

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Caracterización del concreto utilizando puzolana de origen natural con
residuos de palta Hass**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Juana Yessenia Fenco Rojas

ASESOR

Joaquin Hernan Rojas Oblitas

<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>

Chiclayo, 2024

**Caracterización del concreto utilizando puzolana de origen natural
con residuos de palta Hass**

PRESENTADA POR
Juana Yessenia Fenco Rojas

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

César Eduardo Cachay Lazo
PRESIDENTE

Hector Augusto Gamarra Uceda
SECRETARIO

Joaquin Hernan Rojas Oblitas
VOCAL

Dedicatoria

A Dios, dedico este logro por acompañarme en este proceso y darme su bendición, a mis padres por darme su ejemplo de superación en cada paso que doy, a mis hermanas que son mi motivo para seguir adelante.

Agradecimientos

A Dios, por darme salud y ser mi guía en todas las decisiones que he tomado.

A mis padres José Fenco y Gina Rojas, mis hermanas Gina Fenco y Sandra Fenco, y también a Gustavo Tapia, quienes con esfuerzo, apoyo y amor han hecho posible este logro. Por ayudarme a ser una buena persona y profesional, por sus consejos y palabras de aliento que me ayudarán a continuar.

Al asesor por compartir sus conocimientos y estar al pendiente hasta el término del presente proyecto; mi amigo Luis Rivera.

Caracterización del concreto utilizando puzolana de origen natural con residuos de palta Hass

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	12%
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Trabajo del estudiante	1%
7	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
10	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
11	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%

Submitted to Universidad Continental

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	11
Materiales y métodos	23
Resultados y discusión	29
Discusiones	66
Conclusiones	67
Recomendaciones	68
Referencias.....	70
Anexos	71

Resumen

El objetivo de esta tesis fue determinar el impacto de un material puzolánico en las propiedades del concreto convencional con un $f_c=210$ kg/cm², en este caso al agregar 15%, 20% y 30% de cenizas de residuos de palta Hass.

El alcance es explicativo, busca una relación causa-efecto entre estos dos materiales para identificar los cambios en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido e identificar si los resultados fueron positivos o negativos.

De la investigación, podemos concluir que las propiedades obtenidas, como la trabajabilidad, disminuyen con una mayor adición de cenizas de residuos de palta Hass. En resistencia a la compresión, se identificó que al agregar el 15% de cenizas de residuos de palma supera en un 8.14% a la muestra patrón. Cuando se evalúa la resistencia a la flexión con el 15% de cenizas de residuos de palma Hass, aumenta en 2.07% respecto a la muestra patrón.

Evaluando la absorción del concreto, se identifica que al agregar un 20% de cenizas de residuos de palma Hass respecto a la muestra patrón, esta característica aumenta relativamente. La mayor permeabilidad se identifica al agregar el 30% de cenizas de residuos de palma Hass.

De acuerdo con las características encontradas en el concreto al agregar estos porcentajes de ceniza de residuo de palma, la utilización óptima sería para pavimentos.

Palabras clave: concreto, ceniza de residuo de palta Hass, resistencia.

Abstract

The objective of this thesis was to determine the impact of a pozzolanic material on the properties of conventional concrete with a compressive strength (f_c) of 210 kg/cm², specifically by adding 15%, 20%, and 30% Hass avocado waste ash.

The scope of this study is explanatory, seeking a cause-and-effect relationship between these two materials to identify changes in the properties of the concrete in its fresh and hardened states and to determine whether the results were positive or negative.

From the research, we can conclude that properties such as workability decrease with a greater addition of Hass avocado waste ash. In terms of compressive strength, it was found that adding 15% palm waste ash resulted in an 8.14% increase over the control sample. When evaluating flexural strength with 15% Hass palm waste ash, it increased by 2.07% compared to the control sample.

Evaluating the absorption of the concrete, it was found that adding 20% Hass palm waste ash to the control sample increased this characteristic. The highest permeability was observed with the addition of 30% Hass palm waste ash.

Based on the characteristics observed in the concrete with these percentages of palm waste ash, its optimal application would be for pavements.

Keywords: concrete, Hass palm residue ash, resistance.

Introducción

El uso del hormigón a nivel mundial es significativo, aunque a veces pase desapercibido. Es un material artificial que contribuye de manera importante a la sociedad; sin él, construcciones cotidianas como escuelas, hospitales, aceras, pavimentos y otras no existirían.

Según datos de la Asociación Mundial del Cemento (AMC), su componente principal, el cemento, alcanzó una producción de 4.150 millones de toneladas en 2020. Se registró un descenso del 1,9% debido a la pandemia de COVID-19, ya que las medidas de confinamiento afectaron a la demanda mundial de cemento.

Los principales países productores de cemento son China, India y Estados Unidos, que representaron más del 55% de la producción mundial en 2020. Otros países importantes en América Latina son Turquía, Irán, Vietnam y Brasil.

En Perú, la producción de cemento alcanzó las 865 mil toneladas en febrero de 2023, con un total de 11 mil toneladas exportadas. Las importaciones ascendieron a 49 mil toneladas, provenientes principalmente de Vietnam (93%) y Chile (7%).

Sin embargo, este material también se convierte en un importante factor de contaminación. A pesar de haber sido diseñado bajo normas específicas, es una fuente primaria de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial, entre el 5 % y el 8 %, produciendo una cantidad considerable de CO₂ liberado al medio ambiente. Por lo tanto, es necesario buscar soluciones alternativas para reducir este factor.

