de **Galicia y Velásquez (2016)** en la ciudad de Cusco, en su tesis “Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm²” de la Universidad Andina del Cusco, mencionaron su propósito de analizar su ceniza producto del maíz, que sustituyó en peso sobre el material cementante según los diferentes porcentajes. Su muestra planteada estuvo compuesta por concreto estándar, 2.5%, 5% y 7.5% de su ceniza de maíz; con la cual realizaron los días de curado al cabo de 7, 14 y 28 respectivamente. Los hallazgos que descubrieron, según su esfuerzo máximo fueron: 197.28, 257.86, 267.59 y 290.95 kg/cm². Después se tiene a, **Pastor (2017)** en la ciudad de Trujillo, en su tesis “Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto” de la Universidad César Vallejo, analizaron el esfuerzo de compresión llegando a la resistencia de 210 kg/cm², usando su ceniza teniendo la finalidad de sustituir al cemento en diferentes porcentajes. Su muestra planteada estuvo formada por tres grupos: 0% (patrón) y su ceniza en porcentajes de 20 y 40% correspondiente; analizada a los 7 y 28 días de curado las que dieron una totalidad de 24 probetas. Como resultado, obtuvieron lo siguiente: 212.75, 162.75, 162.5 y 271.3 kg/cm². Más adelante, **Farfán y Pastor (2018)** en la ciudad de Trujillo, en su artículo “Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto” de la Universidad César Vallejo, enunciaron la evaluación de su ceniza (CBCA) para lo cual tuvieron un diseño (210 kg/cm²), sustituyendo el material cementante al 20% y 40%. En su resultado, determinaron una baja resistencia a compresión a los 7 y 28 días en cuanto se iba incrementando la ceniza. En consecuencia, recomendaron el no uso estructural porque sus resistencias obtenidas fueron inferiores en semejanza con el esfuerzo de compresión. Seguidamente, **Chachi (2019)** en la ciudad Tarma, en su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz” de la Universidad Católica Sedes Sapientiae, indicaron en su metodología empleada con un diseño

experimental y no probabilístico. Su muestra, fue elaborada mediante un diseño específico (210 kg/cm^2) conformada por cuatro grupos: 0% (patrón), 5%, 7.5% y 10% de su ceniza; las cuales fueron sometidas a los días de curado (7, 14 y 28). Concluyeron que su resistencia máxima adquirida fue: 216.33, 222.33, 227.66 y 235 kg/cm^2 . Además, **Rodríguez y Montalván (2021)** en su tesis “influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín - Perú 2021” de la Universidad Científica del Perú, indicaron su tipo de investigación basada en el enfoque descriptivo y cuantitativo. Su población y muestra, comprendió cinco grupos elaborado con un diseño 210 kg/cm^2 : 0%, 3%, 5%, 7% y 9% de su ceniza; con lo cual sustituyeron en partes al material cementante y posterior a ello, fue analizada a los 7 y 28 días para su ensayo a compresión, tuvieron un total de 70 probetas. Como resultado, obtuvieron las siguientes resistencias máximas: 242.77, 259.07, 214.25, 194.88 y 176.93 kg/cm^2 . Finalmente, **Amasifuén y Romero (2021)** en su tesis “Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín – 2020” de la Universidad Científica del Perú, enunciaron su investigación del tipo cuantitativa experimental, la cual se debió al reemplazo en partes del material cementante por ceniza derivado del coco y cascarilla de arroz. Su población y muestra la realizaron con un total de 36 probetas la cual se dividió en cuatro conjuntos (patrón, 1%, 6% y 9%) teniendo su resistencia específica de 350 kg/cm^2 y fueron analizadas en un transcurso de 7, 14 y 28 días. Por tanto, determinaron sus resistencias a los 28 días en cuanto a concreto patrón, y sus cenizas en diferentes proporciones; para los cuales obtuvieron los siguientes resultados: 358.3, 325.6, 301.1 y 269.5 kg/cm^2 . Y por último, los **Antecedentes Locales** se tienen la investigación de **Yanac (2021)** en su tesis “Comportamiento de un concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ a la resistencia a compresión, sustituyendo parcialmente ceniza de eucalipto por cemento Huaraz 2021” de la Universidad César Vallejo, indicó que se puede utilizar la ceniza consecuente de la madera de eucalipto como material alternativo, para lo cual empleó un diseño de mezcla (175 kg/cm^2) sustituyendo parcialmente el material cementante en diferentes porcentajes (2%, 3% y 5%). Su investigación se realizó con una orientación cuantitativa y cuasi – experimental para lo cual se emplearon 36 testigos. Su mayor resultado de los promedios de esfuerzo a la compresión luego de 7,14 y 28 días, para su concreto estándar fue 331.3 kg/cm^2 en

comparación a la sustitución de 2%, 3% y 5%, cuyo valor es 271.7, 304.7 y 331.72 kg/cm² correspondientes. De igual forma, **Quito y Trujillo (2021)** en su tesis “Evaluación de la adición de fibras de cabello humano en la resistencia a compresión de concreto $f'c=175$ kg/cm², Huaraz - 2021” de la Universidad César Vallejo, fomentaron el reemplazo parcial del material cementante por fibras de cabello humano y analizaron si produce un crecimiento en el esfuerzo de compresión. También, reemplazaron el cemento por cabello humano en porcentajes de 5%, 10% y 15%, con un diseño de mezcla de 175 kg/cm². Y concluyeron que su porcentaje óptimo de reemplazo parcial fue el de 10%, para lo cual obtuvieron la máxima resistencia durante el periodo de curado a los 28 días (248.63 kg/cm²). Así mismo, **Timoteo (2021)** en su tesis “Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² – 2021” de la Universidad César Vallejo, efectuó su desarrollo del tipo aplicado y su diseño de investigación correlacional. Su población y muestra, estuvo formada por 36 probetas para su muestra patrón y la sustitución del material cementante por el 10%, 15% y 20%. En conclusión, obtuvieron su máxima resistencia luego de las 28 edades, la cual fue 238 kg/cm² y el 10% tuvo la resistencia más cercana al concreto patrón que fue 236 kg/cm². Seguidamente, **Mallqui (2022)** en su tesis “Influencia en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210$ Kg/Cm² al sustituir cemento por ceniza de tallo de tarwi, Huaraz – 2022” de la Universidad César Vallejo, elaboró su proyecto de manera cuantitativa y aplicada. Su población se conformó por 36 muestras que correspondieron al concreto estándar y el reemplazo parcial de material cementante en 4%, 8% y 12%, durante el periodo de curado (7, 14 y 28 días), los siguientes valores de promedios de resistencia: 236.7, 265.7, 243 y 211 kg/cm². Además, **Maguiña (2022)** en su tesis “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto de $F'c = 280$ kg/cm², sustituyendo porcentualmente el cemento por ceniza de cascara de papa, Huaraz, 2022” de la Universidad César Vallejo, empleó su diseño experimental basándose en la observación y obtención de datos para analizar el comportamiento del concreto, tuvo un diseño de mezcla (280 kg/cm²) su muestra estuvo constituida por cuatro grupos: 0%, 2%, 5% y 10% de ceniza de cáscara de papa; analizada en el transcurso de 7, 14 y 28 días, realizaron un total de 60 probetas. Obtuvo como resistencias resultantes las siguientes: 251.2, 255, 274.6 y 259.2 kg/cm². Finalmente, para la base teórica del proyecto de investigación, definimos como

concreto al material compuesto primordialmente por cemento (cumple la función de aglomerante), partículas de agregado, agua y/o aditivos. Son elementos que tienen una reacción hidráulica entre sí, causando una reacción química en conjunto que con el pasar de las horas fragua y da forma al cuerpo en el que se encuentra la mezcla (Segura, Sigüenza, etc., 2022, p. 180). Así mismo, obtuvimos las **propiedades mecánicas del concreto** que son sustanciales para saber el comportamiento del mismo, ya que los elementos estructurales pueden sufrir agrietamiento bajo varias condiciones de carga. Es por ello que se necesitó conocer los valores de estas propiedades, siendo el esfuerzo de compresión la propiedad mecánica más importante. (Moreno, Solís, etc., 2016, p. 35). El **curado**, influye en el desarrollo máximo de la resistencia del concreto, por medio de un correcto proceso de humedecimiento (N.T.P 339.047, 2006 p. 9). El **esfuerzo de compresión** es la capacidad portante del concreto a las cargas perpendiculares que ejercen sobre su eje y se denota (kg/cm^2). Esta propiedad mecánica del concreto se mide mediante ensayos en un laboratorio de mecánica de suelos, donde se ejerce esfuerzos de compresión al eje de la probeta para conocer su resistencia. (Segura, Sigüenza, etc., 2022, p. 181). Además, es la presión que resulta de someter un sólido deformable a una presión considerable que hace que este pierda volumen (Saavedra y Ortega, 2020, p. 14). El **método ACI**, que utilizamos para realizar el diseño es un método simple que nos facilita las proporciones adecuadas de los materiales, en base a tablas que han sido elaboradas por el comité N°211 del ACI (Reyes, 2018, p. 69). Igualmente, es un método donde se utiliza nomogramas y gráficos y posteriormente hacer la prueba de resistencia de concreto (Solier, 2020, p. 14). Al momento de preparar el concreto, tenemos que tener un **diseño de mezcla** específico, que vienen a ser los diferentes materiales en proporciones específicas que conforman la mezcla de concreto y actualmente tenemos varios métodos de diseño. (Abanto, 2019, p. 21). El **cemento** es un polvo conglomerante que tiene la particularidad de endurecerse después de combinarse con el agua (RNE, 2019). Y el cemento **portland tipo I**, se adquiere mezclando el “Clinker” con el yeso. Es de suma importancia en la mayoría de proyectos de construcción civil (UMACON, 2021). El **agregado fino**, son partículas que se obtienen de la separación de piedras, las cuales se sitúan en el rango del tamiz 3/8” y N°200 (Paucarpoma, 2021, p. 25). El **agregado grueso**, son partículas que se obtienen de la disgregación de las rocas, las cuales no atraviesan el tamiz N°4 (Paucarpoma,

2021, p. 35). **Granulometría de los agregados**, es la clasificación de los distintos tamaños del agregado mediante el tamizado (GOMEZ pág. 64). El **agua de mezcla** es un material esencial en la mezcla de concreto porque hace posible la cohesión de los materiales que interceden en la mezcla, así mismo, debe ser potable (Arrieta y Medina, 2019, p. 16). El **horno artesanal de panadería**, son equipos o herramientas vitales para llevar a realizar los procesos de producción del pan y de otros preparativos para obtener su factor de cocción (Brahman, 2021). La **ceniza de madera de pino**, que será la sustitución que se añadió al concreto patrón, es producto de la combustión a una cierta temperatura de la madera de pino seco. Al quemarse se convierte en compuestos minerales (fósforo, magnesio, etc.) que brindan muchos beneficios en la construcción. (Brandan, 2020, p. 15). También, es derivado que resulta de la combustión de trozos de madera o su corteza, procedente de diferentes lugares (Vivas, 2016, p. 8). La **probeta de concreto**, son elementos que se realizan para ensayar y comprobar las propiedades mecánicas del concreto endurecido, son hechas en moldes metálicos o de plástico con medidas estandarizadas (Camac, 2018, p. 30). El **fraguado**, la variación química donde el cemento logra una dureza que se ocasiona al unir con el agua (Camac, 2018, p. 13). El concreto en **estado fresco**, ocurre al tener la pasta preparada en donde persiste en estado plástico hasta que empieza a fraguar el concreto (Ayuque, 2019, p. 27). El concreto en **estado endurecido**, sucede al tener la pasta preparada que va desde el estado plástico hasta el estado de endurecimiento, en donde comienza a adquirir dureza y resistencia (Ayuque, 2019, p. 30).

III.METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según el procedimiento, el enfoque fue cuantitativo, constituye el método experimental cuyo objetivo es obtener conocimientos esenciales y la elección más conveniente al modelo que nos permita comprender la realidad de una forma más imparcial a través de diferentes fuentes. (Alan y Cortez, 2018, p. 69).

El tipo de investigación fue aplicada, también conocido como utilitaria o pragmática, que utiliza el conocimiento obtenido de la investigación teórica para adquirir conocimientos con aplicación inmediata a los problemas. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p. 79).

De esta manera, la investigación se orientó a adquirir nuevos conocimientos con respecto a los beneficios del uso de la ceniza de madera de pino como reemplazo parcial del cemento, donde se comparó los resultados finales, mediante el ensayo de esfuerzo a compresión.

3.1.2. Diseño de Investigación

Tiene la particularidad de usar la variable independiente y el estudio de su efecto con la variable dependiente (Galarza, 2021, p. 1).

El diseño experimental fue de característica cuasi – experimental, porque se trabajó en base a 4 grupos (40 probetas), sin elegir aleatoriamente.

3.2 Variable y operacionalización

V.I: Ceniza de madera de pino

En la investigación, las variables independientes deben ser consideradas cuando se trata de comprobar la relación como mínimo entre dos variables: variables independientes y variables dependientes; por ello deben incluirse en estudios comparativos o analíticos. (Villasís y Miranda, 2016, p. 306)

- **Definición conceptual**

La ceniza de madera de pino, viene hacer un compuesto mineral producto del proceso de combustión de la madera de pino, que cuenta con propiedades químicas que favorecen su uso como sustituto o reemplazo para el concreto. (Do Couto, 2019, p. 265)

- **Definición operacional**

El porcentaje de ceniza de madera de pino que se determinó en relación con el volumen que ocupa el concreto en la probeta.

- **Indicadores**

Se trabajó con el porcentaje de ceniza de madera de pino en relación del 5%, 10% y 15%.

- **Escala de medición**

Tipo Ordinal.

V.D: Resistencia a la compresión del concreto

Es la variable que se ve afectado por la operacionalización de la variable independiente. Conforman las causas que dan comienzo a los resultados de la investigación. (Espinoza, 2018, p. 44)

- **Definición conceptual**

Es la característica primordial del concreto, porque tiene la cabida de resistir cargas de roturas. Así mismo, se manifiesta en esfuerzos como kg/cm^2 y MPa. (Hernández, Gómez, Contreras y Padilla, 2018, p. 1)

- **Definición operacional**

Se midió mediante el ensayo de rotura de probetas.

- **Indicadores**

Se realizo el diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 y luego se determinó la resistencia a la compresión a través de la rotura de las probetas al cabo de los 7, 14 y 28 días.

- **Escala de medición**

Tipo razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Es el grupo de casos establecidos, que constituye el referente para la deliberación de la muestra que se realizara con un conjunto de juicios anticipados (Arias, Villasis, etc., 2016, p. 201).

Y para la investigación, la población fue de un total de 40 probetas de concreto (Patrón, Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino, Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino y Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino).

3.3.2. Muestra

Viene a ser el subconjunto o una parte de algo global o población en el que se realiza la investigación (López, 2016, p. 69).

En este caso, la muestra fue equivalente a la población que estuvo formada por las 40 probetas que fueron analizadas.

Tabla 1. Descripción de la muestra ($F'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

ROTURA	PATRÓN	PATRÓN + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	PATRÓN + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	PATRÓN + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO
	N° PROBETAS DE CONCRETO			
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	4	4	4	4
TOTAL			40	

Fuente: elaboración propia (2022).

3.3.3. Muestreo

Estudia la manera de seleccionar una muestra ampliamente representativa de una población cuya indagación admite inferir los rasgos y cualidades de toda la población. (Pérez, 2019, p. 3).

En este caso no tuvimos un muestreo específico debido a que se utilizó como muestra a toda la población.

3.3.4. Unidad de análisis

Es el objeto de investigación a través del cual se generará datos o información para el análisis de la investigación. (Arias y Covinos, 2021, p.118).

Y de esta manera, se determinó los cuatro grupos que fueron evaluados mediante el ensayo de esfuerzo de compresión.

Tabla 2. Grupos de la muestra

1°	PATRÓN
2°	PATRÓN + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO
3°	PATRÓN + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO
4°	PATRÓN + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO

Fuente: elaboración propia (2022).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En cualquier investigación, la recopilación de datos es primordial para el logro de resultados. Las técnicas e instrumentos brindan una búsqueda más profunda, incluidos los procedimientos y actividades que permiten a los investigadores recopilar y almacenar toda la información (Hernández y Duana, 2020, p. 51).

En la investigación, la técnica fue la observación experimental y los instrumentos fueron las fichas técnicas de laboratorio para el registro de los resultados obtenidos en cada ensayo como establece la NTP y ASTM.

3.5 Procedimientos.

A continuación, se describe los procedimientos que se realizaron para llegar a las conclusiones de la investigación.

1° Paso: se compró madera de pino radiata de un aserradero, luego se realizó el proceso del quemado hasta obtener la ceniza en un horno de barro.

2° Paso: se llevó una muestra de 20 g de ceniza al Laboratorio LABICER, donde realizaron el análisis de composición química mediante el equipo de espectrómetro de fluorescencia de rayos X.

3° Paso: se compró 30 kg de piedra chancada y 20 kg de arena gruesa de la cantera de Tacllan (NTP 400.010) para la cual se realizó los siguientes ensayos al agregado grueso y fino.

- a) Contenido de humedad (ASTM C566 – 19 / NTP 339.185).
- b) Análisis granulométrico por tamizado (ASTM C136 / NTP 400.012).
- c) Peso unitario (ASTM C29 / NTP 400.017).
- d) Peso específico (ASTM C128 / NTP 400.022 / NTP 400.021).
- e) Porcentaje de absorción (ASTM C128 / NTP 400.022 / NTP 400.021).

4° Paso: se realizó el diseño de mezcla con el método ACI 211, para determinar la cantidad de material que se necesitaba para elaborar la mezcla de concreto de las 40 probetas. Y también determinamos la cantidad de ceniza de madera de pino en base a la proporción de cemento que nos dio en el diseño.

5° Paso: se compró 3 bolsas de cemento portland tipo I (APU), 260 kg de arena gruesa, 210 kg de piedra chancada $\frac{3}{4}$ y luego se tamizó la ceniza de madera de pino hasta obtener 8 kg. Después se preparó la mezcla de concreto (ensayo del cono de abrams, NTP 339.035 / ASTM C143) para elaborar las 40 probetas en base a los diseños planteados.

6° Paso: se transcurrió las 24 horas de la preparación de las probetas (NTP 339.183), se retiró de sus moldes y se sumergió en un cilindro con agua para su proceso de curado (7, 14 y 28 días).

7° Paso: se trasladó las 40 probetas de concreto al laboratorio MATHLAB para que realicen el ensayo de rotura de estas, según las fechas de establecidas.

8° Paso: se procesó los datos de los resultados alcanzados en los ensayos de rotura mediante el software Excel y SPSS v.27.

3.6 Método de análisis de datos.

Es el estudio integral de un conjunto de información que tiene como objetivo obtener conclusiones que permitan al investigador tomar decisiones encaminadas a llegar a la solución de un problema (Westreicher, 2020, p. 1).

El registro de los datos que se obtuvo de los ensayos de rotura, se tabulo en Excel y luego en el SPSS 27, en donde se realizó la estadística descriptiva mediante tablas y gráficos e inferencial con los estadísticos de contrastes de hipótesis. Entonces como los datos son cuantitativos y se están evaluado 4 grupos fue pertinente el uso de ANOVA de un factor. Caso contrario se debe usar la prueba H de Kuskal-Wallis. Para contrastar las hipótesis se usó la regla de decisión y demás, fue penitente hacer el análisis de correlación de Spearman, el cual se usa para variables cuantitativas que no cumplan la normalidad de los datos o para variables ordinales.

3.7 Aspectos éticos.

La ética es parte de nuestro trabajo de investigación, que considera las conductas morales. Este nace de la familia, a través de la inclusión de valores y la aplicación de estas en nuestra vida cotidiana, porque nos fomenta realizar buenas prácticas para servir a la sociedad (Flores, 2019, p. 115).

Es por ello, que se cumplió con el reglamento del código de Ética de la UCV, de esta manera, se respetó la propiedad intelectual de los investigadores, porque se realizó el citado de cada uno de ellos para evitar el plagio. No obstante, los resultados obtenidos no fueron alterados ni manipulados, cumpliendo con el valor de probidad. Igualmente, se respetó el valor de la responsabilidad, porque asumimos cualquier acusación de falsificación de información.

IV. RESULTADOS

En relación con los objetivos planteados en la investigación, se indican los resultados conseguidos de cada uno de ellos:

Objetivo específico 1: Describir las características de las propiedades de los materiales empleados para el concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² y la ceniza de madera de pino.

a) Propiedades físicas de los agregados.

Tabla 3. *Contenido de humedad del agregado fino*

CANTERA		TACLLAN	
MUESTRA		MA – 01 (Arena gruesa)	
FRASCO N°		1	2
(1) Pfr + P.S.H. (gr)		1693	1731
(2) Pfr + P.S.S. (gr)		1626	1643
(3) Pagua (gr)	(1) – (2)	67	88
(4) Pfr (gr)		98	105
(5) P.S.S. (gr)	(2) – (4)	1528	1538
(6) C. Humedad (%)	(3) / (5)	4.38	5.72
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		5.05%	

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 3, apreciamos el resultado del contenido de humedad proveniente de la cantera Tacllan (Huaraz), se realizó en dos frascos para adquirir los cálculos mediante los procedimientos, obteniendo el porcentaje de 0.87.

Tabla 4. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO QUE PASAN
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
⅜"	9.525	50.05	3.26	3.26	96.74
N°4	4.760	301.16	19.61	22.87	77.13
N°8	2.360	297.04	19.34	42.20	57.80
N°10	2.000	40.34	2.63	44.83	55.17
N°16	1.100	142.63	9.29	54.12	45.88
N°20	0.840	78.02	5.08	59.20	40.80
N°30	0.590	63.36	4.13	63.32	36.68
N°40	0.425	64.29	4.19	67.51	32.49
N°50	0.297	64.32	4.19	71.69	28.31
N°60	0.260	41.19	2.68	74.38	25.63
N°100	0.149	108.22	7.05	81.42	18.58
N°140	0.106	49.68	3.23	84.65	15.35
N°200	0.074	20.80	1.35	86.01	13.99
> N°200	0.000	1.26	0.08	86.09	-
TOTAL	-	1322.36	86.09	-	-

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

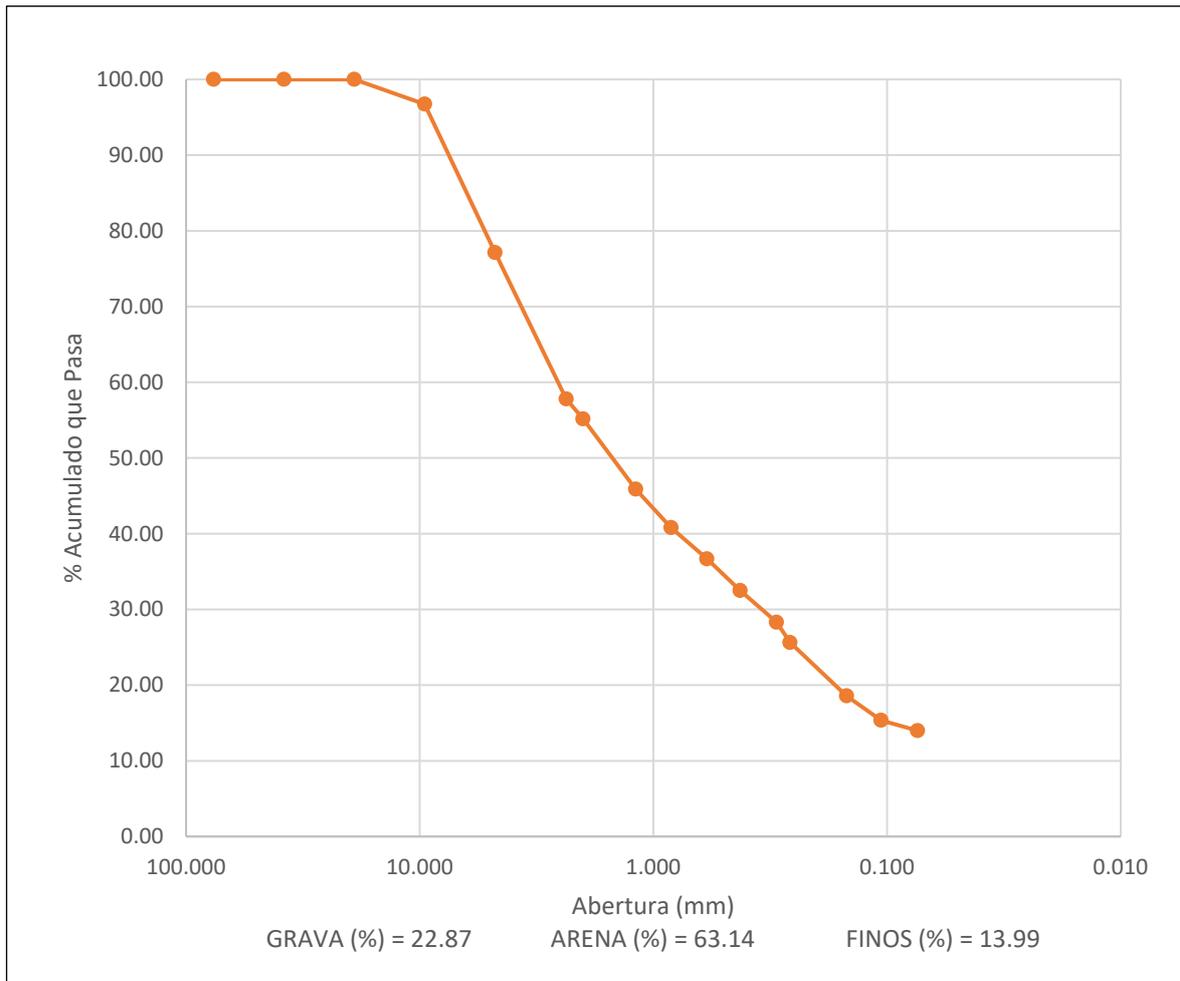


Gráfico 1. Curva de granulometría del agregado fino

Interpretación: en la tabla 4 y gráfico 1, apreciamos la curva granulométrica de los valores que se adquirieron en los pesos y porcentajes de las partículas sobre la arena gruesa, mediante unas series de mallas normalizadas, empezando con la malla de 3" y finalizando en la malla N°200.