Actualmente, existen diversos materiales cementicios suplementarios que pueden sustituir al cemento, como las escorias y las cenizas. Es necesario investigar cómo mejoran las propiedades del hormigón, teniendo en cuenta tanto el coste de producción como el impacto ambiental.

Una posible alternativa es el uso de puzolanas, que han demostrado mejorar las propiedades físico-mecánicas del hormigón y el mortero.

A lo largo de la historia, las puzolanas se han utilizado desde la antigüedad, mucho antes que el cemento. Diversos estudios han indicado que las puzolanas de base orgánica contribuyen al buen desempeño del hormigón.

Perú se caracteriza por ser una nación agrícola y un importante exportador de alimentos, beneficiándose de su rica biodiversidad. Sus 22 acuerdos de libre comercio vigentes respaldan la preferencia por los productos peruanos, llegando a 58 mercados internacionales, entre ellos Estados Unidos, Países Bajos, España, Reino Unido y Chile.

Actualmente, Perú es el segundo mayor exportador de aguacate. El cultivo de aguacate es una de las principales actividades agrícolas del país, con una superficie estimada de 43.000 hectáreas a finales de 2022. Las principales regiones productoras son La Libertad (34%), Lambayeque (20%) y Lima (15%).

Entre las innovaciones en la exportación de aguacate se incluyen los productos congelados mediante nitrógeno, presentados en cubos, rodajas o mitades; los aguacates frescos se envían en forma de pasta.

La demanda del mercado industrial genera residuos. La falta de aprovechamiento y reutilización de los desechos agrícolas es un problema constante, derivado de las transformaciones agroindustriales y las pérdidas poscosecha, a menudo desconocidas o insignificantes.

El uso de puzolanas vegetales en el hormigón se justifica por diversas ventajas, ya que son abundantes y sostenibles desde el punto de vista medioambiental.

Debido a su finura y alta reactividad, las puzolanas vegetales mejoran la durabilidad del hormigón al reducir la permeabilidad y aumentar la resistencia a la corrosión.

Al reducir las cantidades de cemento Portland mediante el uso de puzolanas vegetales en la producción de hormigón, se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuyendo así las emisiones de CO₂.

Dado que las puzolanas vegetales son materiales económicos, utilizaremos los residuos agroindustriales de las exportaciones de aguacate, que se prevé alcancen las 624 mil toneladas de aguacate Hass en 2023, con un peso de entre 200 y 400 gramos por aguacate. Considerando un peso promedio de 200 gramos, se estima que habrá aproximadamente tres mil ciento veinte millones de aguacates (el 15% en Lambayeque).

Las puzolanas vegetales mejoran la trabajabilidad del hormigón al actuar como lubricantes, aumentando la fricción entre los áridos y el cemento.

El uso de puzolanas vegetales reduce la temperatura de hidratación del hormigón, mejorando su calidad general y evitando la formación de grietas y el enfriamiento durante la producción.

En el hormigón, las puzolanas vegetales mejoran la trabajabilidad, facilitando su colocación y compactación. Al reducir la permeabilidad, aumentan la resistencia a la infiltración de agua y a las sustancias agresivas.

La hipótesis es que el uso de puzolana con residuos de aguacate Hass mejora la resistencia y durabilidad del hormigón en comparación con el hormigón convencional sin aditivos. El objetivo principal es caracterizar el hormigón que incorpora ceniza de residuos de aguacate Hass, caracterizando específicamente las propiedades fisicoquímicas de la ceniza, diseñando la dosificación estándar de muestra de $f_c=210$ kg/cm², determinando el porcentaje óptimo de ceniza que reemplaza al cemento, creando un diseño de mezcla que incluya ceniza de residuos de aguacate Hass para $f_c=210$ kg/cm², realizando ensayos de resistencia a la compresión, absorción, asentamiento, densidad y permeabilidad, determinando el módulo de elasticidad y el coeficiente de Poisson del hormigón con ceniza de aguacate Hass, y comparando los costos del hormigón convencional y del hormigón con ceniza de aguacate Hass.

Revisión de literatura

Antecedentes

Fragoso, J. y Visbal, J. (2021), en la tesis de pregrado “**El uso de la puzolana de origen natural en concreto hidráulico. Universidad de Cartagena**, se propusieron investigar el impacto de las puzolanas en el hormigón convencional en términos económicos, ambientales y de propiedades físico-químicas y mecánicas. El objetivo era utilizar puzolanas para reemplazar parcialmente el cemento y evaluar si su impacto era positivo o negativo y la magnitud del resultado. La investigación concluyó que la producción de cemento es altamente contaminante a nivel mundial, lo que resalta la importancia de las puzolanas naturales. Al ser un material natural, beneficia tanto al medio ambiente como a la economía debido a su fácil extracción y la reducción del uso de combustibles fósiles, lo que reduce los costos entre un 10 % y un 60 %. Se encontró que las propiedades del cemento convencional eran superiores en casi todos los aspectos, excepto en porosidad y permeabilidad, donde el cemento puzolánico mostró un mejor desempeño, útil para construcciones costeras y marítimas. El curado es esencial ya que las puzolanas desarrollan sus propiedades lentamente, con fraguado y desarrollo de resistencia completa después de varios días. Se encontró una dosis óptima entre el 15 % y el 20 % del peso total, logrando un incremento del 5 % al 10 % en la resistencia a compresión a los 28 días en comparación con el hormigón convencional; el módulo de flexión y la resistencia aumentaron aproximadamente un 10 %. El estudio indica la necesidad de investigar más a fondo los materiales puzolánicos, ya que están infrautilizados pero pueden aportar beneficios económicos y ambientales. Antes de utilizar cualquier puzolana natural, se deben realizar ensayos de laboratorio variando las dosis, el tiempo de curado, la relación agua/cemento, entre otros factores, para su optimización. También es necesario reconocer los beneficios potenciales del uso de aditivos y superplastificantes para mejorar las propiedades”. (Fragoso Doria y Visbal Jacome 2021)

Rodríguez, A. y Tibabuzo, M. (2019), en la tesis de pregrado “**Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en m³ de concreto hidráulico. Universidad Santo Tomás**, se propusieron analizar las propiedades de la ceniza de cáscara de arroz, cultivada en la región de los llanos orientales, utilizada como suplemento en mezclas de concreto hidráulico. El estudio concluyó que las cáscaras de arroz contienen óxido de silicio, obtenido a través de un proceso de calcinación por combustión no controlada. La ceniza posee propiedades puzolánicas utilizadas como suplemento en

cemento y agua, permitiendo una reacción química. Para asegurar una mezcla adecuada, se lleva a cabo el control de la granulometría y la humedad en la ceniza, incluyendo molienda, tamizado y secado para asegurar que las partículas tengan el mismo tamaño que el cemento para una reacción adecuada. Las pruebas con un 10% de reemplazo de ceniza de cáscara de arroz mostraron una reducción del 10% en la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla estándar a edades típicas de prueba (7, 14 y 28 días). Las muestras no mostraron porosidad y mantuvieron una trabajabilidad adecuada. Sin embargo, con una sustitución del 15%, la alta incorporación de aire afectó negativamente la resistencia del hormigón. Se evaluó la elasticidad, observándose un incremento del 9% con una sustitución del 10% en comparación con el hormigón convencional. Por el contrario, una sustitución del 15% mostró una elasticidad superior al 50% de la del hormigón convencional debido a la inclusión de aire y las fisuras. Los autores recomiendan realizar más pruebas con diferentes proporciones de ceniza de cáscara de arroz para lograr una determinación probabilística más precisa y analizar la trabajabilidad de la mezcla. Sugirieron estudiar los efectos del curado en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón, ya que los resultados actuales no garantizan su uso estructural, lo que requiere más investigación para obtener información detallada sobre sus propiedades”. (Rodríguez Sánchez y Tibabuzo Jiménez 2019)

Arévalo, A. y Lopez, L. (2020), en la tesis de pregrado “**Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto**”, se propusieron utilizar ceniza de cáscara de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región. Los resultados de las pruebas mostraron un ligero aumento en la resistencia a la compresión y a la flexión con una adición de 2% de ceniza de cáscara de arroz. Las pruebas de compresión a los 28 días mostraron valores de resistencia de 176.53 kg/cm² y 210.35 kg/cm² para el diseño estándar, mientras que la adición de ceniza resultó en 177.66 kg/cm² y 213.82 kg/cm², aumentando en 0.64% y 1.65%, respectivamente, en comparación con el diseño estándar. Las pruebas de flexión a los 28 días mostraron valores de resistencia de 39,34 kg/cm² y 46,06 kg/cm² para el diseño estándar, mientras que la adición de ceniza resultó en 41,57 kg/cm² y 47,83 kg/cm², lo que representa un aumento del 5,67 % y del 3,84 %, respectivamente, en comparación con el diseño estándar. Los autores recomiendan añadir un 2 % de ceniza de cáscara de arroz, un material que normalmente se considera un residuo contaminante, pero que resulta beneficioso para la producción de hormigón. Sugirieron

establecer industrias para comercializar la ceniza de cáscara de arroz con especificaciones controladas de calcinación y molienda, y realizar pruebas adicionales, como la evaluación de la segregación y la trabajabilidad, utilizando esta mejora natural”. (Aliaga Atalaya, Arévalo Torres y Lopez Del Aguila 2020)

Mori, N. (2019), en la tesis de pregrado “**La actividad puzolánica y su impacto en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210$ kg/cm², al sustituir el cemento con 15% de ceniza de concha de abanico y 5% de ceniza de cascarilla de arroz, Chimbote, 2019**, se propuso encontrar la temperatura de calcinación para la cáscara de arroz y la concha usando Análisis Térmico Diferencial (ATD). Además, buscaron examinar el comportamiento puzolánico de la ceniza de cáscara de arroz mezclada con cal calcinada de concha, junto con el agua de la mezcla de concreto, e investigar las propiedades mecánicas del concreto con una mezcla estándar y un reemplazo de 15% de ceniza de concha y 5% de ceniza de cáscara de arroz. Los resultados mostraron que los requisitos de sostenibilidad pueden cumplirse utilizando recursos respetuosos con el medio ambiente. Reemplazar el 20% del cemento, el componente principal del concreto, con 15% de ceniza de concha y 5% de ceniza de cáscara de arroz logró parámetros equivalentes a la mezcla tradicional. El DTA indicó que las temperaturas óptimas de calcinación para la cáscara de arroz y la cáscara son 420 °C y 890 °C, respectivamente, alterando la forma estructural del material puzolánico. La temperatura es crucial para la calcinación puzolánica, asegurando una estructura amorfa. Una temperatura de calcinación más alta y un control adecuado mostraron que los materiales puzolánicos proporcionan valores mecánicos estadísticamente equivalentes a las mezclas tradicionales en varios períodos de curado. La resistencia a la flexión en MPa para la mezcla experimental fue 4, 86.7, 23.9 y 92, mientras que para la mezcla estándar fue 4, 69, 7, 4, 9 y 76 a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Los valores de resistencia a la compresión fueron similares, siendo 14, 70, 18, 86, 21, 37 para la mezcla experimental y 14, 55, 18, 67, 21, 65 para la mezcla estándar a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. El autor recomienda el uso de materiales puzolánicos por sus propiedades cementantes y su contribución ambiental. Se sugiere un proceso de reflujo químico con ácido clorhídrico, como el que se utiliza en la cáscara de arroz, para eliminar las impurezas orgánicas, evitando así la pérdida de resistencia mecánica, el ataque de sulfatos y las reacciones indeseables con la sílice presentes en la cáscara de arroz”. (Mori Gonzales s.f.)