Tabla 5. Peso unitario del agregado fino

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	6797	6830	6853	7577	7618	7626
PESO DEL MOLDE	2252	2252	2252	2252	2252	2252
PESO DEL MATERIAL	4545	4578	4601	5325	5366	5374
VOLUMEN DEL MOLDE	2835	2835	2835	2835	2835	2835
PESO UNITARIO	1.603	1.615	1.623	1.878	1.893	1.896
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.614			1.889		

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 5, apreciamos los valores de la arena gruesa mediante los cálculos determinados utilizando tres muestras en paralelo al peso unitario suelto y varillado, luego se promedió el peso unitario de cada uno, adquiriendo 1.614 y 1.889 respectivamente.

Tabla 6. Peso específico del agregado fino

	AF - 1	AF - 2	AF - 3
(A) PESO DEL AGREGADO FINO	491.27	492.06	491.55
(B) PESO DE LA FIOLA + AGUA (gr)	687.10	687.10	687.10
(C) PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO SSS (gr)	500	500.10	500.08
(D) PESO DE LA FIOLA + AGUA + AGREGADO FINO (gr)	991.10	990.51	991.15
(E) PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SOLIDOS (A/(B+C-D))	2.51	2.50	2.50
GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIA (F)		2.51	
(G) PESO ESPECIFICO DEL AGUA A 24°C (Tn/m ³)		1.00	
(H) PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (H=FxG)		2.51	

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 6, apreciamos los valores de la arena gruesa, mediante los cálculos del procedimiento utilizando tres muestras del agregado que luego se obtuvo el promedio de la gravedad y agregado fino que resulta ser 2.51 correspondiente.

Tabla 7. *Porcentaje de absorción del agregado fino*

	AGREGADO FINO
N° DE TARRO	1
PESO DE TARRO + MAT. SSS EN AIRE = (a)	568.57
PESO DEL TARRO + MAT. SECADO EN ESTUFA = (b)	559.84
PESO DEL AGUA (a - b) = (c)	8.73
PESO DEL TARRO = (d)	68.57
PESO DEL MATERIAL SECADO EN ESTUFA (b - d) = (e)	491.27
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = (c) x 100/e	1.78

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 7, apreciamos los valores de los cálculos de la arena gruesa, mediante un seguimiento de procedimientos que respecta al tarro N°1 adquiriendo los pesos, logrando el porcentaje de absorción de 1.78.

Tabla 8. *Contenido de humedad del agregado grueso*

CANTERA		TACLLAN	
MUESTRA		MA – 01 (Piedra chancada de ¾")	
FRASCO N°		1	2
(1) Pfr + P.S.H. (gr)		1910	2180
(2) Pfr + P.S.S. (gr)		1892	2165
(3) Pagua (gr)	(1) – (2)	18	15
(4) Pfr (gr)		107	105
(5) P.S.S. (gr)	(2) – (4)	1785	2060
(6) C. Humedad (%)	(3) / (5)	1.01	0.73
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO		0.87%	

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 8, apreciamos el resultado del contenido de humedad de la piedra chancada ¾" proveniente de la cantera Tacllan (Huaraz), se realizó en dos frascos para adquirir los cálculos mediante los procedimientos, obteniendo el porcentaje de 0.87.

Tabla 9. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO QUE PASAN
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	2482.00	81.01	81.01	18.99
1/2"	12.700	572.00	18.67	99.67	0.33
3/8"	9.525	2.00	0.07	99.74	0.26
N°4	4.760	0.00	0.00	99.74	0.26
N°8	2.380	0.00	0.00	-	-
N°16	1.190	0.00	0.00	-	-
N°30	0.590	0.00	0.00	-	-
N°50	0.297	0.00	0.00	-	-
N°100	0.149	0.00	0.00	-	-
N°200	0.074	0.00	0.00	-	-
> N°200	0.000	0.00	0.00	-	-
TOTAL	-	3056.00	99.74	-	-

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

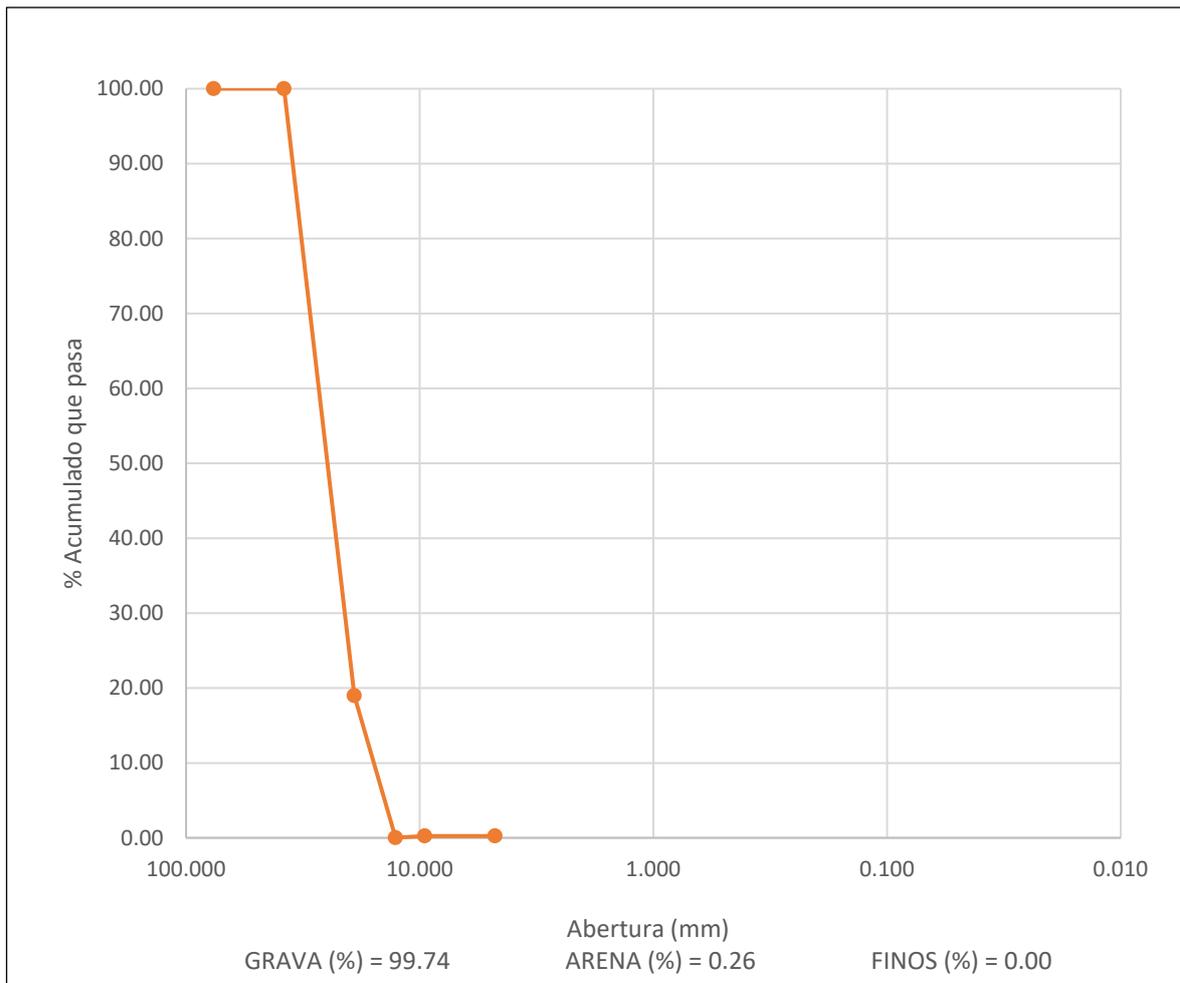


Gráfico 2. Curva de granulometría del agregado grueso

Interpretación: en la tabla 9 y gráfico 2, apreciamos la curva granulométrica de los valores que se adquirieron en los pesos y porcentajes de las partículas sobre la piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", mediante unas series de mallas normalizadas, empezando con la malla de 3" y finalizando en la malla N°200.

Tabla 10. Peso unitario del agregado grueso

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
MUESTRA N°	1	2	3	1	2	3
PESO MATERIAL + MOLDE	16748	16648	16651	18129	18185	18199
PESO DEL MOLDE	4030	4030	4030	4030	4030	4030
PESO DEL MATERIAL	12718	12618	12621	14099	14155	4030
VOLUMEN DEL MOLDE	9390	9390	9390	9390	9390	9390
PESO UNITARIO	1.354	1.344	1.344	1.510	1.507	1.509
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.347			1.506		

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 10, apreciamos los valores de la piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", mediante los cálculos determinados utilizando tres muestras en paralelo al peso unitario suelto y varillado, luego se promedió el peso unitario de cada uno, adquiriendo 1.347 y 1.506 respectivamente.

Tabla 11. peso específico del agregado grueso

	AG - 1	AG - 2	AG - 3
(A) PESO DEL AGREGADO GRUESO (gr)	427.19	321.41	375.50
(B) VOLUMEN INICIAL EN PROBETA (cm ³)	400.00	460.00	480.00
(C) VOLUMEN FINAL EN PROBETA (cm ³)	560.00	582.00	620.00
(D) VOLUMEN DESPLAZADO (cm ³)	160.00	122.00	140.00
(E) PESO ESPECÍFICO (A/D) (gr/cm ³)	2.67	2.63	2.68
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.66		

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 11, apreciamos los valores de la piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", mediante los cálculos del procedimiento tales como: peso del agregado, volumen inicial y final en probeta, volumen desplazado y peso específico elaborado para tres muestras de la piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", teniendo como resultado promedio 2.66.

Tabla 12. Porcentaje de absorción del agregado grueso

	AGREGADO GRUESO
N° DE TARRO	2
PESO DE TARRO + MAT. SSS EN AIRE = (a)	2447
PESO DEL TARRO + MAT. SECADO EN ESTUFA = (b)	2437
PESO DEL AGUA (a - b) = (c)	10
PESO DEL TARRO = (d)	140
PESO DEL MATERIAL SECADO EN ESTUFA (b - d) = (e)	2297
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = (c) x 100/e	0.44

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 12, se aprecian los valores de los cálculos de la piedra chancada $\frac{3}{4}$ ", mediante un seguimiento de procedimientos que respecta al tarro N°2 adquiriendo los pesos, logrando el porcentaje de absorción de 0.44.

b) Propiedades del cemento.

Tabla 13. Propiedades físicas del cemento Apu tipo I

DESCRIPCIÓN	CEMENTO APU TIPO I
CONTENIDO DE AIRE (%)	4
EXPANSIÓN AUTOCLAVE (%)	0.06
FRAGUADO INICIAL (MIN)	128
FRAGUADO FINAL (MIN)	284

Fuente: UNACEM (2022).

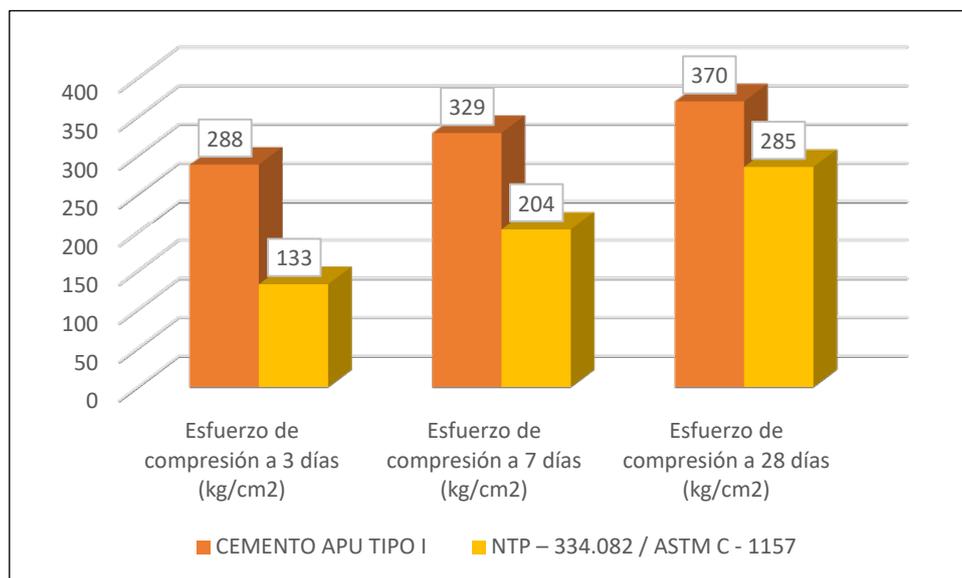


Gráfico 3. Comparación de esfuerzos de compresión entre el cemento Apu tipo I y la NTP 334.082 / ASTM C –1557

Interpretación: en la tabla 13 y el gráfico 3, se aprecian las propiedades físicas del cemento utilizado en la investigación, así como, los esfuerzos de compresión luego de 3, 7 y 28 días de curado para dicho cemento.

Tabla 14. Composición química predominantes del cemento portland tipo I

ÓXIDOS		PORCENTAJE (%)
CALCIO	CaO	61.54
SILICIO	SiO ₂	20.20
ALUMINIO	Al ₂ O ₃	4.52
HIERRO	Fe ₂ O ₃	4.45

COMPUESTOS	FÓRMULA	SÍMBOLO
SILICATO TRICÁLCICO	3CaO.SiO ₂	C ₃ S
SILICATO DICÁLCICO	2CaO.SiO ₂	C ₂ S
ALUMINATO TRICÁLCICO	3CaO.Al ₂ O ₃	C ₃ A
FERROALUMINATO TETRACÁLCICO	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	C ₄ AF

Fuente: Hary Pastor Simón (2018).

Interpretación: en la tabla 14, se aprecian los porcentajes de los elementos predominantes del cemento portland tipo I indicada en óxidos y sus compuestos, que intervienen en la conversión del estado plástico al sólido.

c) Propiedades del agua potable.

Tabla 15. *Propiedades físicas – químicas del agua potable de la planta de bellavista, Huaraz*

Nº	PARÁMETROS	UNIDADES	PLANTA DE BELLAVISTA	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
1	PH	—	7.03	6.5 – 8.5
2	TURBIEDAD	NTU	0.98	5
3	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	uS/cm	54.7	1500
4	SÓLIDOS DISUELTOS TOTAL	Mg/l	35.6	1000
5	COLOR, UCV – Pt/Co	UCV – PT/Co	1	>15
6	CLORUROS, Cl	mg/l	2.77	250
7	SULFATO, SO ₄	mg/l	9.98	250
8	DUREZA TOTAL, CaCO ₃	mg/l	28.16	500
9	CALCIO, CaCO ₃	mg/l	22.88	—
10	ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	18.12	250
11	NITRÁTOS, NO ₃	mg/l	< 0.50	50
12	HIERRO	mg/l	0.02	0.3
13	MANGANESO	mg/l	< 0.50	0.2
14	ALUMINIO	mg/l	0.041	0.2

Fuente: Memoria anual – EPS CHAVIN S.A. (2022).

Interpretación: en la tabla 15, se aprecian los valores de cada parámetro observado en el análisis tales como: físicos y químicos del agua potable de la planta de Bellavista, así mismo, se presentan sus límites máximos permisibles.

d) Propiedades de la madera de pino.

Tabla 16. *Propiedades físicas – mecánicas de la madera de pino radiata*

PROPIEDADES	VERDE				SECO	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	51				12	
DENSIDAD (Kg/m ³)	APARENTE	BÁSICA	APARENTE	BÁSICA	APARENTE	BÁSICA
	679	429	679	429	679	429
DESDE EL ESTADO VERDE A 0% DE CONTENIDO DE HUMEDAD						
CONTRACCIONES (%)	TANGENCIAL		RADIAL		VOLUMÉTRICA	
	7		7		7	
COMPRESIÓN AXIAL (Kg/cm ²)	201				434	

Fuente: Pérez, MANUAL DE CONSTRUCCIONES EN MADERA (1991)

Interpretación: en la tabla 16, se aprecian los de las propiedades en base a su estado verde y seco de la madera del pino radiata.

e) Propiedades de la ceniza de madera de pino.

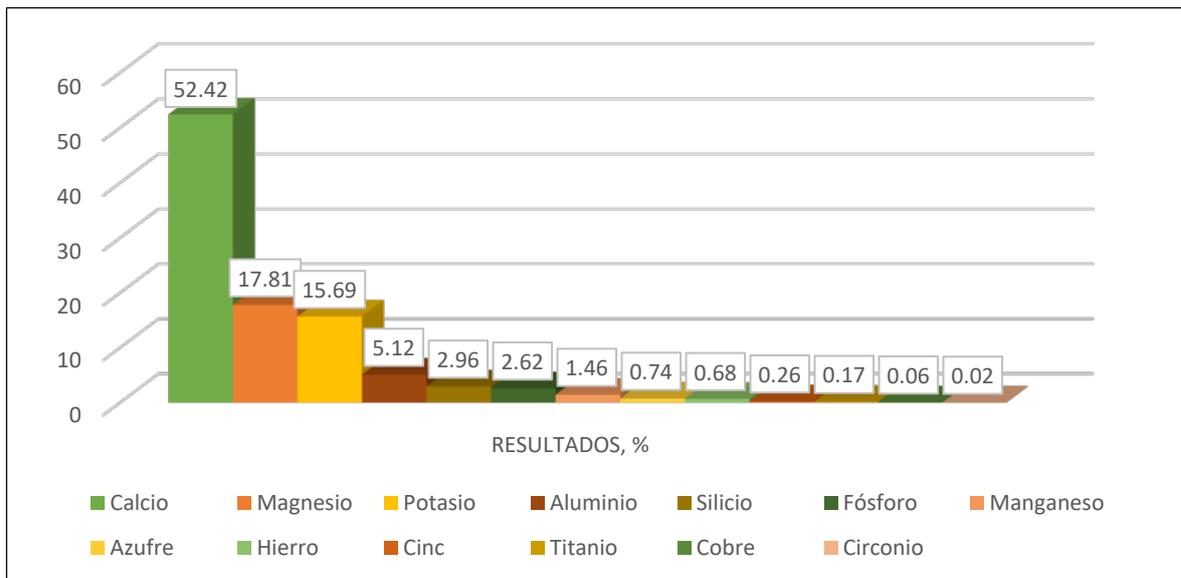


Gráfico 4. Composición química elemental de la muestra de ceniza de madera de pino.

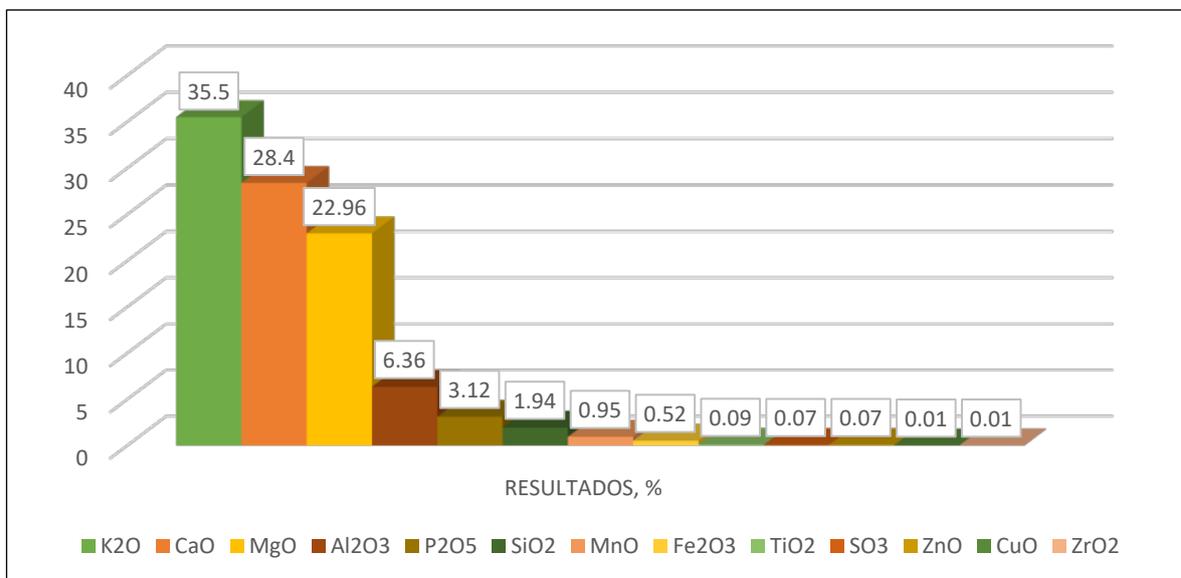


Gráfico 5. Composición química expresada en óxidos de la muestra de ceniza de madera de pino.

Interpretación: en los gráficos 4 y 5, se aprecia mediante porcentaje, la composición química expresada en elementos y en óxidos de la muestra de ceniza de madera de pino que se llevó al laboratorio para ser analizada usando la espectrometría de fluorescencia de rayos "x" de energía dispersiva.

Objetivo específico 2: Realizar el diseño de mezcla para determinar las cantidades requeridas de los materiales para la mezcla del concreto.

a) Diseño de mezcla con el método ACI 211.

Insumos

- Cemento: Portland Tipo I ASTM C-150
Peso Específico = 3120 kg/m³
- Agregados: Traído por los interesados
Tamaño Máximo = 3/4 pulg

Datos del agregado fino: Arena gruesa

- Contenido de humedad = 5.05 %
- Módulo de fineza = 3.39
- Peso seco suelto = 1614 kg/m³
- Peso seco compactado = 1889 kg/m³
- Peso específico = 2.51 tn/m³
- Absorción = 1.78 %

Datos del agregado grueso: Piedra chancada de 3/4"

- Contenido de humedad = 0.87 %
- Peso seco suelto = 1347 kg/m³
- Peso seco compactado = 1506 kg/m³
- Peso específico = 2.66 tn/m³
- Absorción = 1.78 %
- Volumen del agregado grueso = 0.53 m³
- Contenido de agregado grueso = 798.16 kg

Datos del diseño

- Resistencia a la compresión requerida = 210 kg/cm²
- Factor de seguridad = 84 kg/cm²
- $F'_{cr} = F'_c + \text{Factor de Seguridad}$ = 294 kg/cm²
- Asentamiento = 3 a 4 pulg
- Cantidad de aire atrapado = 2.00 %

- Relación a/c = 0.49
- Agua de mezclado = 190 kg/m³
- Contenido de cemento = 391.8 kg/m³

Cálculo de volúmenes

- Volumen absorción de cemento = 0.126 m³
- Volumen absorción del agua = 0.190 m³
- Volumen absorción del aire = 0.020 m³
- Volumen absoluto de la pasta = 0.336 m³

Valores de diseño para agregado seco

- Cemento = 391.8 kg/m³
- Agua de diseño = 190.0 lt/m³
- Peso del concreto = 2345.0 kg/m³
- Contenido de agregado fino = 965.1 kg/m³

Peso húmedo de los agregados – corrección por humedad

- Corrección para agregado grueso = 805.1 kg
- Corrección para agregado fino = 1013.9 kg

Agua efectiva corregida – absorción y humedad

- Agua efectiva en el agregado grueso = 3.5 kg
- Agua efectiva en el agregado fino = 33.2 kg
- Agua efectiva = 153.3 kg

Valores de diseño corregidos

- Cemento = 391.8 kg/m³
- Agua de diseño = 153.3 lt/m³
- Agregado grueso = 805.1 kg
- Agregado fino = 1013.9 kg

Cantidades en volumen

- Cemento	=	391.8 kg = 0.260 m ³
- Agregado grueso	=	0.592 m ³
- Agregado fino	=	0.598 m ³
- Agua de mezclado	=	0.153 m ³

Proporción en volumen

Cemento	:	1
Agregado grueso	:	2.3
Agregado fino	:	2.3

Tabla 17. *Resumen de proporciones en peso*

Cemento	391.8 kg
Agregado Fino	1013.9 kg
Agregado Grueso	805.1 kg
Agua de mezclado	153.3 lts

Fuente: Laboratorio MATHLAB Ingeniería Sismorresistente (2022).