Bocanegra, C. (2018), en la tesis de pregrado “**Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero**”, se propuso reemplazar un porcentaje de cemento con material orgánico para reducir la producción de cemento y la contaminación ambiental. La temperatura de activación de la ceniza de mazorca de maíz fue de 670 °C durante dos horas. La ceniza mostró un alto contenido de silicio y óxido de potasio, este último perjudicial debido a su naturaleza expansiva y árida en la mezcla. El cemento, la ceniza de mazorca de maíz y sus mezclas son alcalinos, favoreciendo la reacción de aglomeración. La relación agua/cemento, medida por fluidímetro, mostró valores de 0,61 y 0,605 para el mortero estándar, con sustitución del 5% y con sustitución del 10%, respectivamente. Los morteros experimentales (5% y 10%) mostraron que el cloro (11,61%) afectó el tiempo de fraguado de la pasta de mortero. La sustitución del 5% del cemento por ceniza de mazorca de maíz produjo resultados favorables, con un aumento del 17,19% en comparación con la muestra estándar a los 28 días, atribuido al alto contenido de sílice (36,293%) y a la acción retardante del cloro (11,61%), que proporciona mayor resistencia durante el tiempo de curado. Sin embargo, la sustitución del 10% del cemento por ceniza de mazorca de maíz no produjo resultados adecuados en comparación con el estándar a los 28 días (100%), ya que la resistencia no aumentó en un 14,01%, atribuido al potasio en la mezcla que causa expansiones anormales y fisuras en la estructura del mortero, y al fósforo que ocasionalmente causa eflorescencia interna que daña el material. El análisis de hipótesis ANOVA sugirió tiempos de curado superiores a 28 días para observar adecuadamente las diferencias de resistencia debidas a la adición de ceniza de mazorca de maíz. Debido a su alto contenido de potasio, se recomienda su uso potencial en la agricultura. Se sugiere un estudio más detallado sobre el contenido de sales minerales de la ceniza de mazorca de maíz, junto con ensayos de compresión en muestras de mortero estándar y experimentales a los 60 y 90 días para analizar exhaustivamente los efectos de las propiedades de la ceniza de mazorca de maíz en los morteros experimentales. Por último, se recomienda reducir el potasio en la ceniza de mazorca de maíz antes de su uso con aditivos de litio”. (Bocanegra Lopez 2018)

Gallego, H., Toro, E. y Rojas, R. (2020), en la Revista Ingeniería de Construcción, en su artículo “**Estado del arte: proceso de formación de puzolanas a partir de cenizas y sus aplicaciones**”, identificaron que las cenizas volantes de la industria azucarera pueden convertirse en puzolanas mediante diversos procesos de activación, ya sean físicos, térmicos,

químicos o una combinación de estos. Las puzolanas resultantes pueden utilizarse como correctores químicos y aditivos en la producción de cemento mediante procesos hidrotermales. Concluyen que el uso de cenizas volantes como corrector químico en la mezcla cruda de clínker depende de la pureza de la caliza y de la evaluación del equilibrio químico”. (Gallego, Toro y Rojas 2020)

Gonçalves, C., Soares, A. y Paula, H. (2021), en la Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción, en su artículo “**Caracterización y viabilidad del uso de cenizas de biomasa vegetal en mortero**, se propusieron evaluar la inclusión de cenizas de biomasa como virutas de eucalipto (ECA), ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA) y ceniza de cáscara de arroz (RHA) en morteros mixtos de cemento y cal. El estudio analizó las propiedades y el desempeño mecánico de estos morteros. La proporción de la mezcla fue 1:1:6, reemplazando el cemento Portland en un 15% y un 30%. Las pruebas de caracterización de residuos incluyeron análisis de partículas y evaluación de la actividad puzolánica. Los morteros se sometieron a análisis en estado fresco y endurecido. Se prestó especial atención a los efectos del pretratamiento (tamizado y molienda de elementos puzolánicos) y la mejora de la cal en la mezcla, que se esperaba que aumentara la reactividad de la ceniza. Los resultados determinaron un comportamiento más favorable en morteros con un 15% de sustitución, especialmente en aquellos que contienen ceniza de cáscara de arroz (RHA)”. (Gonçalves, Soares y Paula 2021).

Bases Teóricas

Concreto

El hormigón es un material de construcción compuesto principalmente por una mezcla de cemento, agua, áridos (que pueden ser arena, grava o piedra triturada) y, en ocasiones, aditivos químicos. El cemento actúa como aglutinante, uniendo los áridos y adquiriendo sus propiedades mecánicas mediante el proceso de hidratación, reaccionando químicamente con el agua para formar compuestos cristalinos.

Se utiliza ampliamente en la construcción debido a su durabilidad, resistencia y adaptabilidad a diversas formas y aplicaciones. Se emplea en la construcción de estructuras como edificios, puentes, presas, pavimentos y más.

Componentes del Concreto

El hormigón se compone principalmente de una pasta formada por cemento y agua, que une los áridos, generalmente arena y grava, dando como resultado una masa similar a la roca debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

La calidad del hormigón depende de la pasta y el árido que se generan al combinar estos componentes. Cuando el hormigón se elabora correctamente, todas las partículas de árido quedan completamente cubiertas por la pasta, rellenando los espacios entre ellas.

Cemento

El cemento es un material aglutinante utilizado en la construcción como elemento principal para unir y fijar otros materiales, especialmente en la producción de hormigón y mortero. Se define como un polvo fino y seco, compuesto principalmente por una mezcla de arcilla y caliza, calcinado a altas temperaturas en un horno rotatorio para producir clínker de cemento.

Tabla 1: Componentes Químicos del Cemento

	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Óxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Óxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro
5%	Óxido de Magnesio, Sodio	Mineral Varios
	Potasio, Titanio, Azufre	
	Fósforo y Manganeso	

Nota: En algunos estudios se ha encontrado estos principales componentes del cemento. (Pasquel Carbajal 1992)

Para producir cemento Portland, se muele una pequeña cantidad de yeso con clínker, que es el tipo más utilizado en la construcción. El cemento es un material duradero y

resistente, empleado en una amplia variedad de aplicaciones constructivas, como edificios, carreteras, puentes y túneles.

Elementos Puzolánicos

Los elementos puzolánicos son materiales, naturales o artificiales, que se utilizan en la producción de cemento y hormigón para mejorar sus propiedades físicas y químicas. Estos materiales finamente divididos poseen una reactividad química que les permite combinarse con el cemento Portland durante la hidratación, dando como resultado una mezcla de hormigón con mayor resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

Los elementos puzolánicos naturales incluyen ceniza volcánica, diatomita, arcilla calcinada, cuarzo y pizarra; los elementos puzolánicos artificiales incluyen escoria de alto horno, ceniza volante y humo de sílice obtenido de procesos industriales.

Al incorporar elementos puzolánicos a la mezcla de concreto, se reduce la cantidad de cemento necesaria manteniendo las mismas propiedades, lo que disminuye la huella de carbono de la construcción. Los elementos puzolánicos pueden mejorar la resistencia a la compresión, la permeabilidad y la resistencia química del concreto.

Ceniza de Residuos de Palta Hass

La ceniza residual del aguacate Hass es un material que se obtiene de los residuos del aguacate, como las semillas y las cáscaras, y que produce una ceniza fina y ligera que se utiliza como elemento puzolánico en la producción de cemento y hormigón.

Esta ceniza es rica en compuestos químicos como óxido de calcio, óxido de potasio y óxido de magnesio, lo que mejora las propiedades reactivas, la resistencia y la durabilidad del hormigón. El uso de ceniza como material de construcción sostenible contribuye a reducir los residuos, lo que la convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente.



Gráfico 1: Cenizas de Residuo de Palta

Agregados

Los agregados, también conocidos como inertes o áridos, son fragmentos de piedra o granos que se utilizan para reducir los costos en la mezcla y proporcionar características favorables, como la reducción de la contracción plástica, como se indica en NTP.400.037.2001.

El hormigón contiene partículas de este material, conocido como árido, que ocupan entre el 65 % y el 80 % de su volumen. El origen y el proceso de preparación del árido determinan si es natural o artificial.

Los áridos son el resultado de la erosión, el viento y la acción del agua; la piedra triturada resulta de la trituración de piedras naturales.

Según su tamaño, los agregados se clasifican en agregados finos que pasan a través de un tamiz de 3/8", con al menos un 95 % que pasa por el tamiz n.º 4 y queda retenido en el tamiz n.º 200. Los agregados gruesos quedan retenidos al menos en un 95 % en el tamiz n.º 4.

Entre las propiedades importantes de los agregados se incluyen el peso específico, el peso unitario, la humedad, la porosidad y la distribución del tamaño de partícula, conocida como granulometría o clasificación. Estas características se determinan mediante ensayos o pruebas estándar que miden las propiedades físicas, lo que facilita la comparación de parámetros establecidos para el diseño de la mezcla.



Gráfico 2: Agregado Fino y Grueso

Agua

El agua es un componente fundamental en las mezclas de hormigón y mortero, ya que permite el desarrollo de su capacidad aglutinante. Cumple dos funciones vitales: la de mezcla y la de curado, y debe estar libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materia orgánica.



Gráfico 3: Agua Potable

Propiedades del Concreto – Estado Fresco

Trabajabilidad

Esta propiedad del hormigón recién mezclado determina la facilidad y homogeneidad que permiten su mezcla, colocación, compactación y acabado. La norma ASTM la define como la propiedad que determina el esfuerzo necesario para manipular una cantidad de hormigón recién mezclado con una mínima pérdida de homogeneidad.

Depende de varios factores que afectan la trabajabilidad del hormigón, como la relación agua/cemento. Un aumento en esta relación resulta en una mayor trabajabilidad; por el contrario, una reducción del agua produce un hormigón rígido con segregación de los agregados.

Consistencia

La consistencia se define por el contenido de humedad de la mezcla, que indica su nivel de fluidez. Una mezcla más húmeda facilita la colocación del hormigón.

Los tipos de consistencia incluyen seca, plástica, blanda y fluida. La consistencia se determina mediante el método del cono de Abrams, también conocido como prueba de asentamiento.