Interpretación: en la tabla 17, apreciamos los pesos para realizar 1m³ de concreto, tales como: material cementante, agregado fino, agregado grueso y agua.

b) Cantidades requeridas de los materiales para las 40 probetas.

Tabla 18. *Volumen del molde de la probeta cilíndrica*

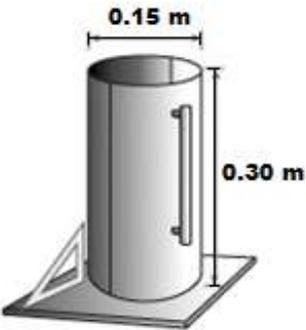


Diagrama de un molde cilíndrico. El diámetro superior está etiquetado como 0.15 m. La altura del cilindro está etiquetada como 0.30 m. El molde tiene un asa lateral y se apoya sobre una base rectangular con un soporte triangular a un lado.

ÁREA ($\pi \times r^2$)	0.018 m ²
ALTURA (h)	0.30 m
VOLUMEN (A x h)	0.0053 m ³

Fuente: elaboración propia (2022).

Interpretación: en la tabla 18, se aprecia los datos del área, altura y volumen de la probeta cilíndrica que se usó en la preparación de las 40 testigos de concreto.

Tabla 19. Material necesario para realizar una probeta de concreto

CEMENTO (Kg)		DESPERDICIO 15 %		TOTAL
1	391.8	100	2.08	
0.0053	X	15	Y	2.39 kg
	X = 2.08		Y = 0.31	
AGREGADO FINO (Kg)		DESPERDICIO 15 %		TOTAL
1	1013.9	100	5.37	
0.0053	X	15	Y	6.18 kg
	X = 5.37		Y = 0.81	
AGREGADO GRUESO (Kg)		DESPERDICIO 15 %		TOTAL
1	805.1	100	4.27	
0.0053	X	15	Y	4.91 kg
	X = 4.27		Y = 0.64	
AGUA DE MEZCLA (Lts)		DESPERDICIO 15 %		TOTAL
1	153.3	100	0.81	
0.0053	X	15	Y	0.93 Lts
	X = 0.81		Y = 0.12	

Fuente: elaboración propia (2022).

Interpretación: en la tabla 19, mostramos el cálculo que realizamos mediante la regla de tres simple, adicionando el 15% de desperdicio para cada material en la elaboración de un testigo de concreto.

Tabla 20. Total de materiales para cada grupo de probetas (40 probetas)

GRUPO 1: PATRÓN		
MATERIALES	1 PROBETA	10 PROBETAS
Cemento (Kg)	2.39	23.9
Agregado Fino (Kg)	6.18	61.8
Agregado Grueso (Kg)	4.91	49.1
Agua de Mezcla (Lts)	0.93	9.3

GRUPO 2: PATRÓN + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO		
MATERIALES	1 PROBETAS	10 PROBETAS
Cemento (Kg)	2.27	22.7
Ceniza de Madera de Pino (Kg)	0.12	1.2
Agregado Fino (Kg)	6.18	61.8
Agregado Grueso (Kg)	4.91	49.1
Agua de Mezcla (Lts)	0.93	9.3

GRUPO 3: PATRÓN + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO		
MATERIALES	1 PROBETAS	10 PROBETAS
Cemento (Kg)	2.15	21.5
Ceniza de Madera de Pino (Kg)	0.24	2.4
Agregado Fino (Kg)	6.18	61.8
Agregado Grueso (Kg)	4.91	49.1
Agua de Mezcla (Lts)	0.93	9.3

GRUPO 4: PATRÓN + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO		
MATERIALES	1 PROBETAS	10 PROBETAS
Cemento (Kg)	2.03	20.3
Ceniza de Madera de Pino (Kg)	0.36	3.6
Agregado Fino (Kg)	6.18	61.8
Agregado Grueso (Kg)	4.91	49.1

Agua de Mezcla (Lts)	0.93	9.3
TOTAL DE MATERIALES		40 PROBETAS
Cemento (Kg)		88.4
Ceniza de Madera de Pino (Kg)		7.2
Agregado Fino (Kg)		247.2
Agregado Grueso (Kg)		196.4
Agua de Mezcla (Lts)		37.2

Fuente: elaboración propia (2022).

Interpretación: en la tabla 20, se aprecia los resultados de las proporciones en peso de los materiales utilizados en cada probeta, así como también la cantidad total de materiales utilizados para las 40 probetas (patrón, patrón + 5% ceniza de madera de pino, patrón + 10% ceniza de madera de pino y patrón + 15% ceniza de madera de pino).

Objetivo específico 3: Determinar las resistencias de los ensayos a la compresión del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza de madera de pino en un 5%, 10% y 15%.

Tabla 21. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón	210	3/10/2022	10/10/2022	7	40,671.00	176.7	230	110
P2: Patrón	210	3/10/2022	10/10/2022	7	39,080.50	176.7	221	105
P3: Patrón	210	3/10/2022	10/10/2022	7	39,094.70	176.7	221	105

Fuente: elaboración propia (2022).

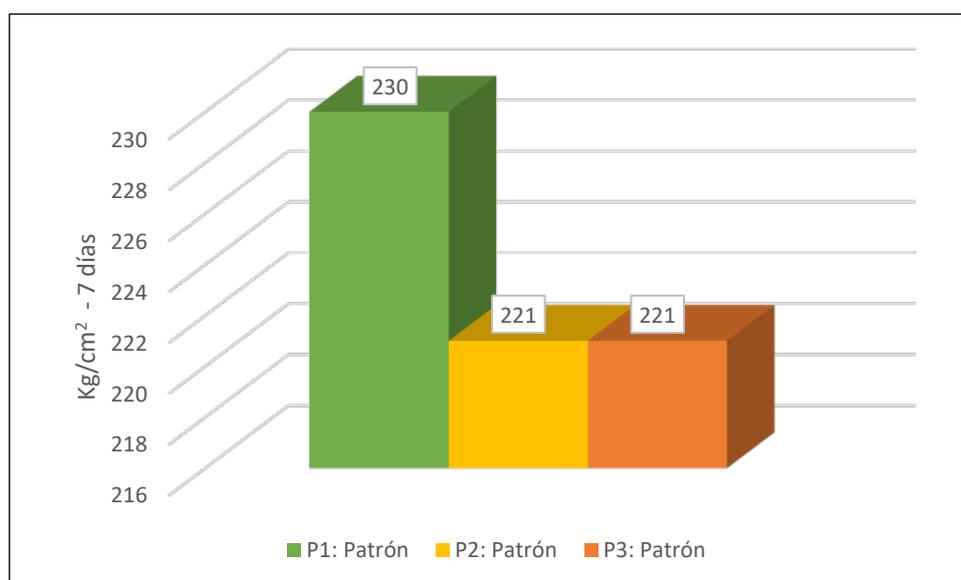


Gráfico 6. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón

Interpretación: en la tabla 21 y gráfico 6, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 7 días de realizadas las probetas de concreto patrón, obteniendo el mayor valor en la primera muestra ($f'c = 230 \text{ kg/cm}^2$).

Tabla 22. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón	210	3/10/2022	17/10/2022	14	45,094.10	176.7	255	122
P2: Patrón	210	3/10/2022	17/10/2022	14	46,331.10	176.7	262	125
P3: Patrón	210	3/10/2022	17/10/2022	14	44,793.70	176.7	253	121

Fuente: elaboración propia (2022).

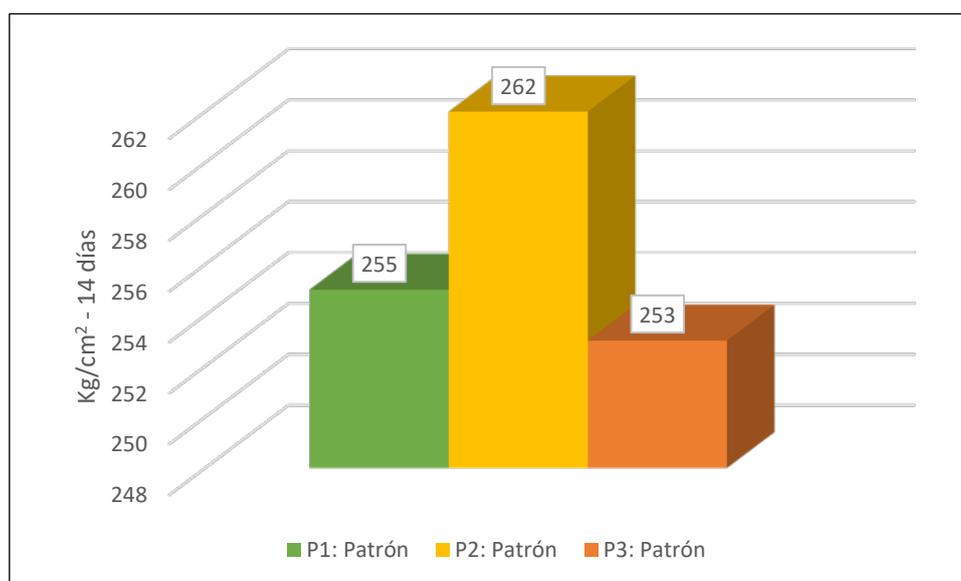


Gráfico 7. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón

Interpretación: en la tabla 22 y gráfico 7, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 14 días de realizadas las probetas de concreto patrón, obteniendo el mayor valor en la segunda muestra ($f'c=262$ kg/cm²)

Tabla 23. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón	210	3/10/2022	31/10/2022	28	59,657.20	176.7	338	161
P2: Patrón	210	3/10/2022	31/10/2022	28	53,318.40	176.7	302	144
P3: Patrón	210	3/10/2022	31/10/2022	28	66,439.50	176.7	376	179
P4: Patrón	210	3/10/2022	31/10/2022	28	57,174.40	176.7	324	154

Fuente: elaboración propia (2022).

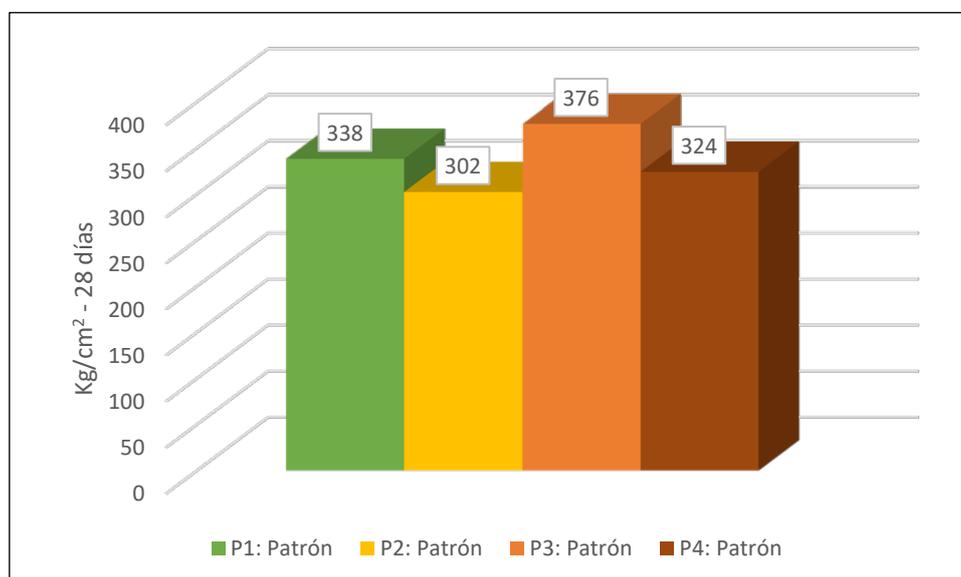


Gráfico 8. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón

Interpretación: en la tabla 23 y gráfico 8, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 28 días de realizadas las probetas de concreto patrón, obteniendo el mayor valor en la tercera muestra ($f'c=376 \text{ kg/cm}^2$)

Tabla 24. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	10/10/2022	7	39,987.10	176.7	226	108
P2: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	10/10/2022	7	43,973.80	176.7	249	118
P3: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	10/10/2022	7	44,647.00	176.7	253	120

Fuente: elaboración propia (2022).

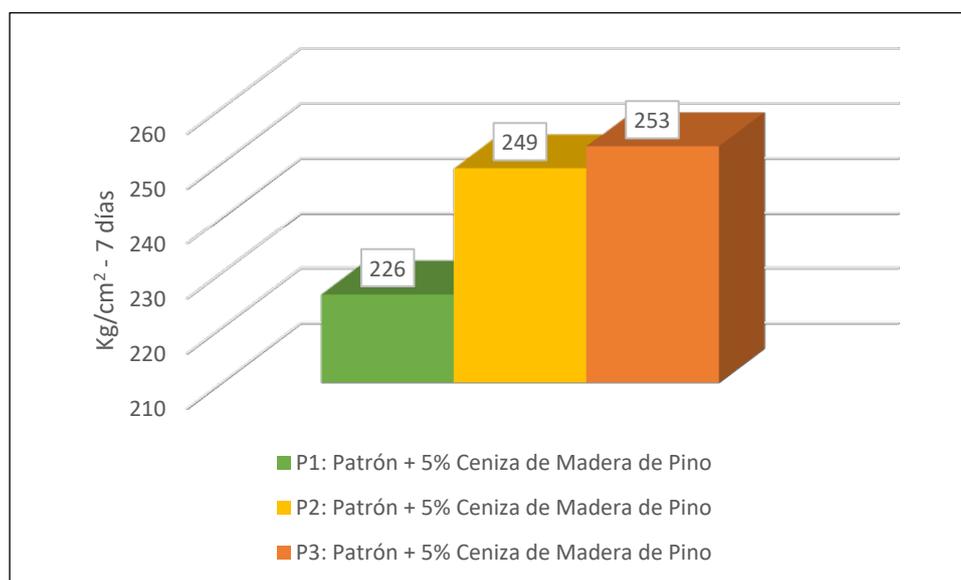


Gráfico 9. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 24 y gráfico 9, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 7 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 5% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la tercera muestra ($f'c=253$ kg/cm²).

Tabla 25. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	17/10/2022	14	49,197.50	176.7	278	133
P2: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	17/10/2022	14	47,988.70	176.7	272	129
P3: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	17/10/2022	14	47,087.50	176.7	266	127

Fuente: elaboración propia (2022).

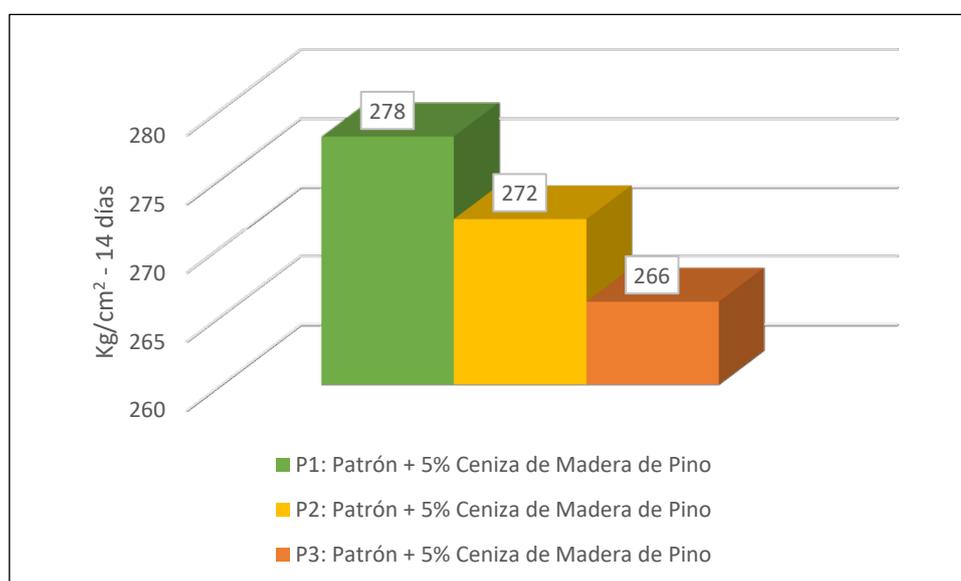


Gráfico 10. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 25 y gráfico 10, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 14 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 5% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la primera muestra ($f'c=278$ kg/cm²).

Tabla 26. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	31/10/2022	28	54,140.20	176.7	306	146
P2: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	31/10/2022	28	49,874.30	176.7	282	134
P3: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	31/10/2022	28	54,794.00	176.7	310	148
P4: Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino	210	3/10/2022	31/10/2022	28	56,174.20	176.7	318	151

Fuente: elaboración propia (2022).

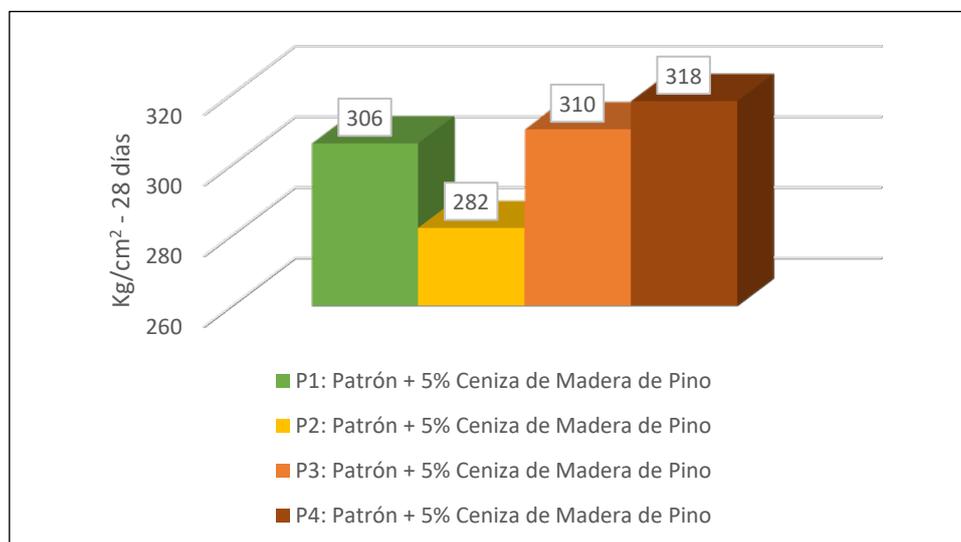


Gráfico 11. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 5% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 26 y gráfico 11, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 28 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 5% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la cuarta muestra ($f'c=318$ kg/cm²).

Tabla 27. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	11/10/2022	7	30,483.30	176.7	172	82
P2: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	11/10/2022	7	26,327.00	176.7	149	71
P3: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	11/10/2022	7	25,040.50	176.7	142	67

Fuente: elaboración propia (2022).

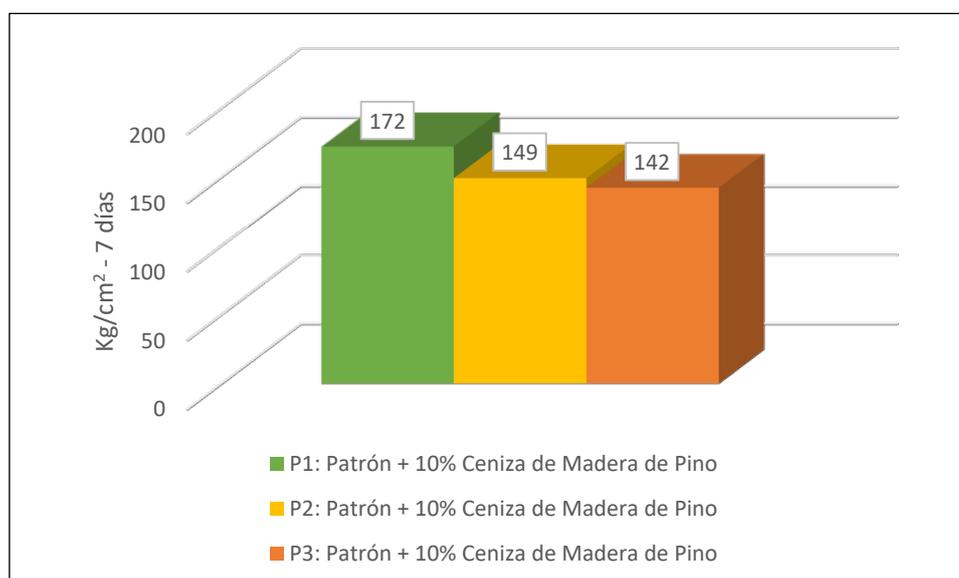


Gráfico 12. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 27 y gráfico 12, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 7 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 10% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la primera muestra ($f'c=172$ kg/cm²).

Tabla 28. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	18/10/2022	14	33,567.00	176.7	190	90
P2: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	18/10/2022	14	35,449.00	176.7	201	96
P3: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	18/10/2022	14	30,294.30	176.7	171	82

Fuente: elaboración propia (2022).

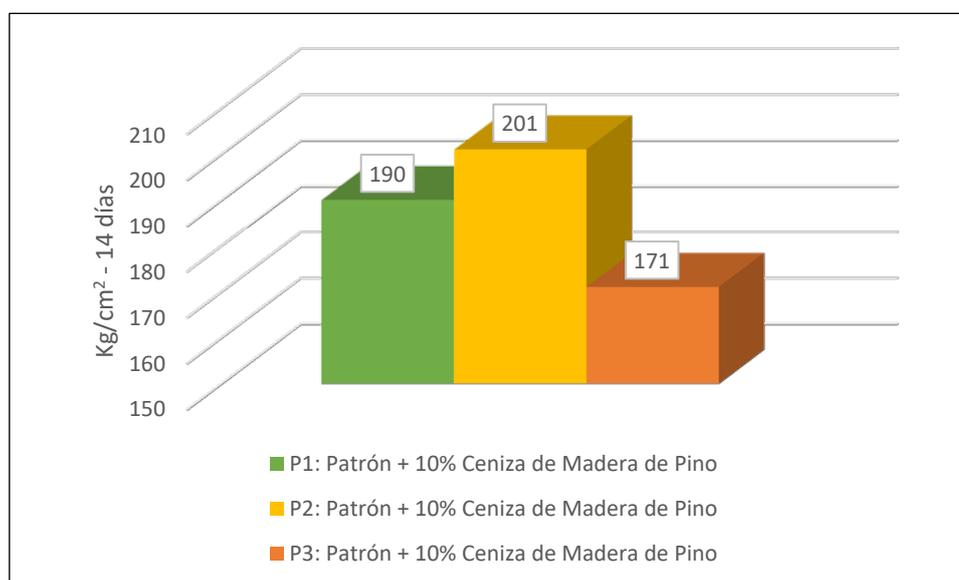


Gráfico 13. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 28 y gráfico 13, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 14 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 10% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la segunda muestra ($f'c=201 \text{ kg/cm}^2$).

Tabla 29. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	1/11/2022	28	38,493.80	176.7	218	104
P2: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	1/11/2022	28	39,181.20	176.7	222	106
P3: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	1/11/2022	28	38,806.60	176.7	220	105
P4: Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino	210	4/10/2022	1/11/2022	28	39,046.60	176.7	221	105

Fuente: elaboración propia (2022).