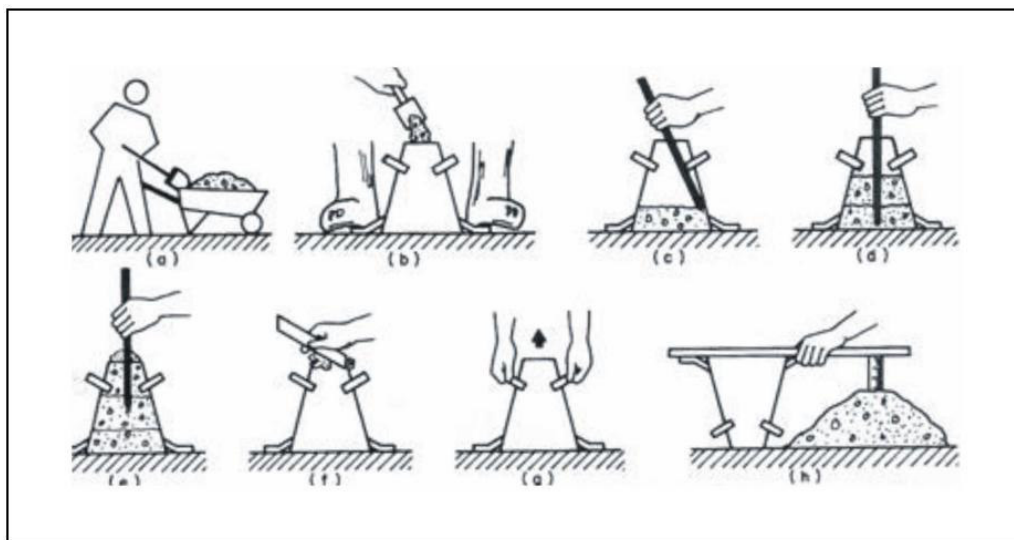


Gráfico 4: Metodología para Determinar la Trabajabilidad del Concreto

Segregación

La segregación es la descomposición mecánica del hormigón fresco, que separa los áridos gruesos del mortero. El hormigón se considera una mezcla de diferentes tamaños y densidades, lo que provoca la separación de los materiales cuando la mezcla aún no ha fraguado.

Una de las causas de la segregación puede ser el uso de áridos gruesos con un tamaño máximo superior al del elemento estructural. La segregación debilita el hormigón, lo que

reduce su durabilidad y le confiere un aspecto poco atractivo, comprometiendo así su resistencia y durabilidad.



Gráfico 5: Segregación de concreto

Exudación

La exudación se produce cuando parte del agua de la mezcla asciende a la superficie, separándose de la masa, debido a la sedimentación de sólidos. Este proceso ocurre poco después de verter el hormigón y colocarlo en los encofrados, hasta que la mezcla comienza a fraguar.

Está influenciado por las proporciones de la mezcla, las características del material, el contenido de aire y el uso de aditivos y adiciones; también por la angularidad y la granulometría de los agregados finos.

Contenido de aire

Las burbujas de aire están presentes en todos los tipos de hormigón, ubicadas en los poros no saturables de los agregados y entre los componentes del hormigón. Pueden ocupar entre el 1 % y el 3 % del volumen total de la mezcla.

En los hormigones con aire incorporado, se añade aire intencionadamente a la mezcla mediante aditivos para mejorar algunas propiedades del hormigón, como la durabilidad.

Peso Unitario

El peso unitario se define como la relación entre la densidad del hormigón y el volumen total de una unidad cúbica. Las propiedades del hormigón, en términos de variaciones, pueden afectar el peso unitario y la densidad.

Un mayor contenido de aire en la mezcla de concreto reduce la densidad; por el contrario, una mayor compactación la incrementa. Las modificaciones en la densidad dependen del tipo de agregado utilizado.

Temperatura del Concreto

La mezcla del hormigón está influenciada por la temperatura y el calor específico del material, el calor liberado por la hidratación del cemento, la energía de mezclado y el entorno.

La norma NTP 339.184 describe el proceso para medir la temperatura de la mezcla de concreto fresco. En climas fríos, es necesario calentar los agregados para alcanzar la temperatura deseada; no se recomienda el uso de agregados congelados. Las altas temperaturas aumentan la demanda de agua, incrementando la relación agua/cemento.

Propiedades del Concreto – Estado Endurecido

Resistencia a la Compresión

Este ensayo mide la resistencia a la compresión del hormigón mediante probetas cilíndricas o cúbicas. Se aplica gradualmente una carga axial hasta que la probeta se rompe. La resistencia a la compresión se expresa en unidades de presión, generalmente en MPa.

Los resultados se utilizan principalmente para verificar que la mezcla de concreto empleada cumpla con los requisitos de resistencia especificados (f_c) para cada proyecto. También se utilizan como control de calidad para la aceptación del concreto o para estimar la resistencia de los elementos estructurales.

Materiales y métodos

Materiales

Las materias primas utilizadas incluyen residuos de aguacate Hass procedentes de desechos industriales; el cemento, la arena y la grava se obtendrán de ferreterías cercanas, y se utilizará agua.

Método

El enfoque de la investigación es cuantitativo, de tipo secuencial y probatorio.

Según el objetivo de la investigación, se trata de un estudio aplicado que analiza las características químicas de las puzolanas, en este caso, los residuos de aguacate Hass, para determinar su impacto potencial en las propiedades del hormigón.

La investigación tiene un alcance explicativo y busca establecer una relación de causa y efecto entre los materiales puzolánicos procedentes de los residuos del aguacate Hass y las propiedades del hormigón.

El tratamiento de la variable experimental consiste en realizar pruebas a diferentes intervalos, utilizando muestras en función de los días de curado.

Tabla 2: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	Dimensiones	INDICADORES	INSTRUMENTO	UNIDAD DE MEDIDA
V.I. PUZOLANA NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS	El porcentaje de puzolana natural se refiere a la cantidad que se utiliza del material, la adición al cemento Portland en la mezcla de concreto, esto con el objetivo de mejorar sus propiedades y además de reducir su impacto ambiental.	El porcentaje de la puzolana natural este se define con el porcentaje en la masa de la puzolana natural respecto a la masa total de cemento utilizado en la mezcla del concreto, este varía entre un 15% a 35 %. Se pueden establecer distintas dosificaciones estos en función de las necesidades y requisitos de cada uno de los proyectos.	Dosificación	El porcentaje que se va a utilizar de puzolana en reemplazo del cemento es de 15%,20% y 30%	Norma ASTM C595	Porcentaje (%)
			Propiedades Químicas	Composición Química con la Prueba de Fluorescencia de rayos X	Norma ASTM E1621-13 / Norma ASTM C114-15 / Norma ISO 12677	Porcentaje (%)
V.D. PROPIEDADES DEL	Las propiedades del concreto se refieren a las características físicas y mecánicas del material, en el cual determina su	Las propiedades del concreto se pueden evaluar mediante ensayos normalizados que, como la resistencia a la compresión,	Propiedades en estado fresco	Asentamiento del concreto fresco	Norma ASTM C 143	Unidades de longitud (cm)
				Ensayo de Exudación	Norma ASTM C 232	Porcentaje (%)

<p>CONCRETO f'c= 210 kg/cm2</p>	<p>desempeño y la capacidad de poder cumplir con una serie de requisitos como de resistencia, durabilidad, trabajabilidad entre otros. Que permiten garantizar que el concreto tenga un desempeño correcto en la estructura o elemento constructivo en el que se utilice.</p>	<p>la absorción de agua, el asentamiento del concreto fresco, la densidad, la permeabilidad y la adherencia al acero de refuerzo. Las mediciones son realizadas mediante ensayos normalizados y son comparados con los requisitos especificados en los planos y las especificaciones del proyecto. Se puede evaluar también a través de la observación visual de su apariencia y acabado, así como el de cumplir los requisitos funcionales y estéticos del proyecto en que se utilice. Estas propiedades son influenciadas por distintos factores como el tipo y dosis de la puzolana natural utilizada en la mezcla.</p>	<p>Propiedades en Estado Endurecido</p>	<p>Resistencia a la compresión del concreto a 7, 14 y 28 días después de la mezcla</p>	<p>Norma ASTM C 39</p>	<p>Unidades de presión (Mpa)</p>
				<p>Absorción del agua en el concreto</p>	<p>Norma ASTM C 1585</p>	<p>Porcentaje (%)</p>
				<p>Permeabilidad del concreto</p>	<p>Norma ASTM C 642</p>	<p>velocidad de flujo (m/s)</p>
				<p>Densidad del Concreto</p>	<p>Norma ASTM C 128</p>	<p>unidades de masa por unidad de volumen (kg/m³)</p>
				<p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Norma ASTM C 78</p>	<p>Unidades de presión (Mpa)</p>
				<p></p>	<p></p>	<p></p>

Población

La investigación determina el tamaño de la población y las muestras necesarias para su ejecución. La población considerada es concreto con una densidad de 210 kg/cm², al que se le añaden 15%, 20% y 30% de ceniza de aguacate Hass para su evaluación mediante ensayos como asentamiento, exudación, compresión y flexión.

Muestra

El tamaño de la muestra debe garantizar resultados óptimos.

La prueba de asentamiento se realiza siguiendo las normas NTP 339.035 y ASTM C-143, tomando 5 muestras por diseño de mezcla, con un total de 20 muestras que incluyen un patrón estándar.

Tabla 3: Muestras para Ensayo de Asentamiento

% ADICIONAMIENTO DE CENIZA DE RESIDUO DE PALTA HASS				
0%	15%	20%	30%	TOTAL
5	5	5	5	20
TOTAL DE MUESTRAS				20

En la prueba de tasa de absorción, regida por la norma ASTM C-185, se tomaron 3 muestras por diseño de mezcla, lo que suma un total de 12 muestras.

Tabla 4: Muestras para Ensayo de Velocidad de Absorción

% ADICIONAMIENTO DE CENIZA DE RESIDUO DE PALTA HASS				
0%	15%	20%	30%	TOTAL
3	3	3	3	12
TOTAL DE MUESTRAS				12

En la prueba de resistencia a la compresión, se realizan ensayos a los 7, 14 y 28 días, con tres muestras por diseño y día de ensayo. Se elaborarán un total de 60 muestras.

Tabla 5: Muestras para Ensayo de Resistencia a Compresión

EDAD (Días)	% ADICIONAMIENTO DE CENIZA DE RESIDUO DE PALTA HASS				
	0%	15%	20%	30%	TOTAL
7	5	5	5	5	20
14	5	5	5	5	20
28	5	5	5	5	20
TOTAL DE MUESTRAS					60

En el ensayo de resistencia a la flexión, guiado por las normas NTP 339.078 y ASTM C78, se realizan ensayos a los 7, 14 y 28 días de curado, con 3 muestras por dosis y ensayo, lo que suma un total de 60 muestras.

Tabla 6: Muestras para Ensayo de Resistencia a la Flexión

EDAD (Días)	% ADICIONAMIENTO DE CENIZA DE RESIDUO DE PALTA HASS				
	0%	15%	20%	30%	TOTAL
7	5	5	5	5	20
14	5	5	5	5	20
28	5	5	5	5	20
TOTAL DE MUESTRAS					60

La prueba de profundidad de penetración del agua utiliza 12 muestras analizadas a los 28 días.