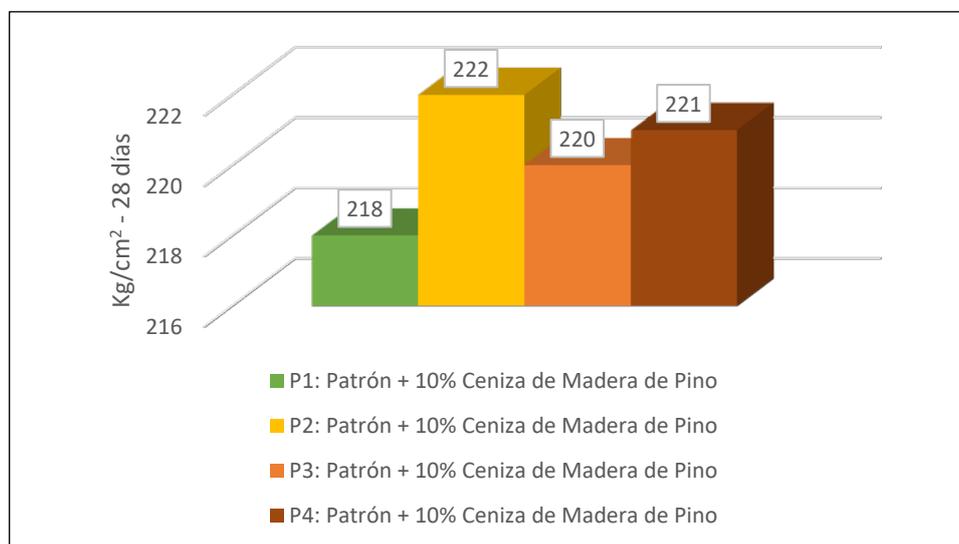


Gráfico 14. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 10% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 29 y gráfico 14, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 28 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 10% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la segunda muestra ($f'c=222 \text{ kg/cm}^2$).

Tabla 30. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	12/10/2022	7	23,033.00	176.7	130	62
P2: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	12/10/2022	7	21,493.20	176.7	122	58
P3: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	12/10/2022	7	20,831.20	176.7	118	56

Fuente: elaboración propia (2022).

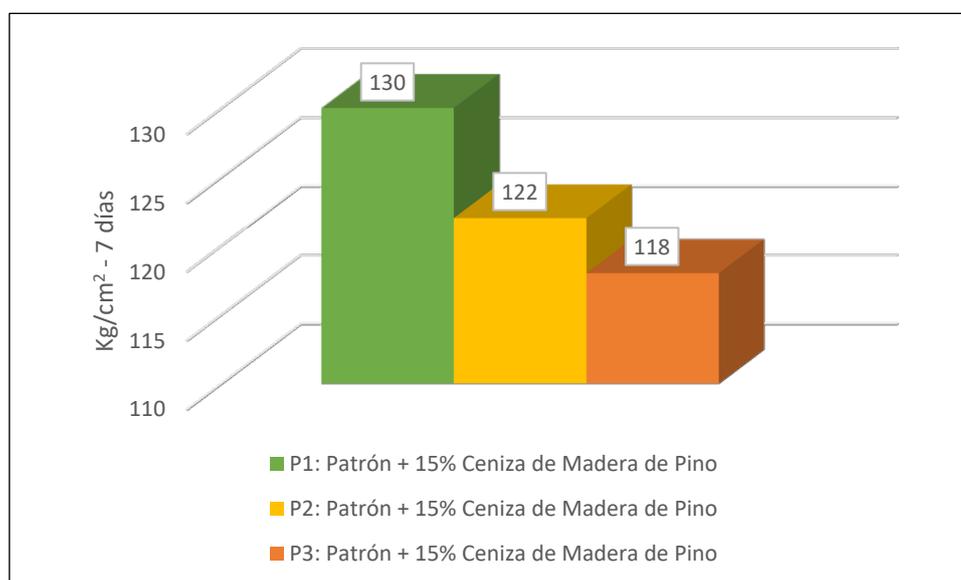


Gráfico 15. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 7 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 30 y gráfico 15, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 7 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 15% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la primera muestra ($f'c=130$ kg/cm²).

Tabla 31. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	19/10/2022	14	25,957.70	176.7	147	70
P2: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	19/10/2022	14	26,039.00	176.7	147	70
P3: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	19/10/2022	14	27,675.30	176.7	157	75

Fuente: elaboración propia (2022).

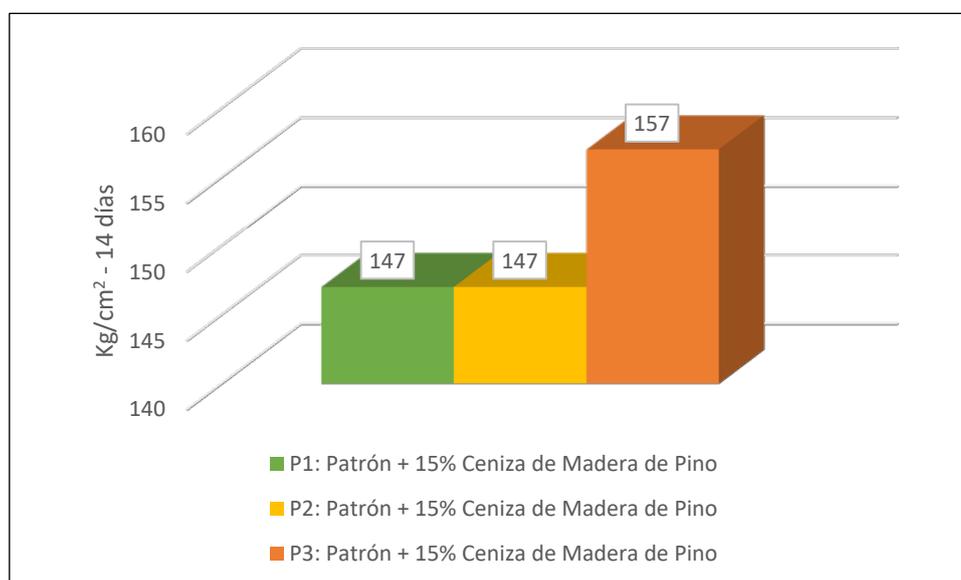


Gráfico 16. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 14 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 31 y gráfico 16, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 14 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 15% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la tercera muestra ($f'c=157$ kg/cm²).

Tabla 32. Detalles del esfuerzo de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino

PROBETA	DISEÑO	FECHA	EDAD	CARGA	ÁREA	F'c	%	
DESCRIPCIÓN	Kg/cm2	EXTRACCIÓN	ROTURA	DÍAS	(Kg)	cm2	Kg/cm2	F'c/F'c
P1: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	2/11/2022	28	32,791.20	176.7	186	88
P2: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	2/11/2022	28	26,286.40	176.7	149	71
P3: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	210	5/10/2022	2/11/2022	28	29,460.20	176.7	167	79
P4: Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	211	5/10/2022	2/11/2022	28	29,732.30	176.7	168	80

Fuente: elaboración propia (2022).

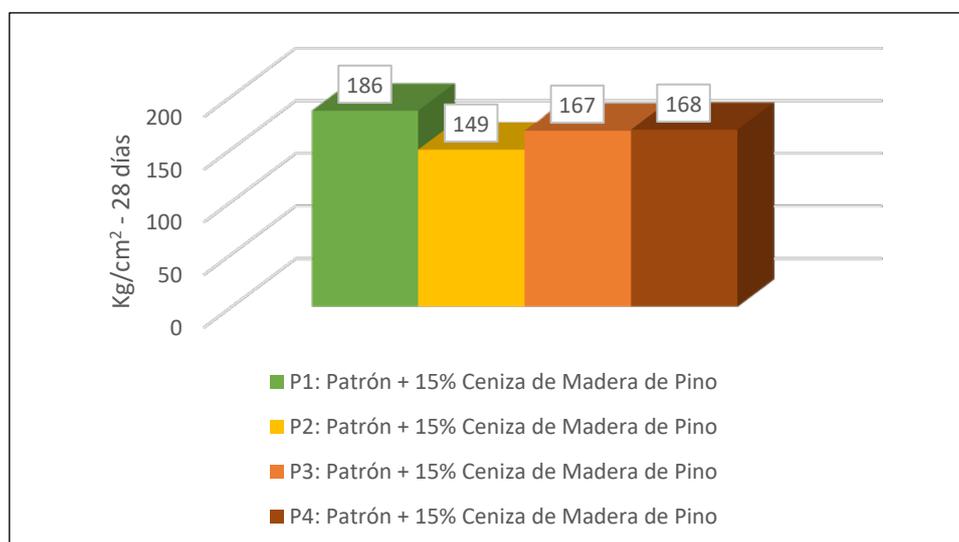


Gráfico 17. Resumen de los esfuerzos de compresión luego de 28 días del muestreo patrón + 15% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 32 y gráfico 17, se muestran los valores del esfuerzo de compresión luego de 28 días de realizadas las probetas de concreto patrón + 15% ceniza de madera de pino, obteniendo el mayor valor en la primera muestra ($f'c=186$ kg/cm²).

Tabla 33. Promedios del esfuerzo de compresión de las muestras patrón, patrón + 5% ceniza de madera de pino, patrón + 10% ceniza de madera de pino y patrón + 15% ceniza de madera de pino

1° GRUPO	F'c: 7 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 14 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 28DÍAS	PROMEDIO (F'cr)
	230		255		338	
	221		262		302	
Patrón		224.00		256.67		335.00
					376	
	221		253			
					324	
2° GRUPO	F'c: 7 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 14 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 28DÍAS	PROMEDIO (F'cr)
	226		278		306	
	249		272		282	
Patrón + 5% Ceniza de Madera de Pino		242.67		272.00		304.00
					310	
	253		266			
					318	
3° GRUPO	F'c: 7 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 14 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 28DÍAS	PROMEDIO (F'cr)
	172		190		218	
	149		201		222	
Patrón + 10% Ceniza de Madera de Pino		154.33		187.33		220.25
					220	
	142		171			
					221	

4° GRUPO	F'c: 7 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 14 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)	F'c: 28 DÍAS	PROMEDIO (F'cr)
	130		147		186	
Patrón + 15% Ceniza de Madera de Pino	122	123.33	147	150.33	149	167.50
	118		157		167	
					168	

Fuente: elaboración propia (2022).

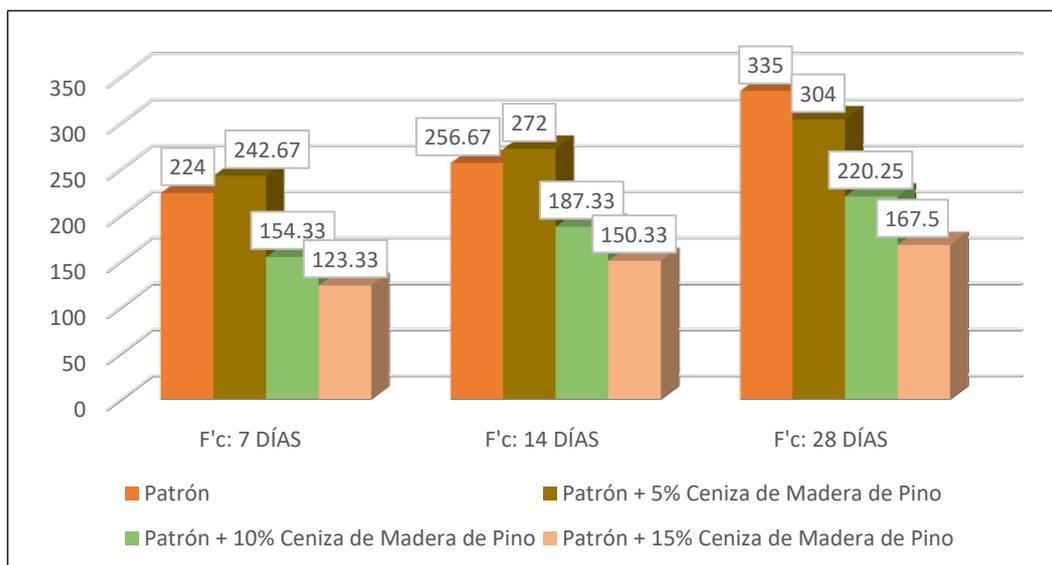


Gráfico 18. Resumen de los esfuerzos de compresión de las muestras patrón, patrón + 5% ceniza de madera de pino, patrón + 10% ceniza de madera de pino y patrón + 15% ceniza de madera de pino

Interpretación: en la tabla 33 y gráfico 18, se aprecia los promedios de los esfuerzos de compresión luego de 7, 14 y 28 días de curado de concreto para las muestras de concreto patrón, patrón + 5% ceniza de madera de pino, patrón + 10% ceniza de madera de pino y patrón + 15% ceniza de madera de pino.

Contraste de hipótesis

Para llevar a cabo este procedimiento fue necesario especificar la hipótesis de investigación, hipótesis estadísticas, así como la regla de decisión, las cuales son útiles para aprobar o rechazar la hipótesis de investigación, asimismo antes de dar inicio a la comprobación de la hipótesis se especificó la estadística descriptiva para conocer detalles iniciales de la variable, luego se procedió con la prueba de normalidad y homogeneidad de las varianzas, finalmente la prueba de Anova para esclarecer las diferencias entre las evaluaciones. Además, también fue pertinente someter los datos a un análisis de correlación y regresión lineal.

Hipótesis de investigación

La sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm².

Hipótesis estadísticas

H0: La sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm².

H1: La sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm².

Estadística descriptiva

Tabla 34. *Estadígrafos de la resistencia según el agregado de ceniza y el periodo de evaluación*

Grupo		Resistencia 7 días	Resistencia 14 días	Resistencia 28 días
N	Válido	3	3	4
	Perdidos	0	0	0
Patrón	Media	224,0000	256,6667	335,0000
	Mediana	221,0000	255,0000	331,0000
	Desv. Desviación	5,19615	4,72582	31,09126

	Asimetría		1,732	1,390	,703
5% Ceniza de Madera de Pino	N	Válido	3	3	4
		Perdidos	0	0	0
	Media		242,6667	272,0000	304,0000
	Mediana		249,0000	272,0000	308,0000
	Desv. Desviación		14,57166	6,00000	15,49193
	Asimetría		-1,586	,000	-1,377
10% Ceniza de Madera de Pino	N	Válido	3	3	4
		Perdidos	0	0	0
	Media		154,3333	187,3333	220,2500
	Mediana		149,0000	190,0000	220,5000
	Desv. Desviación		15,69501	15,17674	1,70783
	Asimetría		1,353	-,766	-,753
15% Ceniza de Madera de Pino	N	Válido	3	3	4
		Perdidos	0	0	0
	Media		123,3333	150,3333	167,5000
	Mediana		122,0000	147,0000	167,5000
	Moda		118,00 ^a	147,00	149,00 ^a
	Desv. Desviación		6,11010	5,77350	15,11070
	Asimetría		,935	1,732	,000
.	N	Válido	0	0	0
		Perdidos	28	28	24

Fuente: elaboración propia (2022).

En la tabla se exhibe los promedios de los esfuerzos de comprensión para el patrón y cada añadido de ceniza; en donde a los 7 días para la muestra patrón, 5% de ceniza, 10% de ceniza y 15% de ceniza se tiene una media de 224, 242.67, 154.33 y 123.33, respectivamente; en el periodo de 14 días para la muestra patrón, 5% de ceniza, 10% de ceniza y 15% de ceniza se tiene una media de 256.67, 272, 187.33 y 150.33, respectivamente; en el periodo de 28 días para la muestra patrón, 5% de ceniza, 10% de ceniza y 15% de ceniza se tiene una media de 335, 304, 220.25 y 167.50, respectivamente. En cuanto a la desviación están existen valores grandes que suponen una distancia grande entre los datos, asimismo la asimetría supone un alejamiento de la distribución normal.

Estos resultados señalan que existe una variación de la resistencia en los diferentes añadidos con respecto al patrón, lo mismo ocurre conforme pasa el tiempo, esto se evidencia en la resistencia a la compresión a los 28 días, donde el valor promedio de resistencia es diferente al concreto patrón, esto demuestra que el agregado de ceniza influye en la resistencia.

Para examinar los resultados de manera precisa y esclarecer la influencia del agregado de ceniza sobre la resistencia fue conveniente realizar un análisis inferencial con la prueba H de Kruskal-Wallis y Anova de un factor.

Estadística inferencial

Este procedimiento se realizó con el afán de comprobar la hipótesis de investigación, para lograrlo primero se estableció la regla de decisión, luego se determinó la normalidad de los datos y finalmente se ejecutó las pruebas inferenciales correspondientes: H de Kruskal-Wallis y Anova de un factor.

Regla de decisión

Si p-valor es inferior o igual a 0.05 entonces se debe rechazar la hipótesis nula.

Si p-valor es superior a 0.05 entonces no se debe rechaza la hipótesis nula.

Prueba de normalidad

H0: Los datos presentan normalidad

H1: Los datos no presentan normalidad

Tabla 35. Prueba de distribución normal de los datos

Resistencia	Grupo	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
7 días	Patrón	,750	3	,000
	5% Ceniza	,858	3	,263
	10% Ceniza	,913	3	,430
	15% Ceniza	,964	3	,637
14 días	Patrón	,907	3	,407
	5% Ceniza	1,000	3	1,000
	10% Ceniza	,977	3	,708
	15% Ceniza	,750	3	,000
28 días	Patrón	,975	4	,875
	5% Ceniza	,897	4	,414
	10% Ceniza	,971	4	,850
	15% Ceniza	,956	4	,756

Fuente: elaboración propia (2022).

Los datos de la tabla exhiben que los datos de la resistencia a los 7 días no cuentan con distribución normal debido a que el valor de significancia del patrón de ceniza fue menor que 0.05. Los datos de la resistencia a los 14 días tampoco cuentan con distribución normal debido al nivel de significancia del 15% de ceniza fue 0.000. Sin embargo, cuando se analizó los datos a los 28 días se obtuvo que los datos presentan normalidad. Estos resultados permitieron saber que para aquellos datos que no presentaron normalidad el estadístico adecuado fue H de Kruskal-Wallis y para los que presentaron normalidad fue Anova de un Factor.

Prueba de homogeneidad de varianzas

H0: Las varianzas son iguales

H1: Las varianzas no son iguales

Tabla 36. Pruebas de homogeneidad de varianzas

Resistencia		Estadístico de			Sig.
		Levene	gl1	gl2	
7 días	Se basa en la media	2,758	3	8	,112
	Se basa en la mediana	,444	3	8	,728
14 días	Se basa en la media	2,012	3	8	,191
	Se basa en la mediana	,877	3	8	,492
28 días	Se basa en la media	4,081	3	12	,131
	Se basa en la mediana	,742	3	12	,166

Fuente: elaboración propia (2022).

Los datos de la tabla exhiben que los datos presentan varianzas iguales debido a que el nivel de significancia obtenido fue superior a 0.05 en todos los casos evaluados.

Prueba H de Kruskal-Wallis para 7 días

Tabla 37. Resumen de la prueba de H de Kruskal-Wallis para muestras independientes

N total	12
Estadístico de prueba	10,009 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,018

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Fuente: elaboración propia (2022).

Al someter los datos del periodo de 7 días a la prueba estadística H de Kruskal-Wallis, se obtuvo que existen diferencias significativas en la resistencia del concreto debido a que el nivel de significancia 0.018 es inferior a 0.05, de manera que el agregado de ceniza si influye en la resistencia del concreto. Además, fue necesario detallar a profundidad tal diferencia, por tal motivo se exhibe el gráfico de cajas y bigotes con la diferencia de medianas, así mismo las comparaciones por parejas para determinar el grupo con mayor o menor magnitud.

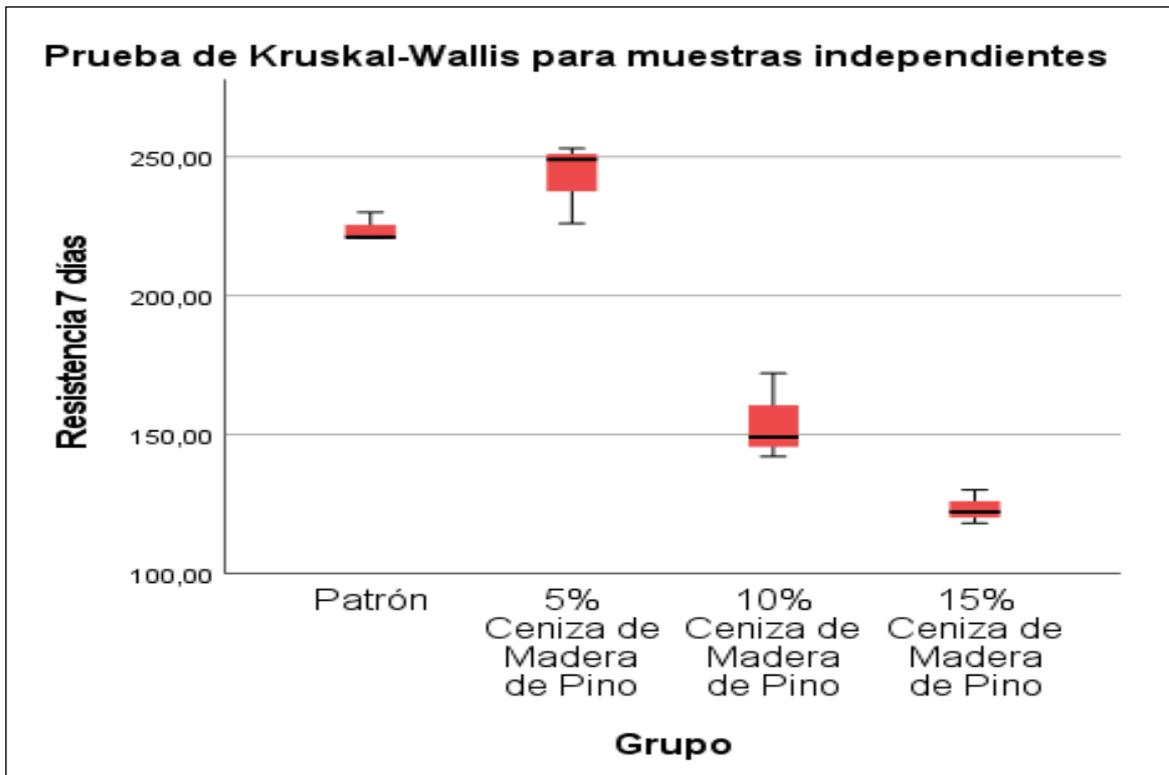


Figura 1. Representación gráfica de la prueba de H de Kruskal-Wallis para muestras independientes a los 7 días

Los datos presentes en esta figura evidencian que la resistencia al concreto a los 7 días es diferente en todos grupos evaluados, siendo los más cercanos el patrón y 5% de ceniza, estando distantes y por debajo de estos el 10% y 15% de ceniza.

Tabla 38. Comparaciones de resistencia por parejas a los 7 días

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
15% Ceniza - 10% Ceniza	3,000	2,939	1,021	,307	1,000
15% Ceniza - Patrón	6,333	2,939	2,155	,031	,187
15% Ceniza - 5% Ceniza	8,667	2,939	2,949	,003	,019
10% Ceniza - Patrón	3,333	2,939	1,134	,257	1,000
10% Ceniza - 5% Ceniza	5,667	2,939	1,928	,054	,323
Patrón - 5% Ceniza	-2,333	2,939	-,794	,427	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En vista que se determinó la existencia de diferencias entre las evaluaciones a los 7 días, los resultados más representativos de las comparaciones por pareja permitieron saber que el grupo patrón difiere con el grupo 15% de ceniza ($p=0.031$), además que el grupo patrón y el grupo 5% de ceniza presentan igual resistencia ($p=0.427$), siendo estos dos últimos los mejores valores.

Prueba H de Kruskal-Wallis para 14 días

Tabla 39. Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes

N total	12
Estadístico de prueba	10,421 ^a
Grado de libertad	3
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,015

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Fuente: elaboración propia (2022).

Al someter los datos del periodo de 14 días a la prueba estadística H de Kruskal-Wallis, se obtuvo que existen diferencias significativas en la resistencia del concreto debido a que el nivel de significancia 0.015 es inferior a 0.05, de manera que el agregado de ceniza si influye en la resistencia del concreto. Además, fue necesario detallar a profundidad tal diferencia, por tal motivo se exhibe el gráfico de cajas y bigotes con la diferencia de medianas, así mismo las comparaciones por parejas para determinar el grupo con mayor o menor magnitud.

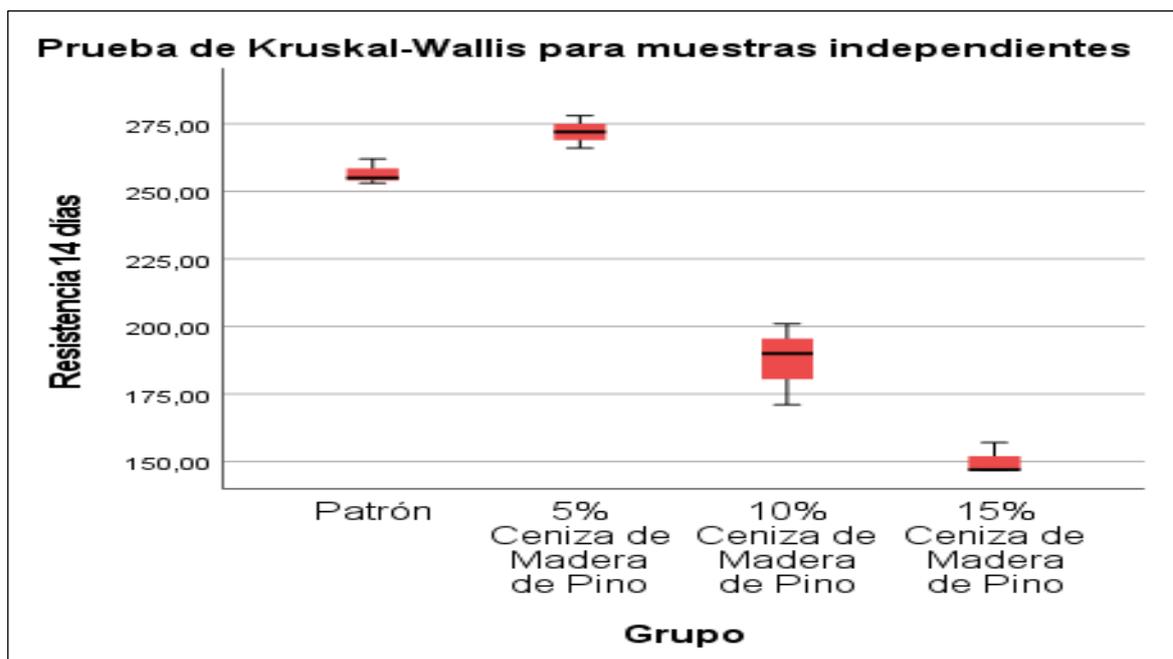


Figura 2. Representación gráfica de la prueba de H de Kruskal-Wallis para muestras independientes a los 14 días

Los datos presentes en esta figura evidencian que la resistencia al concreto a los 14 días es diferente en todos grupos evaluados, siendo los más cercanos el patrón y 5% de ceniza, estando distantes y por debajo de estos el 10% y 15% de ceniza.

Tabla 40. Comparaciones por parejas a los 14 días

Sample 1-Sample 2	Estadístico de prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada ^a
15% Ceniza -10% Ceniza	3,000	2,939	1,021	,307	1,000
15% Ceniza - Patrón	6,000	2,939	2,042	,041	,247
15% Ceniza - 5% Ceniza	9,000	2,939	3,063	,002	,013
10% Ceniza - Patrón	3,000	2,939	1,021	,307	1,000
10% Ceniza - 5% Ceniza	6,000	2,939	2,042	,041	,247
Patrón - 5% Ceniza	-3,000	2,939	-1,021	,307	1,000

Cada fila prueba la hipótesis nula que las distribuciones de la Muestra 1 y la Muestra 2 son iguales.

Se visualizan las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es de ,050.

a. Los valores de significación se han ajustado mediante la corrección Bonferroni para varias pruebas.

En vista que se determinó la existencia de diferencias entre las evaluaciones a los 14 días, los resultados más representativos de las comparaciones por pareja permitieron saber que el grupo patrón difiere con el grupo 15% de ceniza ($p=0.041$), además que el grupo patrón y el grupo 5% de ceniza presentan igual resistencia ($p=0.307$), siendo estos dos últimos los mejores valores.

Prueba ANOVA de un factor para 28 días

Tabla 41. Prueba ANOVA de un factor

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	70613,688	3	23537,896	65,478	,000
Dentro de grupos	4313,750	12	359,479		
Total	74927,438	15			

Fuente: elaboración propia (2022).

Al someter los datos del periodo de 28 días a la prueba estadística Anova de un factor, se obtuvo que existen diferencias significativas en la resistencia del concreto debido a que el nivel de significancia 0.000 es inferior a 0.05, de manera que el agregado de ceniza si influye en la resistencia del concreto. Además, fue necesario detallar a profundidad tal diferencia, por tal motivo se exhibe las comparaciones múltiples para determinar el grupo con mayor o menor magnitud.

Pruebas post hoc

Tabla 42. Comparaciones múltiples de Tukey a los 28 días

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Patrón	5% Ceniza	31,00000	13,40670	,150	-8,8032	70,8032
	10% Ceniza	114,75000*	13,40670	,000	74,9468	154,5532
	15% Ceniza	167,50000*	13,40670	,000	127,6968	207,3032
	Patrón	-31,00000	13,40670	,150	-70,8032	8,8032

5% Ceniza	10% Ceniza	83,75000*	13,40670	,000	43,9468	123,5532
	15% Ceniza	136,50000*	13,40670	,000	96,6968	176,3032
10% Ceniza	Patrón	-114,75000*	13,40670	,000	-154,5532	-74,9468
	5% Ceniza	-83,75000*	13,40670	,000	-123,5532	-43,9468
	15% Ceniza	52,75000*	13,40670	,009	12,9468	92,5532
15% Ceniza	Patrón	-167,50000*	13,40670	,000	-207,3032	-127,6968
	5% Ceniza	-136,50000*	13,40670	,000	-176,3032	-96,6968
	10% Ceniza	-52,75000*	13,40670	,009	-92,5532	-12,9468

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En vista que se determinó la existencia de diferencias entre las evaluaciones a los 28 días, los resultados más representativos de las comparaciones por pareja permitieron saber que el grupo patrón difiere con el grupo 10% de ceniza ($p=0.000$) y del 15% de ceniza ($p=0.000$), además que el grupo patrón y el grupo 5% de ceniza presentan igual resistencia ($p=0.150$), siendo estos dos últimos los mejores valores.

Subconjuntos homogéneos

Tabla 43. Subconjuntos homogéneos de Tukey a los 28 días

Grupo	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
15% Ceniza	4	167,5000		
10% Ceniza	4		220,2500	
5% Ceniza	4			304,0000
Patrón	4			335,0000
Sig.		1,000	1,000	,150

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

En el agrupamiento de los subconjuntos homogéneos se exhibe la formación de 3 subconjuntos, en donde se establece claramente la diferencia entre el grupo 15% de ceniza, 10% de ceniza y 5% de ceniza y patrón, además los dos últimos coinciden en un subconjunto, esto significa que ambos presentan valores de resistencia iguales. De este modo se concluye que la sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

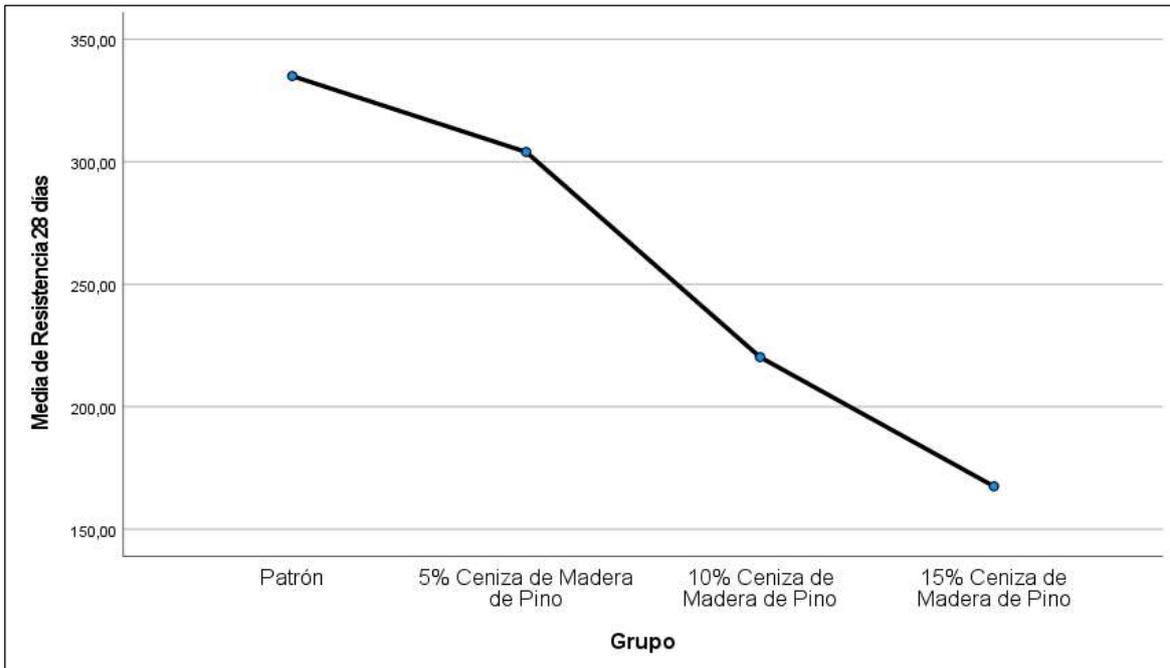


Figura 3. Diferencia de medias a los 28 días

Los datos presentes en esta figura evidencian que la resistencia al concreto a los 28 días es diferente en todos grupos evaluados, siendo los más cercanos el patrón y 5% de ceniza, estando distantes y por debajo de estos el 10% y 15% de ceniza.

Correlación de variables

H0: Las variables no están relacionadas

H1: Las variables están relacionadas

Tabla 44. *Correlación de Spearman entre agregado de ceniza y resistencia*

			Resistencia
Rho de Spearman	Grupo	Coefficiente de correlación	-,827**
		Sig. (bilateral)	,000
		N	40

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

Los datos evaluados al haber sido sometidos a la prueba de Correlación de Spearman exhiben una correlación inversa con un valor de -0.827, lo cual evidencia que mientras más sea el agregado de ceniza menor será la resistencia del concreto; además esta resulta ser significativa con un p-valor de 0.000, de modo que ambas variables están relacionadas. Estos resultados coinciden con lo expuesto en el análisis de H de Kruskal-Wallis y Anova de un factor.

Regresión Lineal

Tabla 45. *Resumen del modelo de regresión lineal*

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,810 ^a	,657	,648	39,20705

a. Predictores: (Constante), Grupo

b. Variable dependiente: Resistencia

Se evidencia una asociación entre las variables, además la variabilidad de la variable dependiente resistencia se debe a un 65.7% de la influencia de la variable independiente agregado de ceniza.

Tabla 46. Análisis de ANOVA

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	111722,645	1	111722,645	72,680	,000 ^b
	Residuo	58413,330	38	1537,193		
	Total	170135,975	39			

a. Variable dependiente: Resistencia

b. Predictores: (Constante), Grupo

Los resultados señalan que la relación e influencia de las variables es significativa con un valor p de 0.000.

Tabla 47. Coeficientes del modelo de regresión

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Sig.
		B	Desv. Error	Beta	t	
1	(Constante)	294,380	10,373		28,379	,000
	Grupo	-9,454	1,109	-,810	-8,525	,000

a. Variable dependiente: Resistencia

Los resultados señalan que la variable independiente influye de manera significativa sobre la resistencia con un p-valor de 0.000. Además, el modelo establece la siguiente formula: **Y= 294.380 + -9.454*Grupo (Agregado)** Se concluye que la sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón f'c= 210 kg/cm².

Se concluye que la sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón f'c= 210 kg/cm², esto se debe a que mientras más porcentaje de ceniza se agregue la resistencia es menor, sin embargo, cuando el agregado es 5% la resistencia resulta ser estadísticamente igual al patrón en los periodos 7, 14 y 28 días.

V. DISCUSIÓN

Objetivo específico 1: Describir las características de las propiedades de los materiales empleados para el concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y la ceniza de madera de pino.

En cuanto a las propiedades físicas del agregado fino empleado para el estudio se obtuvieron los siguientes resultados, contenido de humedad fue 5.05%, módulo de fineza 3.39, peso seco suelto 1614 kg/m^3 , peso seco compactado 1889 kg/m^3 , absorción 1.78%, así mismo, para el agregado grueso fueron, contenido de humedad 0.87%, peso seco suelto 1347 kg/m^3 , peso seco compactado 1506 kg/m^3 , absorción 0.44%. Seguidamente los resultados de las propiedades físicas del cemento fueron, expansión 0.06%, tiempo de fraguado inicial 128 minutos, tiempo de fraguado final 284 minutos, su esfuerzo de compresión a los tres días de fraguado fue 288 kg/cm^2 y a los veintiocho días 370 kg/cm^2 , para el agua, se encontró que fue potable, apta para consumo humano, libre de ácidos, álcalis y otras sustancias nocivas para la mezcla. Los resultados adquiridos de las propiedades físicas – mecánicas de la madera de pino radiata en estado verde fueron, 51% de contenido de humedad y 201 kg/cm^2 compresión axial, también para el estado seco adquirieron, 12% de contenido de humedad y 434 kg/cm^2 compresión axial. Finalmente, se obtuvo la composición química de la ceniza de madera de pino con los siguientes valores expresado en óxidos, calcio 52.42%, silicio 2.96%, aluminio 5.12% y de hierro 0.68%. Mientras que, en la investigación de **Pastor (2017)** indica los resultados de las propiedades físicas de sus agregados, para el agregado fino, su contenido de humedad fue 0.96%, módulo de fineza 3.04, peso seco suelto 1556 kg/m^3 , peso seco compactado 1791 kg/m^3 , absorción 2.71%, así mismo, para su agregado grueso, el contenido de humedad fue 0.10%, peso seco suelto 1451 kg/m^3 , peso seco compactado 1765 kg/m^3 y absorción 0.85%. El agua que utilizaron fue potable, apta para la mezcla que realizaron. Por último, su composición química usando la ceniza de bagazo de caña de azúcar, las cuales fueron, calcio 6.19%, silicio 55.82%, aluminio 11.73% y hierro 9.93%.

Objetivo específico 2: Realizar el diseño de mezcla para determinar las cantidades requeridas de los materiales para la mezcla del concreto.

En cuanto al diseño de mezcla (210 kg/cm^2) se determinó la cantidad de materiales para 1m^3 de concreto adicionando el 15% de desperdicio para lo cual se tuvo, 391.8 kg de cemento, 1013.9 kg de agregado fino, 805.1 kg de agregado grueso y 153.3 lts de agua, luego se obtuvo el volumen de la briqueta (0.0053 m^3), para la preparación de 40 probetas de concreto conformada por concreto patrón y reemplazando parcialmente el cemento por la ceniza de madera de pino en 5%, 10% y 15%; teniendo en total las siguientes cantidades: 88.04 kg de cemento, 7.2 kg de ceniza de madera de pino, 247.2 kg de agregado fino, 196.4 kg de agregado grueso y 37.2 lts de agua, los cuales se compararon con los resultados obtenidos por **Rodríguez y Tibabuzo (2019)**, que plantearon el mismo valor para el diseño de mezcla (210 kg/cm^2), las proporciones de materiales para 1m^3 , fueron, 333 kg de cemento, 964 kg de agregado fino, 660 kg de agregado grueso y 180 lts de agua, luego hallaron el volumen de su briqueta que resultó ser 0.0016 m^3 y la cantidad de materiales añadiendo el 5% de desperdicio para la elaboración de 45 probetas conformadas por concreto patrón y con reemplazo del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en 3%, 5%, 10% y 15% para sustituir una parte del cemento por lo que en total utilizaron: 24.21 kg de cemento, 1.3478 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 74.06 kg de agregado fino, 51.39 kg de agregado grueso y 13.995 lts de agua. También, se vinculó con la investigación hecha por **Angulo y Viera (2019)**, que propusieron una resistencia común (175 kg/cm^2) siendo el valor más bajo en comparación a los anteriores, luego hallaron la cantidad de materiales para 1m^3 , teniendo las siguientes cantidades, 262 kg de cemento, 771.9 kg de agregado fino, 1192.5 kg de agregado grueso y 170 lts de agua, seguidamente determinaron el valor del volumen de la briqueta (0.0016 m^3) y la cantidad de materiales aumentando el 5% de desperdicio para la mezcla para 60 probetas de concreto constituidas por concreto patrón y con reemplazo de cemento por la ceniza de cascarilla de arroz en 10%, 20% y 30% que se llevó a cabo con un total de 24.21 kg de cemento, 1.3478 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 75.06 kg de agregado fino, 51.39 kg de agregado grueso y 13.995 lts de agua. Finalmente, se relaciona con los resultados obtenidos por **Timoteo (2021)**, que establece la resistencia específica de 210 kg/cm^2 y determinó la proporción de materiales para 1m^3

teniendo, 395.8 kg de cemento, 750.9 kg de agregado fino, 1043.6 kg de agregado grueso y 158.8 lts de agua, luego obtuvo el valor del volumen de su briqueta (0.005 m^3), así mismo, incrementó la cantidad de materiales en un 10% para la preparación de 36 probetas de concreto constituidas por concreto patrón y con reemplazo del cemento por la ceniza de madera en 10%, 15% y 20%, por lo que usó, 73.75 kg de cemento, 9.35 kg de ceniza de madera de eucalipto, 219.09 kg de agregado fino, 157.64 kg de agregado grueso y 37.54 lts de agua, luego se dedujo que en las diferentes investigaciones se obtuvieron las cantidades de materiales de acuerdo a la cantidad de probetas realizadas y a los porcentajes de reemplazo parcial del material cementante, todo acorde al diseño de mezcla.

Objetivo específico 3: Determinar las resistencias de los ensayos a la compresión del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza de madera de pino en un 5%, 10% y 15%.

En cuanto a la resistencia del concreto patrón (sin sustitución del cemento) $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, se encontró que los resultados de las resistencias promedio de las probetas realizadas y curadas, las cuales fueron, 224 kg/cm^2 durante 7 días, 256.67 kg/cm^2 durante 14 días y 335 kg/cm^2 durante 28 días, estos resultados se complementaron con los de **Rodríguez y Tibabuzo (2019)** que investigaron el concreto tradicional con sustituciones parciales de material cementante por ceniza de cascarilla de arroz donde obtuvieron que sus resistencias promedio fueron, 130.56 kg/cm^2 luego de 7 días de curado, 174.92 kg/cm^2 luego de 14 días y 216.12 kg/cm^2 luego de 28 días, así mismo, **Erazo, Lara y Prado (2019)** en su investigación también sobre sustituciones parciales de material cementante por ceniza de cascarilla de arroz indicaron que las resistencias promedio de su concreto patrón fueron, 158.77 kg/cm^2 a los 7 días de curado, 194.256 kg/cm^2 a los 14 días y 291.33 kg/cm^2 a los 28 días, seguidamente **Timoteo (2021)** en su estudio que tuvo que ver el reemplazo parcial de cemento por ceniza de madera de eucalipto, para su concreto patrón obtuvo las siguientes resistencias promedio fueron, 161 kg/cm^2 durante 7 días de curado, 184 kg/cm^2 durante 14 días y 237 kg/cm^2 durante 28 días, en consecuencia, se determinó que la mayor resistencia de los concretos patrón en mención fue la de esta investigación (335 kg/cm^2).

En cuanto a los resultados hallados para la sustitución del 5% del cemento por ceniza de madera de pino, se determinaron las resistencias promedio que fueron, 242.67 kg/cm² a los 7 días de curado, 272 kg/cm² a los 14 días y 304 kg/cm² a los 28 días, de igual manera, **Galicia y Velásquez (2016)** en su investigación sobre la ceniza de rastrojo de maíz reemplazando al cemento en 5% obtuvieron que sus promedios de resistencias a la compresión fueron, 187.27 kg/cm² luego de 7 días de curado, 222.58 kg/cm² luego de 14 días y 267.59 kg/cm² luego de 28 días, así mismo, en el caso de **Rodríguez y Tibabuzo (2019)** que obtuvieron los promedios de resistencia a la compresión luego de reemplazar parcialmente el 5% cemento por ceniza de cascarilla de arroz, las cuales fueron, 74.947 kg/cm² durante 7 días de curado, 135.692 kg/cm² durante 14 días y 208.952 kg/cm² durante 28 días, por último **Chachi (2019)** determinó los resultados de sus promedios de resistencia a la compresión reemplazando el 5% del material cementante por ceniza de rastrojo de maíz, las cuales fueron, 137.67 kg/cm² a los 7 días de curado, 200.33 kg/cm² a los 14 días y 22.33 kg/cm² a los 28 días, para los que se obtuvo que el resultado óptimo fue el de esta investigación, superando a las demás investigaciones mencionadas.

Luego, los resultados obtenidos de esta investigación para la sustitución del 10% del cemento por la ceniza de madera de pino, fueron, 154.33 kg/cm² durante 7 días de curado, 187.33 kg/cm² durante 14 días y 220.25 kg/cm² durante 28 días, se complementaron estos resultados con los de **Rodríguez y Tibabuzo (2019)** que hallaron sus resistencias promedio para el mismo porcentaje de sustitución de cemento (10%) fueron, 140.614 kg/cm² a los 7 días de curado, 178.369 kg/cm² a los 14 días y 231.029 kg/cm² a los 28 días, de igual forma se comparó con **Erazo, Lara y Prado (2019)** que en su estudio, ya mencionado, sometieron a compresión sus probetas realizadas con 10% de sustitución, lo cual les generó los siguientes resultados al cabo de 7, 14 y 28 días de curado que adquirieron, 74.013 kg/cm², 91.061 kg/cm² y 116.045 kg/cm² correspondiente, finalmente se analizaron con **Timoteo (2021)** que en su investigación ya mencionada, al sustituir el 10% de material cementante por ceniza de madera de eucalipto, le resultó los siguientes promedios de resistencia, 164 kg/cm² luego de 7 días de curado, 191 kg/cm² luego de 14 días y 236 kg/cm² luego de 28 días, en cuanto se dedujo que el mayor

resultado lo obtuvo Timoteo, lo cual indicó que los porcentajes óptimos de sustitución del cemento no son los mismos para todas las investigaciones.

También, para esta investigación, los resultados de las resistencias promedio luego de someter a compresión las probetas realizadas para 15% de sustitución de material cementante fueron, 123.33 kg/cm² durante 7 días de curado, 150.33 kg/cm² durante 14 días y 167.50 kg/cm² durante 28 días, los cuales se analizaron con **Rodríguez y Tibabuzo (2019)** que de igual manera sometieron a compresión sus probetas en las cuales reemplazaron parcialmente el cemento por ceniza de cascarilla de arroz en 15%, de lo cual obtuvieron los siguientes promedios de resistencia a la compresión luego de 7, 14 y 28 días de curado que adquiriendo, 53.855 kg/cm², 119.522 kg/cm² y 137.591 kg/cm² respectivamente, así mismo, en el caso de **Erazo, Lara y Prado (2019)** que en su investigación ya mencionada también reemplazaron el cemento por ceniza de cascarilla de arroz en 15%, para lo cual sus resultados de promedios de resistencia a la compresión fueron, 44.358 kg/cm² luego de 7 días de curar las probetas, 64.446 kg/cm² luego de 14 días y 83.209 kg/cm² luego de 28 días, por último **Timoteo (2021)** indicó en su investigación que obtuvo los siguientes resultados luego de someter a compresión sus probetas hechas en base a 15% de reemplazo parcial del cemento por ceniza de madera de eucalipto, las cuales fueron, 157 kg/cm² a los 7 días de curado, 187 kg/cm² a los 14 días y 231 kg/cm² a los 28 días, en consecuencia, se recalcó que en este caso Timoteo también obtuvo el mayor resultado (231 kg/cm²) pero no fue su porcentaje óptimo de sustitución.

VI. CONCLUSIONES

1. Concluimos que las propiedades físicas del agregado fino fueron: 5.05% de contenido de humedad, 3.39 de módulo de finura, 1614 kg/m³ de peso seco suelto, 1889 kg/m³ peso seco compactado, 2.51 Tn/m³ de peso específico y 1.78% de absorción. Así mismo, para el agregado grueso fueron: 0.87% de contenido de humedad, 1347 kg/m³ de peso seco suelto, 1506 kg/m³ de peso seco compactado, 2.66 Tn/m³ de peso específico y 0.44% de absorción. Y la propiedad de la composición químicos de la muestra de ceniza de madera de pino expresada en óxidos, fueron: 1.94% de SiO₂, 28.40% de CaO, 6.36% de Al₂O₃ y 0.52% de Fe₂O₃.
2. Concluimos que la proporción en peso del diseño de mezcla para 1m³ de concreto, fue de: 391.8 kg de cemento, 1013.9 kg de agregado fino, 805.1 kg de agregado grueso y 153.3 lts de agua de mezcla. Y la cantidad total de materiales que se utilizó para la elaboración de la mezcla de concreto para las 40 probetas, fue de: 88.4 kg de cemento, 7.2 kg de ceniza de madera de pino, 247.2 kg de agregado fino, 196.4 kg de agregado grueso y 37.2 lts de agua de mezcla; considerando el 15% de desperdicio para cada uno.
3. Concluimos que la resistencia a la compresión promedio al cabo de los 28 días para el concreto patrón fue de 335 kg/cm², seguido del concreto patrón más el 5% de ceniza de madera de pino que fue de 304 kg/cm², luego del concreto patrón más el 10% de ceniza de madera de pino que fue de 220.25 kg/cm² y por último del concreto patrón más el 15% de ceniza de madera de pino que fue de 167.50 kg/cm²
4. Respecto a la hipótesis general: Concluimos que la sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón f'_c=210 kg/cm², esto se debe a que mientras más porcentaje de ceniza se agregue la resistencia es menor, sin embargo, cuando el agregado es 5% la resistencia resulta ser estadísticamente igual al patrón en los periodos 7, 14 y 28 días.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda que el agregado a utilizarse para conocer sus propiedades físicas en el laboratorio, esté libre de agentes contaminantes. De la misma manera para la ceniza de madera de pino, porque la presencia de alguna partícula ajena a su composición, influye en los resultados.
- 2.** Se recomienda realizar la conversión de la proporción en volumen obtenido del diseño de mezcla a peso, para simplificar los cálculos al determinar la cantidad de materiales a utilizar.
- 3.** Se recomienda el reemplazo del cemento por la ceniza de madera de pino en un 5% de su peso, porque fue el porcentaje que mayor resistencia a la compresión alcanzó a los 28 días (304 kg/cm^2) en comparación del 10% y el 15%. Así mismo, superó su diseño de 210 kg/cm^2 .
- 4.** Respecto a la hipótesis general: Se recomienda fomentar futuras investigaciones para analizar la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm^2 con porcentajes de ceniza de madera de pino menores al 5%.

REFERENCIAS

1. VALENCIA, Plinio y QUINTANA, Cristian. Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 20. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6378/5/Trabajo%20de%20grado%20Fibra%20de%20Acero.pdf>
2. BARENGUER, Romildo, NOGUERIA, Fernando, MARDEN, Sandro, BARRETO, Eliana, HELENE, Paulo y MELO, Antonio. “La influencia de las cenizas de bagazo de caña de azúcar como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a la compresión de los morteros”. Revista ALCONPAT, 8 (1), pp. 30 – 37. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/187/302>
ISSN: 2007 - 6835
3. CHULIM, Dianely, YELADAQUI, Alberto y TREJO, Danna. “Propiedades físico-mecánicas del concreto con sustitución parcial de ceniza de bagazo de caña de azúcar”. Revista AvaCient, año 4, núm.2, VII, julio-diciembre 2019, Edición Especial, pp. 87-93. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <http://www.itchetumal.edu.mx/images/2019/12DICIEMBRE/AVACIENT/2/9.pdf>
ISSN: 2594 - 018X
4. ANGULO, Obed y VIERA, Juan. “Evaluación del efecto de la ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a la compresión de concretos simples”. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Córdoba: Universidad de Córdoba, 2019. Disponible en: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/2593/ANGULO%20ZABALA%20OBED-VIERA%20RODRIGUEZ%20JUAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. RODRIGUEZ, Anyi y TIBABUZO, María. “Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico”. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Villavicencio: Universidad Santo Tomás, 2019. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15589/2019anyirodr%C3%ADguez?sequence=1>

6. ERAZO, Wilson, LARA, José y PRADO, Lucas. "Evaluación de las propiedades físicomecánicas de cubos de mortero utilizando cenizas de cascarilla de arroz como sustituto parcial del cemento". Revista Erasmus Semilleros de Investigación, enero-diciembre 2019;4(1): 111-123. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://journalusco.edu.co/index.php/erasmus/article/download/2542/3780?inline=1>
ISSN: 2590 - 759X
7. COQUE, Leonardo y LECHON, Tania. "Diseño de hormigón de alto desempeño tipo I con y sin adición de cenizas de cascarilla y paja de trigo". Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, 2021. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/22770/1/T-UCE-0011-ICF-289.pdf>
8. GALICIA, Mónica y VELÁSQUEZ, Marco. "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ". Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2016. Disponible en: <https://docplayer.es/88795493-Facultad-de-ingenieria-y-arquitectura.html>
9. PASTOR, Hary. "Efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto". Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/29333/pastor_sh.pdf?sequence=1&isAllowed=y
10. FARFÁN, Marlon y PASTOR, Hary. Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto. UCV- Hacer: Revista de Investigación y Cultura, Universidad César Vallejo [en línea]. 2018, 7(3), 25-31. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5217/521758012002/html/>
ISSN: 2305-8552
11. CHACHI, Zoraida. "Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz". Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Tarma: Universidad

- Católica Sedes Sapientiae, 2019. Disponible en:
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/723>
12. RODRIGUEZ, Luis y MONTALVAN, Yosvany. “Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en la resistencia a compresión del concreto, San Martín – Perú 2021. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). San Martín: Universidad Científica del Perú, 2021. Disponible en:
<https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/723>
 13. AMASIFUEN, Romer y ROMERO, Jesabel. “Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín – 2020”. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú, 2020. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1649>
 14. MORENO, Jessica. Análisis comparativo de las propiedades mecánicas en un concreto adicionando 1% y 3% alambre galvanizado, Huaraz, 2021. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73777/Moreno_MJJ-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 15. QUITO, Carlos y TRUJILLO, Dante. “Evaluación de la adición de fibras de cabello humano en la resistencia a compresión de concreto $f'c=175$ kg/cm², Huaraz-2021”. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75432>
 16. TIMOTEO, Yomer. Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² – 2021. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85877/Timoteo_CYR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
 17. BARRETO, Ángel y HARO, Gaby. “Sustitución de agregado reciclado grueso al 10%, 20% y 50% en el comportamiento mecánico de un concreto $f'c=280$ kg/cm², Huaraz, 2021”. Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73571/Barreto_RAM-Haro_RGG-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

18. MAGUIÑA, Emerson. "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=280$ kg/cm², sustituyendo porcentualmente el cemento por ceniza de cascara de papa, Huaraz, 2022". Tesis (Licenciatura en Ingeniería Civil). Huaraz: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/96387/Magui%203%b1a_VEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
19. SEGURA, Luis; SIGUENZA, Robert; SOLAR, Miguel y ZAMORA, Jesús. Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto. *Universidad y Sociedad* [online]. 2022, vol.14, n.1 [citado 2022-05-13], pp.179-192. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000100179&lng=es&nrm=iso>. ISSN: 2218-3620.
20. MORENO, Eric; SOLIS, Rómel; VARELA, Jorge y GOMEZ, Marco. Resistencia a tensión del concreto elaborado con agregado calizo de alta absorción. *Concr. cem. investig. desarro* [online]. 2016, vol.8, n.1 [citado 2022-05-28], pp.35-45. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112016000200035&lng=es&nrm=iso>. ISSN: 2007-3011.
21. ACI Committee. (2009). ACI 211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. USA: American Concrete Institute. Disponible en: https://www.academia.edu/38504100/ACI_211_1_91_Standard_Practice_for_Selecting_Proportions_for_Normal_Heavyweight_and_Mass_Concrete
22. DO COUTO, Álisson Franco et al. Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *Dyna rev.fac.nac.minas* [online]. 2019, vol.86, n.208 [cited 2022-05-28], pp.264-270. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000100264&lng=en&nrm=iso>. ISSN: 0012-7353

- 23.** ESPINOZA, E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. Revista Conrado, 14(65), 39-49. Disponible en: <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- 24.** ARIAS, Jesús; VILLASÍS, Miguel y MIRANDA, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, vol. 63, núm. 2, abril-junio, 2016, pp. 201-206 Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergia, A.C. Ciudad de México, México. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
ISSN: 0002-5151
- 25.** LOPEZ, Pedro. Población muestra y muestreo. *Punto Cero* [online]. 2016, vol.09, n.08 [citado 2022-05-29], pp.69-74. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso.
ISSN: 1815-0276.
- 26.** ASTM C566. Método de ensayo normalizado para determinar el contenido de humedad total evaporado de los áridos por secado. Publicada en marzo de 1997. Disponible en: <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-veracruzana/tecnologia-del-concreto/astm-c-566-97-normas-astm-pdf-en-espanol/10703476>
- 27.** ASTM C136. Método de prueba estándar para análisis de tamiz de agregados finos y gruesos. Publicada en junio de 2001. Disponible en: <https://ensayosdelaboratoriosuelos.files.wordpress.com/2015/12/astm-c-136.pdf>
- 28.** ASTM C29. Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos. Publicada en septiembre de 1997. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/362029309/ASTM-C29-Peso-Unitario>
- 29.** ASTM C128. Método de prueba estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado fino. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/pontificia-universidad-catolica-del-peru/tecnologia-1/norma-astm-c-128-07-metodo-de-prueba-estandar-para-determinar-la-densidad-densidad-relativa-gravedad-especifica-y-absorcion-de-agregado-fino/20625113>

- 30.** NTP 339.185. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª ed. Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2013, 8 pp. Disponible en: https://kupdf.net/download/ntp-3391852013-agregados-metodo-contenido-de-humedad-total-evaporable-de-agregados-por-secado_59c03b5808bbc55813686f84_pdf
- 31.** NTP 400.010. AGREGADOS: Extracción y preparación de las muestras. 2ª ed. Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2001. 6 pp. Disponible en: <https://es.slideshare.net/ricardocivil79/extraccin-y-preparacin-de-las-muestras-ntp-400010>
- 32.** NTP 400.012. AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 2ª ed. Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2001, 18 pp. Disponible en: <https://es.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-agregadoa-400012>
- 33.** NTP 400.017. AGREGADOS: Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. 2ª ed. Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 1999. 10 pp. Disponible en: https://es.slideshare.net/Richard_C/norma-tecnicaperuanatres2
- 34.** NTP 400.021. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. 2ª ed. Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2002. 8 pp. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/365008661/NTP-400-021-2002-peso-especifico-y-absorcion-agregado-grueso-pdf>
- 35.** NTP 400.022. AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 2ª ed. Perú: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 2013. 20 pp. Disponible en: https://kupdf.net/download/ntp-4000222013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino_59c03df208bbc5f314686f9e_pdf
- 36.** FLORENCIA, M. *La ética de la investigación*. Tesis de maestría. Universidad Flacso, Argentina, 2019. [Consultado el 09 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/5927/2/TFLACSO-2013MFS.pdf>

- 37.**HERNÁNDEZ y CONTRERAS (2018). Resistencia a la compresión del concreto. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/328199242_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION_DEL_CONCRETO/link/5bbe149e92851c4efd541efe/download.
- 38.**VILASÍS y MIRANDA (2016) El protocolo de investigación IV: las variables de estudio. Revista Alergia México. Colegio Mexicano de Inmunología Clínica y Alergia, A.C. México. vol. 63, núm. 3, pp. 303-310. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755025003.pdf>.
- 39.**ALAN, David y CORTEZ, Liliana. Procesos y fundamentos de la investigación científica. Utmach: Repositorio Digital, Universidad Técnica de Machala [en línea]. 2018. [Fecha de consulta: 04 de julio de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>
ISBN: 978-9942-24-093-4
- 40.**JORGE J. Diseño de mezcla de concreto permeable utilizando diferentes porcentajes de agregado fino y aditivos en la ciudad de Chiclayo. Tesis de grado. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú, 2021. [Consultado el 09 de junio 2022]. Disponible en: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/3189>
- 41.**ELSA A. Análisis de calidad de agregados para el diseño de mezclas de concreto $f'c:210\text{kg/cm}^2$ y $f'c:245\text{kg/cm}^2$, Distrito de Bagua-Amazonas. Tesis de grado. Universidad César Vallejo, Perú, 2019. [Consultado el 08 de junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35370>
- 42.**INGRID R. Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este. Tesis de grado. Universidad Ricardo Palma, Perú, 2018. [Consultado el 08 de junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1635/TESIS%20REYES%20MONTROYA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 43.**YOSELIN B. Aplicación de ceniza de madera de fondo para estabilizar la subrasante en Avenida San Felipe con Universitaria, Comas. Tesis de grado. Universidad César Vallejo, Perú, 2020. [Consultado el 07 de junio 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55918>

- 44.** LUNA, Briggitt y BUSTILLOS, Junior. "Propuesta de mejora en el proceso de clinkerización para reducir la contaminación ambiental en Lima". Tesis (Licenciatura en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2021. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655130/Luna_G_B.pdf?sequence=3
- 45.** ENNOMOTIVE. "Producción de cemento: Cómo reducir las emisiones de CO2". [Consultado el 20 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.ennomotive.com/es/produccion-de-cemento/>
- 46.** ROBBIE, Andrew. "La industria del cemento duplicó sus emisiones en 20 años". [Consultado el 20 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.comunicarseweb.com/noticia/la-industria-del-cemento-duplico-sus-emisiones-en-20-anos>
- 47.** ASOCEM. "Reporte estadístico mensual de agosto 2022". [Consultado el 20 de septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte-estadistico-mensual-agosto-2022>
- 48.** UMACON. "Cemento Portland". [Consultado el 25 de septiembre 2022]. Disponible en: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-cemento-portland-tipos-y-caracteristicas/413>
- 49.** PAUCARPOMA, Luis. "Propiedades del concreto estructural, obtenido a partir del agregado global natural, de canteras de San Lorenzo, Rio Marañón, Perú. 2020". Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Loreto: Universidad Científica del Perú, 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1533/PAUCARPOMA%20OBISPO%20LUIS%20ANGEL%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 50.** SOLIER, Agustín. "Análisis comparativo de los métodos modelo matemático y ACI 211 para conocer la resistencia del concreto Lima 2020". Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/56535/Solier_GA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 51.** ARRIETA, Ronald y MEDINA, Daniel. "Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de procedencia nacional". Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del

- Perú, 2019. Disponible en:
https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/14552/ARRIETA_ZAPATA RONALD_OPTIMIZACION_DISEÑO_MEZCLAS.pdf?sequence=1
- 52.** CAMAC, Jesús. “Influencia al incorporar vidrio de sosa, cal y sílice en la resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”. Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana los Andes, 2018. Disponible en:
<https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/793/CAMAC%20RAMOS%20JESUS%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 53.** SAAVEDRA, Julio y ORTEGA, Carmen. “Comportamiento mecánico a la flexión y compresión del concreto reforzado con fibra de fique en vigas y cilindros”. Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2020. Disponible en:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/25825/1/DOCUMENTO%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- 54.** VIVAS, Karol. “Diseño de un hormigón liviano elaborado con ceniza de madera como sustituto parcial del agregado fino”. Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. Disponible en:
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24052/1/Tesis%201052%20-%20Vivas%20Villarreal%20Karol%20Natal%20C3%AD.pdf>
- 55.** AYUQUE, Eduardo. “Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica”. Tesis (Licenciatura en Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2019. Disponible en:
<https://repositorio.unh.edu.pe/items/4a8fa366-eac7-4e8c-9e27-7af5698f1282>
- 56.** BRAHMAN. “Tipos de horno para panadería y pastelería”. [Consultado el 28 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://proingra.com/ctipos-de-horno-para-panaderia-y-pasteleria/>
- 57.** Pérez, V. 1991. Manual de construcción en maderas. Manual N°10, 2ª edición, Vols. 1 y 2. Instituto Forestal / Corporación de Fomento de la producción. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/6646>

- 58.** GOMEZ, Domínguez Jorge. Materiales de construcción. Consultado el 25 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.libreriaingeniero.com/2021/10/materiales-de-construccion-jorge-gomez-dominguez.html>
- 59.** RNE. 2019. Reglamento nacional de edificaciones. Consultado el 20 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- 60.** N.T.P 339.047. 2006. Hormigón. Consultado el 28 de septiembre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/363390093/NTP-339-047-2006>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I.: CENIZA DE MADERA DE PINO	La ceniza de madera de pino, es un compuesto mineral producto del proceso de combustión de la madera de pino, que cuenta con propiedades químicas que favorecen su uso como aditivo para el concreto (Do Couto, 2019, p. 265)	El porcentaje de ceniza de madera de pino, se determinará en relación al volumen que ocupa el concreto en una probeta.	PORCENTAJE DE CENIZA	5%	Ordinal
				10%	
				15%	
V.D.: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO	Es la característica principal de las propiedades mecánicas del concreto porque tiene la capacidad de soportar cargas de rotura relacionadas con el área de la sección transversal. Así mismo, se expresa en esfuerzos como kg/cm ² y MPa. (Hernández, Gómez, Contreras y Padilla, 2018, p. 1)	La resistencia a la compresión del concreto en estudio, se va medir mediante el ensayo de rotura de probetas.	DISEÑO DE MEZCLA	210 kg/cm ²	Razón
			ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/Cm ²)	7 días	
				14 días	
				28 días	

Fuente: elaboración propia (2022).

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL
"Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ Kg/Cm², con adición de ceniza de madera de pino, Huaraz 2022"	¿Cuál será la influencia de la sustitución del cemento para diferentes porcentajes de ceniza de madera de pino en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² ?	Determinar la influencia de la sustitución del cemento para diferentes porcentajes de ceniza de madera de pino en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² .	La sustitución del cemento con diferentes porcentajes de cenizas de madera de pino influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² .
	PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	
	¿Cuáles serán las características de las propiedades de los materiales empleados para el concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² y la ceniza de madera de pino?	Describir las características de las propiedades de los materiales empleados para el concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² y la ceniza de madera de pino.	
	¿Cuál será el diseño de mezcla para determinar las cantidades requeridas de los materiales para la mezcla de concreto?	Realizar el diseño de mezcla para determinar las cantidades requeridas de los materiales para la mezcla del concreto.	
¿Cuáles serán las resistencias de los ensayos a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza de madera de pino en un 5%, 10% y 15%?	Determinar las resistencias de los ensayos a la compresión del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm ² y con la sustitución en porcentaje de peso del cemento por ceniza de madera de pino en un 5%, 10% y 15%.		

Fuente: elaboración propia (2022)

Anexo 3. Certificación de calibración de los equipos de medición del laboratorio MATHLAB



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN
CON SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP-ISO/IEC 17025



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

EXPEDIENTE : EXP - 5466ET1 - 2022
SOLICITANTE : MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L

N° DE CERTIFICADO
MT - 0169 - 2022

Dirección : Jr. Simón Bolívar Nro.1430 Barrio De Villon Alto Ancash - Huaraz - Huaraz

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones en metrología según procedimientos de calibración validados o normalizados.

EQUIPO DE CALIBRACIÓN : HORNO
Marca : Metrotest
Modelo : MS-H3
N° de Serie : 565
Código de identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio De Mathlab
Procedencia : Perú
Tipo de Ventilación : Forzada
Superficies Internas : 5

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados.

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2022-01-11
Fecha de emisión : 2022-01-14
Lugar de calibración : Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.

METRINDUST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.



Dennis Gamarra Rodríguez
Gerente Técnico

Certificado : MT - 0169 - 2022

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,5 °C	23,3 °C
Humedad	58,0 %hr	58,0 %hr

PATRONES DE REFERENCIA

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

TRAZABILIDAD	PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Patrones de referencia de INACAL - DM	Termómetro Digital	LT - 092 - 2021
Patrones de referencia de UNIMETRO	Multímetro Digital	CE - 135 - 2021
Patrones de referencia de INACAL - DM	Cronómetro de resolución de 0,001 s	LTF - C - 119 - 2021

OBSERVACIÓN

- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el equipo cumple con los límites especificados de temperatura.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento y estabilización de 120 minutos.
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5.
- La calibración se realizó con 10% de la carga típica.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Especificaciones de los instrumentos del equipo

Descripción	Termómetro Controlador
Temperatura de trabajo (°C)	110 °C
Resolución (°C)	1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Página 2 de 5

Certificado : MT - 0169 - 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	111,0	110,80	107,05	109,65	107,30	113,95	112,95	114,55	114,85	106,90	113,50	111,15	7,95
02	110,0	110,05	107,75	108,75	106,00	114,10	113,15	114,85	114,85	105,85	112,90	110,81	9,00
04	111,0	111,00	107,05	109,75	106,15	113,90	112,95	114,65	114,95	106,40	112,15	110,90	8,80
06	110,0	110,85	107,45	108,80	106,30	114,05	113,65	114,80	114,60	106,60	113,65	111,08	8,50
08	111,0	110,10	106,85	109,70	106,55	114,05	112,95	114,50	114,85	106,25	111,70	110,75	8,60
10	111,0	110,70	107,45	108,80	107,15	114,05	112,90	114,85	114,70	107,30	113,50	111,14	7,70
12	110,0	110,55	107,15	109,60	106,05	113,80	113,15	114,45	114,75	106,45	112,60	110,86	8,70
14	111,0	110,25	107,50	108,90	106,55	114,15	112,55	114,70	114,70	106,65	112,30	110,83	8,15
16	110,0	110,75	106,95	109,75	106,50	113,80	113,45	114,55	114,95	107,00	113,80	111,15	8,45
18	111,0	110,25	107,90	108,55	106,25	113,80	112,80	114,70	114,80	106,35	112,15	110,76	8,55
20	110,0	111,15	107,05	109,65	107,30	113,65	112,80	114,35	114,75	107,45	112,85	111,10	7,70
22	111,0	110,50	107,50	108,55	106,40	114,00	113,10	114,60	114,90	106,55	113,25	110,94	8,50
24	110,0	111,30	107,10	109,60	106,55	113,50	112,75	114,45	114,60	106,95	111,75	110,86	8,05
26	111,0	110,50	107,45	108,75	107,25	114,05	113,55	114,60	114,85	107,60	114,20	111,28	7,60
28	110,0	111,30	106,85	109,65	106,65	113,80	112,85	114,35	114,60	106,55	112,60	110,92	8,05
30	111,0	110,40	108,20	108,80	107,90	113,70	112,90	114,55	114,65	107,80	113,35	111,23	6,85
32	110,0	111,30	106,90	109,65	106,65	113,50	113,15	114,15	114,50	106,70	113,35	110,99	7,85
34	111,0	110,60	108,25	109,05	107,50	113,55	112,60	114,55	114,95	107,35	112,20	111,06	7,60
36	110,0	111,45	106,90	109,75	106,95	113,10	113,10	113,95	114,85	107,45	113,70	111,12	7,95
38	111,0	110,80	107,90	109,60	107,20	113,15	112,85	114,60	114,75	107,10	111,80	110,96	7,65
40	110,0	111,30	107,45	109,20	107,80	113,60	113,25	114,15	114,60	108,15	114,10	111,36	7,15
42	111,0	110,70	107,45	109,55	106,85	113,25	112,50	114,30	114,80	107,15	112,50	110,91	7,95
44	110,0	111,50	107,60	108,85	108,55	113,60	112,90	114,50	114,75	108,30	113,70	111,43	7,15
46	111,0	110,60	107,10	109,80	107,25	113,15	113,15	114,15	114,70	107,40	113,40	111,07	7,60
48	110,0	111,35	108,30	109,60	108,75	113,00	112,70	114,45	114,80	108,35	113,25	111,46	6,50
50	111,0	110,70	107,25	109,25	107,40	113,35	113,10	113,85	114,45	107,70	113,25	111,03	7,20
52	110,0	111,30	108,00	109,85	108,85	113,65	112,55	114,45	114,45	108,20	112,70	111,40	6,45
54	111,0	110,65	107,55	108,85	107,60	113,40	113,05	114,10	114,60	107,90	113,55	111,13	7,05
56	110,0	111,20	107,45	109,80	108,45	113,05	112,60	114,30	114,75	108,00	112,70	111,23	7,30
58	111,0	110,55	108,45	109,15	107,40	113,55	113,05	114,50	114,75	107,75	113,45	111,26	7,35
60	110,0	111,50	107,25	110,00	108,70	112,95	112,60	113,90	114,90	108,05	113,60	111,35	7,65
T. PROM	110,5	110,84	107,45	109,33	107,19	113,62	112,95	114,43	114,73	107,23	113,02	111,08	
T. MAX	111,0	111,50	108,45	110,00	108,85	114,15	113,85	114,85	114,95	108,35	114,20		
T. MIN	110,0	110,05	106,85	108,55	106,00	112,95	112,50	113,85	114,45	105,85	111,70		
DTT	1,00	1,45	1,60	1,45	2,85	1,20	1,15	1,00	0,50	2,50	2,50		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,95	0,21
Mínima Temperatura Medida	105,85	0,37
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,85	0,04
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,55	0,44
Estabilidad Medida (±)	1,43	0,02
Uniformidad Medida	9,00	0,31

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom : Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición en un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima.

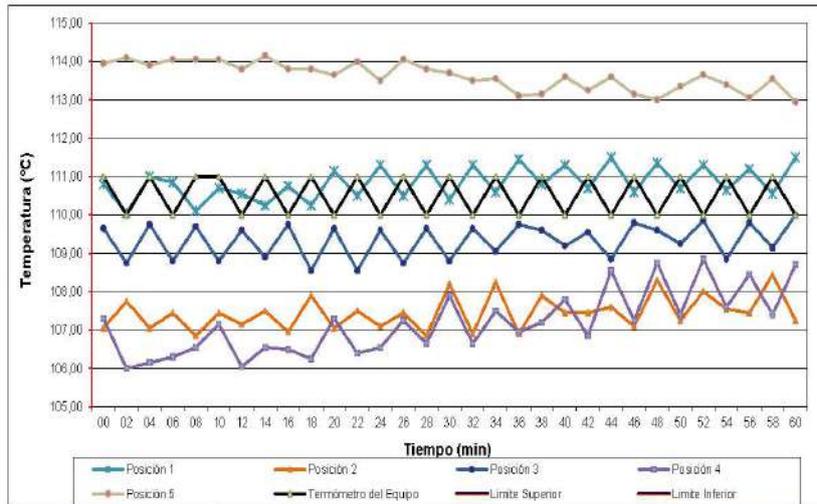
T.MIN : Temperatura mínima.

DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

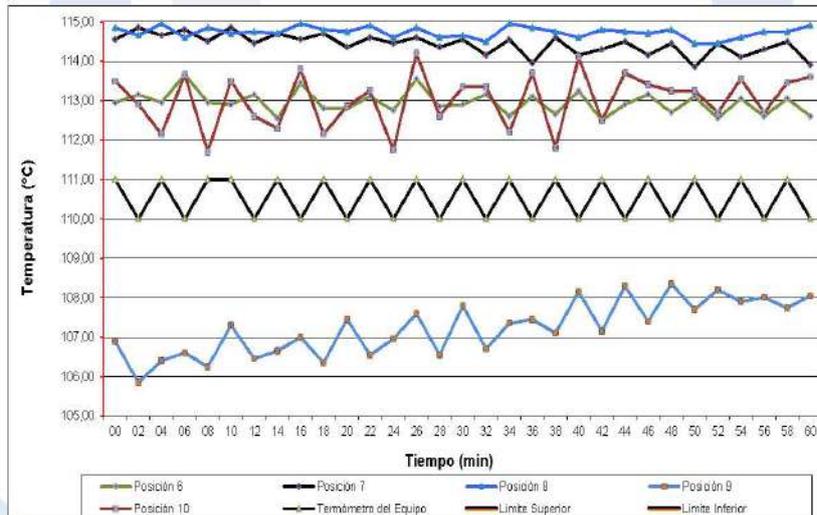
Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma 0,06 °C

Página 3 de 5

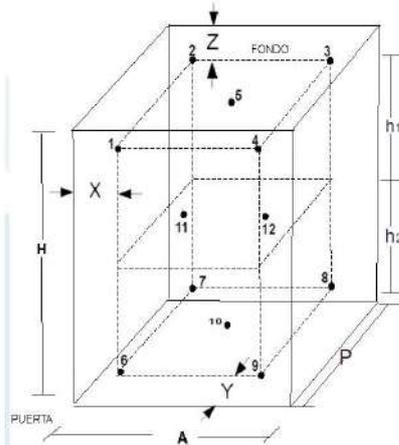
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 10 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 10 °C



Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 45,0 cm
H= 60,0 cm
P= 45,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 4,5 cm
Z= 6,0 cm
Y= 4,5 cm

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la parilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



**** FIN DEL DOCUMENTO ****

Certificado de Calibración

TC - 14537 - 2022

Proforma : 13042A Fecha de emisión : 2022-08-05

Solicitante : **MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.**
Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto Ancash-Huaraz-Huaraz

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : SPX 622
N° de Serie : B912397966
Capacidad Máxima : 620 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,01 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,2 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2022-08-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Certificado de Calibración
TC - 14537 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE22-C-0828 Junio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,4 °C	17,3 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	300,000	300,00	4	1	1	600,000	600,00	5	0
2		300,00	4	1	2		600,00	5	0
3		300,00	4	1	3		600,00	5	0
4		300,00	4	1	4		600,00	5	0
5		300,00	4	1	5		600,00	5	0
6		300,01	6	9	6		600,01	7	8
7		300,01	6	9	7		600,01	7	8
8		300,00	5	0	8		600,01	7	8
9		300,00	5	0	9		600,01	7	8
10		300,00	5	0	10		600,01	7	8
Emáx - Emín (mg)				9	Emáx - Emín (mg)				8
error máximo permitido (±mg)				30	error máximo permitido (±mg)				30

Certificado de Calibración

TC - 14536 - 2022

Profoma : 13042A Fecha de emisión : 2022-08-05

Solicitante : MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.
Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto Ancash-Huaraz-Huaraz

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : PERUTEST
Modelo : WT 60001 GF
N° de Serie : 200803055
Capacidad Máxima : 6000 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : No indica
N° de Parte : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2022-08-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Certificado de Calibración
TC - 14536 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE22-C-0828 Junio 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-210-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,4 °C	17,4 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 000,00	3 000,0	0,02	0,03	1	6 000,00	6 000,0	0,05	0,00
2		3 000,0	0,02	0,03	2		6 000,0	0,05	0,00
3		3 000,0	0,02	0,03	3		6 000,0	0,05	0,00
4		3 000,0	0,02	0,03	4		6 000,0	0,05	0,00
5		3 000,1	0,04	0,11	5		6 000,1	0,07	0,08
6		3 000,1	0,04	0,11	6		6 000,1	0,07	0,08
7		3 000,0	0,02	0,03	7		6 000,1	0,07	0,08
8		3 000,1	0,04	0,11	8		6 000,0	0,06	-0,01
9		3 000,0	0,03	0,02	9		6 000,0	0,06	-0,01
10		3 000,0	0,03	0,02	10		6 000,0	0,06	-0,01
Emáx - Emin (g)				0,09	Emáx - Emin (g)				0,09
error máximo permitido ($\pm g$)				0,30	error máximo permitido ($\pm g$)				0,30

Certificado de Calibración
TC - 14536 - 2022

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,4 °C	17,4 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)		Ec (g)
1	1,00	1,0	0,05	0,00	2 000,00	2 000,1	0,06	0,09	0,09	0,20
2		1,0	0,05	0,00		2 000,1	0,06	0,09	0,09	
3		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,05	0,00	0,01	
4		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,05	0,00	0,01	
5		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,05	0,00	0,01	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,4 °C	17,4 °C
Humedad Relativa	60 %	60 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,05	0,00	0,00	5,0	0,05	0,00	0,00	0,10
100,00	100,0	0,05	0,00	0,00	100,0	0,05	0,00	0,00	0,10
1 000,00	1 000,0	0,05	0,00	0,00	1 000,0	0,05	0,00	0,00	0,20
1 200,00	1 200,0	0,05	0,00	0,00	1 200,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 500,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
2 000,00	2 000,1	0,07	0,08	0,08	2 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,20
3 000,01	3 000,1	0,06	0,08	0,08	3 000,0	0,06	-0,02	-0,02	0,30
4 000,00	4 000,1	0,07	0,08	0,08	4 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,30
5 000,02	5 000,1	0,07	0,06	0,06	5 000,0	0,06	-0,03	-0,03	0,30
6 000,02	6 000,1	0,08	0,05	0,05	6 000,1	0,07	0,06	0,06	0,30

Donde:

I : Indicación de la balanza
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)
ΔL : Carga adicional
E : Error del instrumento
Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 1,39 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_E = 2 \times \sqrt{2,62 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,21 \times 10^{-9} \times R^2}$

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 6 002,0 g para una carga de valor nominal 6000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento

Certificado de Calibración

TC - 14535 - 2022

Proforma : 13042A Fecha de emisión : 2022-08-05

Solicitante : **MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.**
Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto Ancash-Huaraz-Huaraz

Instrumento de medición : **Balanza**
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30ZH
N° de Serie : B847537435
Capacidad Máxima : 30 kg
Resolución : 0,001 kg
División de Verificación : 0,01 kg
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 0,2 kg
Procedencia : China
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 8 °C
Fecha de Calibración : 2022-08-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-00555-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-06242-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-06243-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-06244-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-06245-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,3 °C	17,3 °C
Humedad Relativa	48 %	48 %

Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15	15,000	0,5	0,0	1	30	30,000	0,6	-0,1
2		15,000	0,5	0,0	2		30,001	0,7	0,8
3		15,000	0,5	0,0	3		30,001	0,7	0,8
4		15,000	0,5	0,0	4		30,001	0,8	0,7
5		15,000	0,6	-0,1	5		30,001	0,8	0,7
6		15,001	0,7	0,8	6		30,001	0,7	0,8
7		15,001	0,7	0,8	7		30,000	0,5	0,0
8		15,001	0,7	0,8	8		30,000	0,6	-0,1
9		15,001	0,7	0,8	9		30,000	0,6	-0,1
10		15,000	0,6	-0,1	10		30,000	0,6	-0,1
Emax - Emin (g)				0,9	Emax - Emin (g)				0,9
e.m.p. ± (g)				20	e.m.p. ± (g)				30

Certificado de Calibración
TC - 14535 - 2022

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,3 °C	17,3 °C
Humedad Relativa	48 %	48 %

Nº	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	0,1	0,100	0,5	0,0	10	10,001	0,4	1,1	1,1	20
2		0,100	0,6	-0,1		10,001	0,5	1,0	1,1	
3		0,100	0,5	0,0		10,001	0,6	0,9	0,9	
4		0,100	0,7	-0,2		10,002	0,6	1,9	2,1	
5		0,100	0,8	-0,3		10,002	0,6	1,9	2,2	

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	17,3 °C	17,3 °C
Humedad Relativa	48 %	48 %

Carga (kg)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100 0	0,100	0,5	0,0						
0,200 0	0,200	0,5	0,0	0,0	0,200	0,5	0,0	0,0	10
1,000 0	1,000	0,5	0,0	0,0	1,000	0,5	0,0	0,0	10
2,000 0	2,000	0,5	0,0	0,0	2,000	0,6	-0,1	-0,1	10
6,000 0	6,000	0,5	0,0	0,0	6,000	0,6	-0,1	-0,1	20
10,000 3	10,000	0,6	-0,4	-0,4	10,000	0,6	-0,4	-0,4	20
12,000 3	12,000	0,6	-0,4	-0,4	12,000	0,6	-0,4	-0,4	20
15,000 3	15,000	0,6	-0,4	-0,4	15,000	0,6	-0,4	-0,4	20
20,000 7	20,001	0,7	0,1	0,1	20,000	0,5	-0,7	-0,7	20
25,000 7	25,002	0,8	1,0	1,0	25,000	0,6	-0,8	-0,8	30
30,001 0	30,002	0,8	0,7	0,7	30,000	0,6	-1,1	-1,1	30

Donde:

I : Indicación de la balanza
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada
E : Error encontrado

Eo : Error en cero
Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

Lectura Corregida	=	$R + 7,68 \times 10^{-7} \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ kg}^2 + 3,55 \times 10^{-9} \times R^2}$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (kg)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
La indicación de la balanza fue de 29,992 kg para una carga de valor nominal 30 kg.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-14534-2022

PROFORMA : 13042A

Fecha de emisión : 2022 - 08 - 05

Página : 1 de 2

SOLICITANTE: MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Dirección : Jr. Simon Bolivar Nro. 1430 Barrio De Villon Alto Áncash - Huaraz - Huaraz

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO

Marca : METROTEST
Modelo : HID- 001
N° Serie : MTT-024
Intervalo de indicación : 1000 kN
Resolución : 0,01 kN
Procedencia : No Indica
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022 - 08 - 04

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MATHLAB INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando un instrumento patrón calibrado.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	17,6°C	17,9°C
HUMEDAD RELATIVA	48,0%	48,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión LFP 01 007 Clase de exactitud: 0,005 %	MANOMETRO PATRÓN 0,05 % 0 bar a 700 bar	LFP - C - 093 - 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kN)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
10,12	9,94	0,18	0,01
50,08	49,13	0,95	0,01
100,13	98,21	1,92	0,01
200,08	196,22	3,86	0,01
300,12	294,33	5,79	0,01
400,08	392,32	7,76	0,01
500,10	490,37	9,73	0,01
600,08	591,52	8,56	0,01
800,15	789,23	10,92	0,01

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 4. Informe técnico de revisión y diagnóstico del equipo de laboratorio
LABICER – UNI

INFORME TÉCNICO

Cliente: **LABICER - UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

AV. TUPAC AMARU NRO. 210 RIMAC - LIMA.

EQUIPO	MARCA MODELO
ESPECTRÓMETRO DE RAYOS X	SHIMADZU EDX - 800HS2

LABORATORIO	SERIE	FECHA DE INFORME
LABICER	Q22644900233	24 - 01 - 2022

Tipo de Servicio : Revision y Diagnostico ✓

Fecha del Servicio : 24 – 01 - 2022

UNIVERSO CIENTIFICO	LABICER	FECHA
 Edgar Bravo Garcia Unidad de Instrumentación Analítica		24-01-2022

Trabajo Realizado:

Se revisó el estado general del equipo y sus condiciones de instalación, se hicieron pruebas de uso con estándar 702 (Aluminio). Usando el módulo de mantenimiento del software de control, se ejecutó una calibración fina de Energía/FWHM que no se pudo completar debido a que el equipo necesitaba ser calibrado manualmente.

Luego de ejecutarse una calibración manual en la tarjeta Amplifier PCB, se logró hacer una calibración fina con un resultado satisfactorio de acuerdo al protocolo del fabricante.

En las pruebas hechas al equipo se detectó un sonido anormal cuando se activa el colimador. Se notó presencia de polvo y pelusas en el interior del equipo, tarjetas y mecanismos móviles.

Recomendaciones:

1. Se recomienda llevar a cabo un mantenimiento preventivo para limpiar y lubricar las partes móviles.

Conclusiones:

El equipo EDX-800 se encuentra operativo y cumple con las especificaciones del fabricante SHIMADZU. Se harán las consultas al fabricante para determinar que consumibles deben ser reemplazados y además sobre el sonido anormal cuando se activa el colimador.

UNIVERSO CIENTIFICO	LABICER	FECHA
 <p data-bbox="368 1865 625 1912">Edgar Bravo Garcia Unidad de Instrumentación Analítica</p>		24-01-2022

Anexo 5. Diseño de mezclas de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° DM-029-MATHLAB-2022

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

ARENA GRUESA + PIEDRA CHANCADA DE 3/4"

$f'c$ de diseño = 210 Kg/cm²

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JOSEF
MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

PROYECTO : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

CANTERA AGR. GRUESO : TACLLAN	FECHA : 28/09/2022
CANTERA AGR. FINO : TACLLAN	LUGAR : Huaraz

I DATOS INICIALES:

1.0 RESISTENCIA A LA COMPRESION REQUERIDA	=	210 Kg/cm ²a pedido del solicitante
2.0 FACTOR DE SEGURIDAD	=	84 Kg/cm ²	
3.0 $f_{cr} = f'c + \text{Factor de Seguridad}$	=	294 Kg/cm ²	
4.0 ASENTAMIENTO	=	3 a 4 pulga pedido del solicitante
5.0 CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	=	2.00 %	
6.0 RELACION A/C	=	0.49	
7.0 AGUA DE MEZCLADO	=	190 Kg/m ³	
8.0 CONTENIDO DE CEMENTO	=	391.8 Kg/m ³	= 9.2 bls x m ³

II INSUMOS:

9.0 CEMENTO	: Portland Tipo I ASTM C-150	a pedido del solicitante
	Peso Especifico	=	3120 Kg/m ³segun ficha tecnica
10.0 AGREGADOS	: traído por el interesado		
	Tamaño Maximo	=	3/4 pulg

III CALCULO DEL VOLUMENES

11.0 VOLUMEN ABS. DE CEMENTO	=	0.126 m ³
12.0 VOLUMEN ABS. DEL AGUA	=	0.190 m ³
13.0 VOLUMEN ABS. DE AIRE	=	0.020 m ³
14.0 VOLUMEN ABSOLUTO DE LA PASTA	=	0.336 m ³

IV PROPIEDADES FISICAS DEL AGREGADO FINO

15.0 CONTENIDO DE HUMEDAD	=	5.05 %
16.0 MODULO DE FINEZA	=	3.39
17.0 PESO SECO SUELTO	=	1614 Kg/m ³
18.0 PESO SECO COMPACTADO	=	1889 Kg/m ³
19.0 PESO ESPECIFICO	=	2.51 Tn/m ³
20.0 ABSORCION	=	1.78 %

V PROPIEDADES FISICAS Y VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO

21.0 CONTENIDO DE HUMEDAD	=	0.87 %
22.0 PESO SECO SUELTO	=	1347 Kg/m ³
23.0 PESO SECO COMPACTADO	=	1506 Kg/m ³
24.0 PESO ESPECIFICO	=	2.66 Tn/m ³
25.0 ABSORCION	=	0.44 %
26.0 VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO	=	0.53 m ³
27.0 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	=	798.16 Kg



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Letiva
INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 16296
Especialista en Ensayos y Control de Calidad




Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 600 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com






MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

VI VALORES DE DISEÑO PARA AGREGADO SECO:

28.0 CEMENTO	=	391.8 Kg/m ³
29.0 AGUA DE DISEÑO	=	190.0 Lit/m ³
30.0 PESO DEL CONCRETO	=	2345.0 Kg/m ³
31.0 CONTENIDO DE AGREGADO FINO	=	965.1 Kg/m ³

VII PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCION POR HUMEDAD

32.0 CORRECCION PARA AGREGADO GRUESO	=	805.1 Kg
33.0 CORRECCION PARA AGREGADO FINO	=	1013.9 Kg

VIII AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

34.0 AGUA EFECTIVA EN EL AGREG. GRUESO	=	3.5 Kg
35.0 AGUA EFECTIVA EN EL AGREG. FINO	=	33.2 kg
36.0 AGUA EFECTIVA	=	153.3 kg

IX VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

37.0 CEMENTO	=	391.8 Kg/m ³
38.0 AGUA DE DISEÑO	=	153.3 Lit/m ³
39.0 AGREGADO GRUESO	=	805.1 Kg
40.0 AGREGADO FINO	=	1013.9 Kg

X CANTIDADES EN VOLUMEN

41.0 CEMENTO	391.8 Kg =	9.2 bls	=	0.260 m ³
42.0 AGREGADO GRUESO	0.592 m ³			
43.0 AGREGADO FINO	0.598 m ³			
44.0 AGUA DE MEZCLADO	0.153 m ³ =	153.3 Lts.		

PROPORCIÓN EN VOLUMEN A USAR EN OBRA	CEMENTO	A. GRUESO	A. FINO
	1	2.3	2.3

XI RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

45.0 CEMENTO	391.8 Kg =	9.2 Bolsas
46.0 AGREGADO GRUESO	805.1 Kg	
47.0 AGREGADO FINO	1013.9 Kg	
48.0 AGUA DE MEZCLADO	153.3 Lts.	

OBSERVACIONES:

- * Lavar los agregados, estan sucios, hasta obtener porcentaje permisible de finos.
- * En obra controlar el tamaño máximo del agregado para garantizar la uniformidad del concreto.
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento, etc. Es responsabilidad del solicitante, trabajar en obra con el agregado similar al que trajo al laboratorio y hacer las verificaciones del caso.
- * Realizar todas las pruebas del concreto en estado fresco del concreto en obra, para garantizar el cumplimiento de las propiedades solicitadas por el cliente.
- * Controlar en obra adecuadamente los tiempos durante el proceso del mezclado, para garantizar la correcta fabricación del concreto.
- * Los agregados fueron traídos por el solicitante para sus pruebas respectivas en el laboratorio.

EQUIPOS UTILIZADOS:

- BALANZA 620gr. - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: M-0112-2022
- BALANZA 6000gr. - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0149-2022
- BALANZA 30000gr. - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0151-2022
- CONS. DE ABSORCIÓN Y PISÓN - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: MT-0251-2022



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 | Correo: rubenmathlab@gmail.com



MSc. Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Anexo 6. Contenido de humedad.



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM C566-19 - MTC E 108

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
 MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

PROYECTO : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

CANTERA : TACLLAN	FECHA : 28/09/2022
AGREGADO : TACLLAN	LUGAR : Huaraz

CANTERA	C-01		C-02	
	MA-01 (A. Fino)		MA-01 (A. Grueso)	
FRASCO N°	1	2	3	4
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	1693.00	1731.00	1910.00	2180.00
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	1626.00	1643.00	1892.00	2195.00
(3) Pegua (gr) (1) - (2)	67.00	88.00	18.00	15.00
(4) Pfr (gr)	98.00	105.00	107.00	105.00
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	1528.00	1538.00	1785.00	2080.00
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	4.38	5.72	1.01	0.73
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	5.05%		0.87%	

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo húmedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pegua = Peso del agua

Nota:
 El agregado fue traído por el solicitante, el laboratorio para sus pruebas respectivas.


 Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 162939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Anexo 7. Análisis granulométrico de la arena gruesa.



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo,
Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 - MTC E 204

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JOSEPH
MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

PROYECTO : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

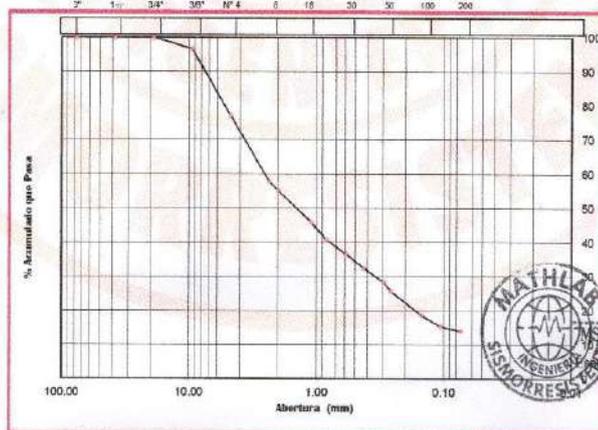
CANTERA : TACLLAN	FECHA : 28/09/2022
AGREGADO : ARENA GRUESA	LUGAR : Huaraz

PESO INICIAL SECO : 1336.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 13.99
 PESO LAVADO SECO : 1322.36 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamizos ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	50.05	3.26	3.26	96.74
No 4	4.750	301.16	19.61	22.87	77.13
No 8	2.360	297.04	19.34	42.20	57.80
No 10	2.000	40.34	2.63	44.83	55.17
No 16	1.100	142.63	9.29	54.12	45.88
No 20	0.840	78.02	5.08	59.20	40.80
No 30	0.590	63.36	4.13	63.32	36.68
No 40	0.425	64.29	4.19	67.51	32.49
No 50	0.297	64.32	4.19	71.69	28.31
No 60	0.260	41.19	2.68	74.36	25.63
No 100	0.149	108.22	7.05	81.42	18.58
No 140	0.106	49.68	3.23	84.65	15.35
No 200	0.074	20.80	1.35	86.01	13.99
> No 200	0.000	3.26	0.08	86.09	
TOTAL		1322.36	86.09		

Nota: Límite máximo de finos = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
-------	-------	-------



GRAVA (%) = 22.87 ARENA (%) = 63.14 FINOS (%) = 13.99


 Ing. Rubén Darío Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182536
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Anexo 8. Análisis granulométrico de la piedra chancada 3/4"



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM C136 - MTC E 204

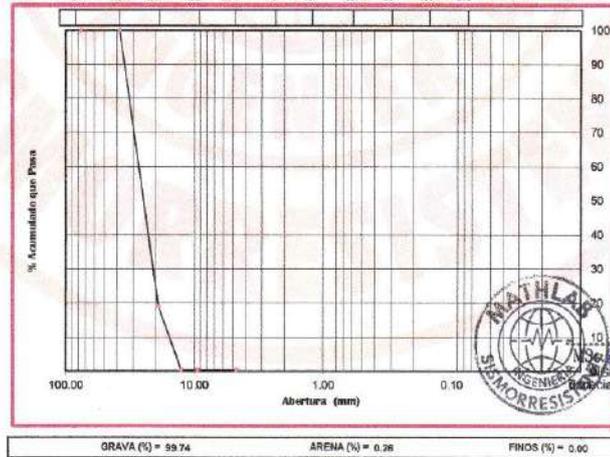
SOLICITA: CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
 MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

PROYECTO: "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

CANTERA: TACLLAN		FECHA: 28/06/2022			
AOREGADO: PIEDRA CHANCADA		LUGAR: Huaraz			
PESO INICIAL SECO:	3064.00	gts	% QUE PASA MALLA No 200:	0.00	
PESO LAVADO SECO:	3056.00	gts	% RETENIDO MALLA 2"	0.00	
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (gts)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	2482.00	81.01	81.01	18.99
1/2"	12.700	572.00	18.67	99.67	0.33
3/8"	9.525	2.00	0.07	99.74	0.26
No 4	4.760	0.00	0.00	99.74	0.26
No 8	2.380	0.00	0.00		
No 16	1.190	0.00	0.00		
No 30	0.590	0.00	0.00		
No 50	0.297	0.00	0.00		
No 100	0.149	0.00	0.00		
No 200	0.074	0.00	0.00		
> No 200	0.000	0.00	0.00		
TOTAL		3056.00	99.74		

Nota: Límite máximo de finos = 5%

GRAVA	ARENA	FINOS
3"	1.5"	3/8"
3/4"	3/4"	No 4
No 4	8	16
8	30	50
16	100	200



Ing. Ruben Darío Aranda Lajava
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 162933
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Anexo 9. Peso específico de la piedra chancada ¾”



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

PESO ESPECIFICO

MTC E 205 - ASTM C128

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP

PROYECTO : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

CANTERA : TACLLAN

FECHA : 20/09/2022

AGREGADO : PIEDRA CHANCADA

LUGAR : Huaraz

GRAVEDAD ESPECIFICA DE AGREGADO FINO (S_s) - MTC E 206 - ASTM C128

CANTERA : TACLLAN

	AF-1	AF-2	AF-3
(A) Peso del agregado fino	491.27	492.06	491.55
(B) Peso de la trola + agua (gr)	887.10	887.10	887.10
(C) Peso de la muestra en estado SSS (g)	500.00	500.10	500.08
(D) Peso de la trola + agua + agregado fino (gr)	991.10	990.51	991.15
(E) Peso Especifico Relativo de Sólidos (A)/(B-C)	2.51	2.50	2.51
GRAVEDAD ESPECIFICA PROMEDIO (F)	2.51		
(G) Peso Especifico del agua a 24 °C (1/m ³)	1.00		
(H) Peso Especifico del agregado fino (H/FxG)	2.51		

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (P_g) - MTC E 206 - ASTM C127

CANTERA : TACLLAN

	AG-1	AG-2	AG-3
(A) Peso del agregado grueso (g)	427.19	321.41	375.50
(B) Volumen Inicial en Probeta (cm ³)	400.00	480.00	480.00
(C) Volumen Final en Probeta (cm ³)	860.00	582.00	620.00
(D) Volumen Desplazado (cm ³)	160.00	122.00	140.00
(E) Peso Especifico (A/D) (g/cm ³)	2.67	2.63	2.68
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.66		

PORCENTAJE DE ABSORCION

MTC E 206 - ASTM C128

	AG. FINO	AG. GRUESO
N° de Tarro	1	2
Peso del Tarro + Mat. SSS en Aire = (a)	566.57	2447.00
Peso del Tarro + Mat. Secado en Estufa = (b)	559.84	2437.00
Peso del Agua = (b) - (a)	8.73	10.00
Peso del Tarro = (c)	68.57	140.00
Peso del Material Secado en Estufa = (d)	491.27	2297.00
Porcentaje de Absorción = (c) x 100/a	1.78	0.44

Nota:

El agregado fue tratado por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Deiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 182239
 Especialista en Ensayo y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N° 1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Anexo 10. Peso unitario de los agregados.



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

ASTM C29 - MTC E 203

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
 MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

PROYECTO : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

CANTERA : TACLLAN	FECHA : 28/09/2022
AGREGADO : PIEDRA CHANCADA	LUGAR : Huaraz

PESO UNITARIO FINO - ARENA GRUESA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	6797.00	6830.00	6853.00	7577.00	7618.00	7626.00
PESO DEL MOLDE	2252.00	2252.00	2252.00	2252.00	2252.00	2252.00
PESO DEL MATERIAL	4545.00	4578.00	4601.00	5325.00	5366.00	5374.00
VOLUMEN DEL MOLDE	2835.00	2835.00	2835.00	2835.00	2835.00	2835.00
PESO UNITARIO	1.603	1.615	1.623	1.878	1.893	1.896
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.614			1.889		

PESO UNITARIO GRUESO - PIEDRA CHANCADA

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO VARILLADO		
	1	2	3	1	2	3
MUESTRA N°						
PESO MATERIAL + MOLDE	16748.00	16648.00	16651.00	18129.00	18185.00	18199.00
PESO DEL MOLDE	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00	4030.00
PESO DEL MATERIAL	12718.00	12618.00	12621.00	14099.00	14155.00	14169.00
VOLUMEN DEL MOLDE	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00	9390.00
PESO UNITARIO	1.354	1.344	1.344	1.501	1.507	1.509
PESO UNITARIO PROMEDIO	1.347			1.506		

Nota:
 El agregado fue traído por el solicitante, al laboratorio para sus pruebas respectivas.




Ing. Ruben Darío Aranda Lema
 INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 152939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad




Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com




Anexo 11. Informe técnico de análisis químico de la ceniza de madera de pino.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO LABICER
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME TÉCNICO N° 1148 – 22 – LABICER

- 1. DATOS DEL SOLICITANTE**
 - 1.1 NOMBRES DE LOS SOLICITANTES : HEINER JHOSEP CHUQUIHUACCHA MONTORO
MALCA VÁSQUEZ ARACELY YAJAIRA
 - 1.2 DNI : 71529672
78548571
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 10 / 10 / 2022
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 11 / 10 / 2022
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 14 / 10 / 2022
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
- 4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE**
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE MADERA DE PINO
 - 4.2 TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO
f'c = 210 kg / cm², CON ADICIÓN DE CENIZAS DE MADERA
DE PINO, HUARAZ 2022"
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN** : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 20.1 °C; Humedad relativa: 61%
- 7. EQUIPO UTILIZADO** : ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE
ENERGÍA DISPERSIVA. SHIMADZU, EDX 800HS.
- 8. RESULTADOS**
 - 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, % ⁽¹⁾	MÉTODO UTILIZADO
Calcio, Ca	52.42	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Magnesio, Mg	17.81	
Potasio, K	15.69	
Aluminio, Al	5.12	
Silicio, Si	2.96	
Fósforo, P	2.62	
Manganeso, Mn	1.46	
Azufre, S	0.74	
Hierro, Fe	0.68	
Cinc, Zn	0.26	
Titanio, Ti	0.17	
Cobre, Cu	0.06	
Circonio, Zr	0.02	

⁽¹⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

⁽²⁾ Método utilizado aceptado por el solicitante.



8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS, % ^(1,2)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de potasio, K ₂ O	35.50	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽³⁾
Óxido de calcio, CaO	28.40	
Óxido de magnesio, MgO	22.96	
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	6.36	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	3.12	
Óxido de silicio, SiO ₂	1.94	
Óxido de manganeso, MnO	0.95	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.52	
Óxido de titanio, TiO ₂	0.09	
Óxido de azufre, SO ₃	0.07	
Óxido de cinc, ZnO	0.07	
Óxido de cobre, CuO	0.01	
Óxido de circonio, ZrO ₂	0.01	

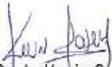
⁽¹⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.

⁽²⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del solicitante.

⁽³⁾ Método utilizado aceptado por el solicitante.

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

Los resultados de este Informe técnico son válidos solo para la muestra proporcionada por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe técnico.


Bach. Kevin Sullca.
Analista Químico
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Mariú Maza Mejía
Responsable de análisis
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE CENIZA DE MADERA DE PINO.



FIGURA N°2. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA



Anexo 12. Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión.



MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133633
 Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
 : MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

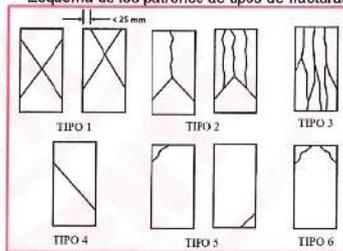
Concreto Estructural	Dimensiones de la Briqueta:
f _c de Diseño 210 Kg/cm²	Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO	DISEÑO	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f _c /f _c
	DESCRIPCION	Kg/cm ²	EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	10/10/2022	7	40,671.0	176.7	230	Tipo 5	110
2	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	10/10/2022	7	39,080.5	176.7	221	Tipo 5	105
3	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	10/10/2022	7	39,094.7	176.7	221	Tipo 5	105

Tipos de Fractura

- Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022




 Ing. Ruben Daro Aranda Leiva
 INGENIERO CIVIL - Reg. OIP N° 162939
 Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
 Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
 Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
 Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDEGOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JOSEPH

: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE GENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f _c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	17/10/2022	14	45,094.1	176.7	255	Tipo 5	122
2	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	17/10/2022	14	46,331.1	176.7	262	Tipo 2	125
3	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	17/10/2022	14	44,793.7	176.7	253	Tipo 5	121

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

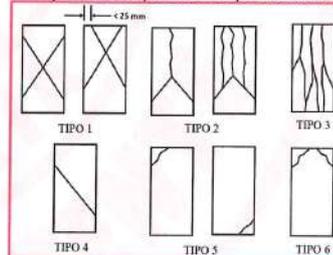
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS – CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



MSc. Ing. Ruben David Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162309
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

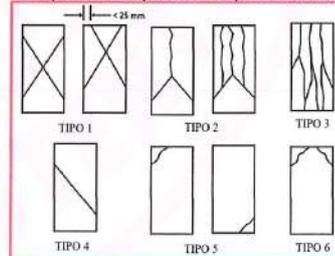
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	31/10/2022	28	59,657.2	176.7	338	Tipo 2	161
2	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	31/10/2022	28	53,318.4	176.7	302	Tipo 5	144
3	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	31/10/2022	28	66,439.5	176.7	376	Tipo 5	179
4	DISEÑO PATRON	210	03/10/2022	31/10/2022	28	57,174.4	176.7	324	Tipo 5	154

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP

: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f_c de Diseño	210 Kg/cm^2	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm^2	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm^2	f_c (Kg/cm^2)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	10/10/2022	7	39,987.1	176.7	226	Tipo 5	108
2	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	10/10/2022	7	43,973.8	176.7	249	Tipo 5	118
3	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	10/10/2022	7	44,647.0	176.7	253	Tipo 5	120

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

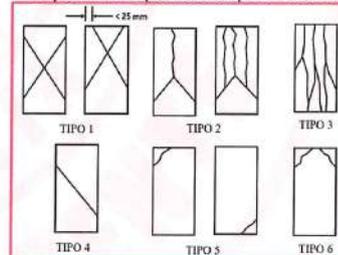
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Ing. Ruben Dario Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
 RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
 Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
 Mathlab Ingenieria Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JOSEPH
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

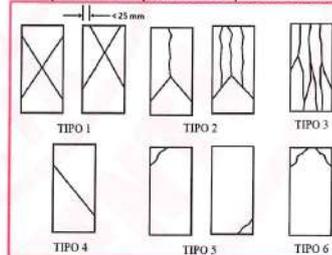
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	17/10/2022	14	49,197.5	176.7	278	Tipo 5	133
2	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	17/10/2022	14	47,988.7	176.7	272	Tipo 5	129
3	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	17/10/2022	14	47,087.5	176.7	266	Tipo 5	127

Tipos de Fractura

- Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

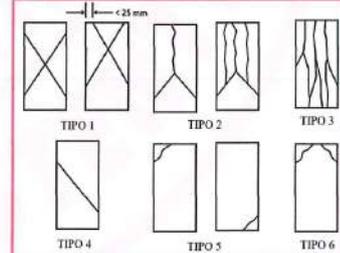
Concreto Estructural	Dimensiones de la Briqueleta:
f_c de Diseño 210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm. Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f_c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	31/10/2022	28	54,140.2	176.7	306	Tipo 2	146
2	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	31/10/2022	28	49,874.3	176.7	282	Tipo 5	134
3	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	31/10/2022	28	54,794.0	176.7	310	Tipo 5	148
4	DISEÑO PATRON + 5% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	03/10/2022	31/10/2022	28	56,174.2	176.7	318	Tipo 5	151

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indentificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



[Handwritten Signature]
Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 102939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

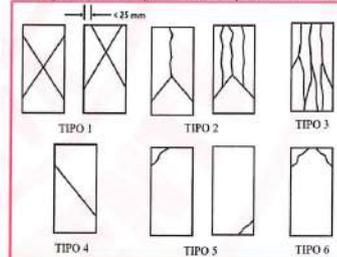
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f_c de Diseño	210 Kg/cm^2	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm^2	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm^2	f_c (Kg/cm^2)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	11/10/2022	7	30,483.3	176.7	172	Tipo 5	82
2	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	11/10/2022	7	26,327.0	176.7	149	Tipo 5	71
3	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	11/10/2022	7	25,040.5	176.7	142	Tipo 5	67

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Ing. Rubén Dario Aranda Lajava
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 16293
Especialista en Ensayos / Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

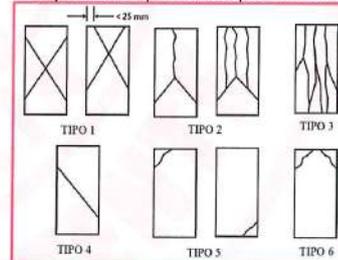
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f _c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	18/10/2022	14	33,567.0	176.7	190	Tipo 5	90
2	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	18/10/2022	14	35,449.0	176.7	201	Tipo 5	96
3	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	18/10/2022	14	30,294.3	176.7	171	Tipo 5	82

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indentificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Msc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

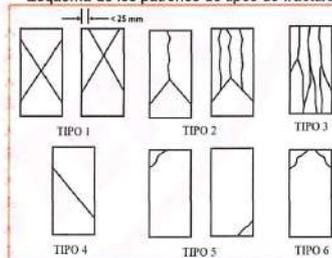
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f _c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f _c /f _c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	01/11/2022	28	38,493.8	176.7	218	Tipo 2	104
2	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	01/11/2022	28	39,181.2	176.7	222	Tipo 5	106
3	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	01/11/2022	28	38,806.6	176.7	220	Tipo 5	105
4	DISEÑO PATRON + 10% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	04/10/2022	01/11/2022	28	39,064.6	176.7	221	Tipo 2	105

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Rel. CIP N° 162339
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP

: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f_c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f_c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	%
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	12/10/2022	7	23,033.0	176.7	130	Tipo 5	62
2	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	12/10/2022	7	21,483.2	176.7	122	Tipo 5	58
3	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	12/10/2022	7	20,831.2	176.7	118	Tipo 5	56

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

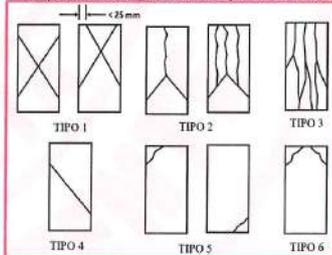
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e indentificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



MSc. Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. OIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles
RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE
Marca de Servicio Registrada por INDECOPÍ N° 00133638
Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JOSEPH
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

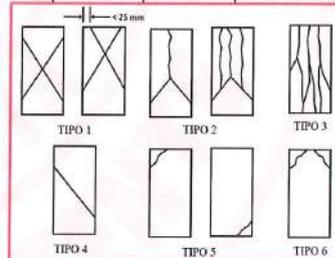
Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f'c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f'c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f'c/f'c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	19/10/2022	14	25,957.7	176.7	147	Tipo 5	70
2	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	19/10/2022	14	26,039.0	176.7	147	Tipo 5	70
3	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	19/10/2022	14	27,675.3	176.7	157	Tipo 3	75

Tipos de Fractura

- Tipo 1:** Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.
- Tipo 2:** Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.
- Tipo 3:** Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.
- Tipo 4:** Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.
- Tipo 5:** Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.
- Tipo 6:** Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACION: TC-14534-2022



Ing. Ruben Darío Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - REG. CIP N° 162939
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com





MATHLAB

INGENIERIA SISMORRESISTENTE E.I.R.L.

Servicios en: Ingeniería Estructural, Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería Geotécnica, Gestión de Riesgo, Laboratorio Geotécnico, Ensayo de Materiales, Control de Calidad en Obras Civiles, Supervisión de Obras Civiles

RUC: 20606746050 Proveedor de Bienes y Servicios - RNP - OSCE

Marca de Servicio Registrada por INDECOPI N° 00133638

Mathlab Ingeniería Sismorresistente E.I.R.L. Dispone de un Sistema de Gestión: ISO 9001 e ISO 45001

INFORME N° RB-057-MATHLAB-2022

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE BRIQUETAS DE CONCRETO

Norma ASTM C-39 - NTP 339.034

SOLICITA : CHUQUIHUACCHA MONTORO, HEINER JHOSEP
: MALCA VASQUEZ, ARACELY YAJAIRA

TESIS : "RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, CON ADICION DE CENIZA DE MADERA DE PINO, HUARAZ 2022".

Concreto Estructural		Dimensiones de la Briqueta:	
f _c de Diseño	210 Kg/cm ²	Altura: 30.00 cm.	Diámetro: 15.00 cm.

N°	BRIQUETA DE CONCRETO DESCRIPCION	DISEÑO Kg/cm ²	FECHA		EDAD DIAS	CARGA (Kg)	AREA cm ²	f _c (Kg/cm ²)	Tipo de Fractura	% f _c /f _c
			EXTRACCION	ROTURA						
1	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	02/11/2022	28	32,791.2	176.7	186	Tipo 5	88
2	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	02/11/2022	28	26,286.4	176.7	149	Tipo 5	71
3	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	02/11/2022	28	29,460.2	176.7	167	Tipo 3	79
4	DISEÑO PATRON + 15% CENIZA DE MADERA DE PINO	210	05/10/2022	02/11/2022	28	29,732.3	176.7	168	Tipo 5	80

Tipos de Fractura

Tipo 1: Conos razonablemente bien formados, en ambas bases, menos de 25mm de grietas entre capas.

Tipo 2: Cono bien formado sobre una base, desplazamiento de grietas verticales a través de las capas, cono no bien definido en la otra base.

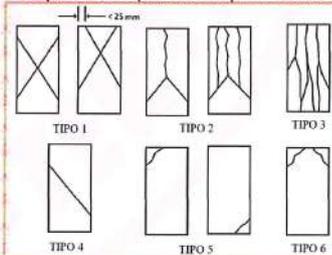
Tipo 3: Grietas verticales columnares en ambas bases, conos o bien formados.

Tipo 4: Fractura diagonal sin grietas en las bases; golpear con martillo para diferenciar del tipo 1.

Tipo 5: Fracturas de lado en las bases (superior o inferior) ocurren comúnmente una las capas de embonado.

Tipo 6: Similar al tipo 5 pero el terminal del cilindro es acentuado.

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



OBSERVACIONES:

- El resultado de los ensayos obtenidos corresponden a la muestra de briquetas proporcionada por el cliente.
- Los datos del solicitante, proyecto, procedencia e identificación fueron proporcionados e identificados por el cliente.
- La interpretación y uso de los resultados es responsabilidad del cliente.

EQUIPO UTILIZADO:

- MÁQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS - CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: TC-14534-2022



Msc. Ing. Ruben David Aranda Leiva
INGENIERO CIVIL - Reg. CIP N° 162289
Especialista en Ensayos y Control de Calidad



Dirección: Jr. Simón Bolívar N°1430 - Huaraz
Ref. Antes de la Escuela de Posgrado de la UNASAM
Sucursal: Av. Chacra Cerro 137D - Comas - Lima - Lima
Celular: 991 800 796 / Correo: rubenmathlab@gmail.com



Anexo 13. Panel fotográfico.



Imagen 1. Quemado de la madera de pino en un horno de barro.



Imagen 2. Recolección de la ceniza de madera de pino.



Imagen 3. Recolección de los agregados de la cana Taclan.



Imagen 4. Muestras representativas de los agregados para los ensayos de laboratorio.



Imagen 5. Tamizado de la ceniza de madera de pino por la malla N°200.



Imagen 6. Limpieza de los moldes para la elaboración de las probetas de concreto.



Imagen 7. Presentación de los materiales para la elaboración del concreto.



Imagen 8. Preparación de los materiales para la elaboración del concreto.



Imagen 9. Mezclado de los materiales entre sí para la elaboración del concreto.



Imagen 10. Adición de agua potable para la elaboración del concreto.



Imagen 11. Batido de la mezcla de concreto.



Imagen 12. Prueba de Slump para medir la consistencia del concreto fresco (asentamiento del concreto fue de 3")



Imagen 13. Chuzeada del concreto con una varilla lisa de acero.

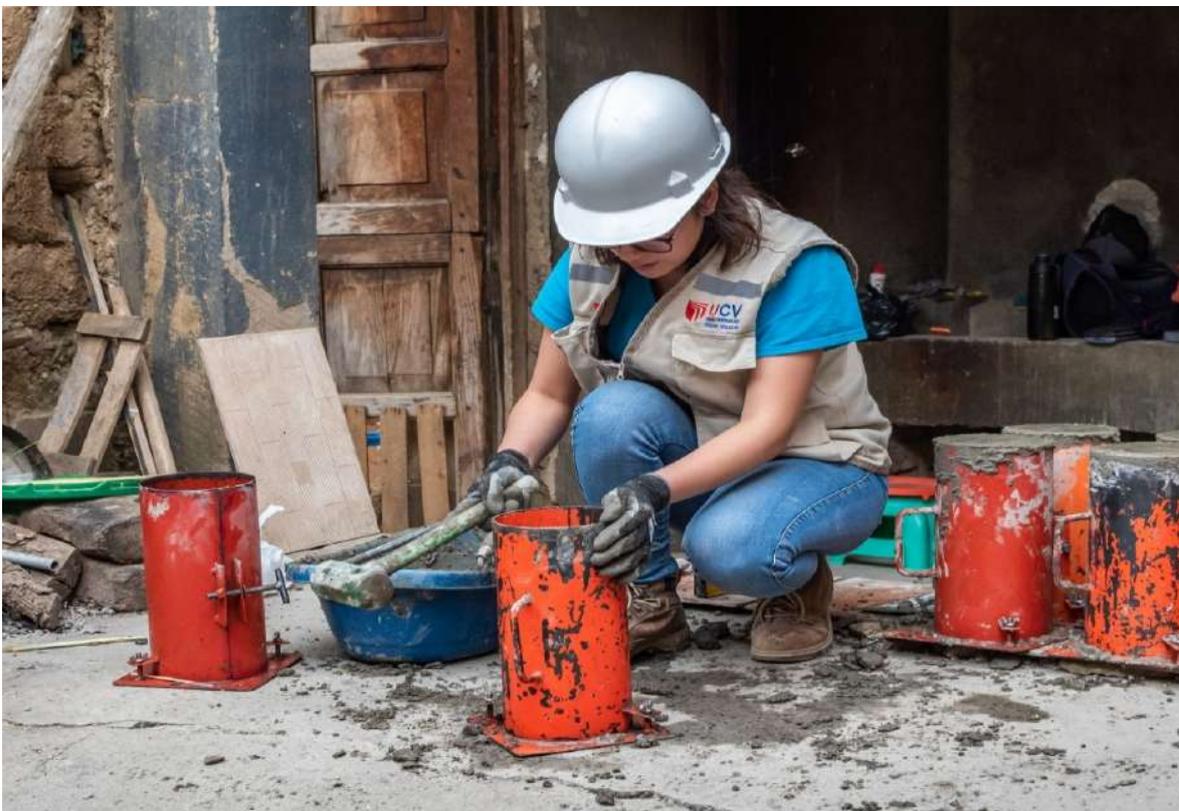


Imagen 14. Golpes alrededor del molde de la probeta con un martillo de goma.



Imagen 15. Nivelación de los moldes de las probetas.



Imagen 16. Retiro de los moldes de las probetas.



Imagen 17. Control de las dimensiones de las probetas de concreto.



Imagen 18. Presentación de las 40 probetas de concreto.



Imagen 19. Curado de las probetas de concreto.



Imagen 20. Rotura de las probetas de concreto para medir su esfuerzo a la compresión (fractura de tipo 5).



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MARIN CUBAS PERCY LETHELIER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulada: "Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ Kg/Cm², con adición de ceniza de madera de pino, Huaraz 2022", cuyos autores son MALCA VASQUEZ ARACELY YAJAIRA, CHUQUIHUACCHA MONTORO HEINER JHOSEP, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

HUARAZ, 14 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MARIN CUBAS PERCY LETHELIER DNI: 26692689 ORCID: 0000-0001-5232-2499	Firmado electrónicamente por: PLMARINC el 15-12- 2022 00:06:06

Código documento Trilce: TRI - 0488908