Tabla 7: Muestras para Ensayo de Penetración de Agua bajo Presión

EDAD (Días)	% ADICIONAMIENTO DE CENIZA DE RESIDUO DE PALTA HASS				
	0%	15%	20%	30%	TOTAL
28	3	3	3	3	12
TOTAL DE MUESTRAS					12

En el Ensayo para la determinación del Módulo de Elasticidad y de la Relación de Poisson, se utilizaron en total 12 muestras que fueron ensayadas a 28 días. Se tomó como referencia la norma ASTM C-469.

Tabla 8: Muestras para Ensayo de Penetración de Agua bajo Presión

EDAD (Días)	% ADICIONAMIENTO DE CENIZA DE RESIDUO DE PALTA HASS				
	0%	15%	20%	30%	TOTAL
28	3	3	3	3	12
TOTAL DE MUESTRAS					12

Muestreo

El muestreo implica tomar un subconjunto del marco muestral o de toda la población, lo que confirma que la elección de la muestra no probabilística depende de las características de la investigación.

En este proyecto se utiliza un muestreo por juicio no probabilístico, siguiendo los criterios de las Normas Técnicas Peruanas y ASTM para los ensayos realizados.

Técnica de recolección de datos

La evaluación de las propiedades del hormigón, tanto en muestras convencionales como en aquellas con ceniza de residuo de aguacate Hass, se realizó mediante observación experimental en cada ensayo, siguiendo las normas ASTM y NTP para facilitar la recopilación de datos.

Instrumentos de recolección de datos

Los datos se recopilaron utilizando tablas en diferentes formatos según las pruebas de propiedades concretas.

La fiabilidad de los datos se garantizó siguiendo los estándares establecidos, con los equipos de laboratorio de la universidad debidamente calibrados.

Resultados y discusión

Resultados

Recolección de los Materiales Orgánicos

Se recolectaron materiales orgánicos, específicamente desechos de aguacate para agregarlos parcialmente al cemento en la mezcla, proporcionados por "Empafrut", un exportador de aguacate Hass ubicado en la carretera Tambogrande Km 7.8, Cieneguillo Centro Village, Sullana.

Los residuos fueron transportados a Chiclayo en un camión, recogándose una tonelada y media para la elaboración de la tesis.

El producto se limpió de contaminantes y luego se secó al sol durante el día.



Gráfico 6: Residuos de Palta Hass



Gráfico 7: Residuos de Palta Hass

Acopio de los Agregados

Los áridos se obtuvieron de la ferretería "PERUNORT", elegida por su proximidad al laboratorio universitario donde se realizan las pruebas de hormigón, lo que garantiza la calidad del material.



Gráfico 8: Agregados utilizado y Agua

Las mezclas diseñadas para el proyecto de investigación implicaron la compra de sacos de cemento Pacasmayo Tipo Azul, agregado grueso (arena) y agregado grueso, verificados para que estuvieran limpios y libres de impurezas, para luego ser llevados al laboratorio.



Gráfico 9: Cemento Portland Tipo Antisaltre MS - Pacasmayo

Agua

El agua se utilizó para poder preparar y a la vez curar el concreto es de la red suministrada por EPSEL – Chiclayo.

Pulverización y Calcinación de Laboratorios

Inicialmente, las muestras de residuos de aguacate Hass se secaron a temperatura ambiente:



Gráfico 10: Secado de Residuos de Palta Hass

Las muestras de residuos secos de aguacate Hass se colocaron en un molde de acero y luego se calcinaron en el horno de la universidad a 445 °C durante 3 horas.



Gráfico 11: Calcinación de la muestra en la mufla a 445°C



Gráfico 12: Ceniza de Residuos de Palta Hass

Análisis de la Composición Química mediante Fluorescencia de Rayos X

En la Universidad Nacional de Ingeniería se realizaron pruebas de fluorescencia de rayos X para determinar la composición química de los componentes inorgánicos de las cenizas de los residuos de aguacate Hass, evaluando así su carácter óptimo como material puzolánico.



Gráfico 13: Análisis de Composición Química Usando el Espectrómetro De Fluorescencia De Rayos X De Energía Dispersiva (SHIMADZU, EDX-800HS)

Se realizaron pruebas en dos muestras de residuos de aguacate Hass: cáscara y semilla, pasando por el tamiz N° 200, y los resultados se resumen en tablas:

Tabla 9: Composición Química de Cáscaras de Palta Hass

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Óxido de potasio, K ₂ O	91.430	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (2,3)
Óxido de magnesio, MgO	3.682	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	2.295	%	
Óxido de calcio, CaO	1.495	%	
Óxido de silicio, SiO ₂	0.586	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.416	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.035	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.027	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.020	%	
Óxido de cobre, CuO	0.015	%	

Nota: Los ensayos se realizaron en los laboratorios de Labicer.

Tabla 10: Composición Química de Pepas de Palta Hass

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de potasio, K ₂ O	86.912	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de magnesio, MgO	8.169	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	3.802	%	
Óxido de calcio, CaO	0.858	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.148	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.060	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.030	%	
Óxido de cobre, CuO	0.020	%	

Nota: Los ensayos se realizaron en los laboratorios de Labicer.

Caracterización de los Agregados

Las pruebas que indican las propiedades físicas de los agregados de arena y piedra son cruciales y se realizan en el laboratorio de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, garantizando el uso de equipos certificados y personal capacitado que cumple con los estándares.

Análisis Granulométrico

La granulometría distribuye las partículas de la muestra por tamaño utilizando tamices normalizados en Perú según la norma NTP 350.001. Esta prueba es fundamental para el diseño de concreto y el desarrollo inmobiliario.

Agregado Fino

La investigación se llevó a cabo siguiendo las normas NTP 400.012 "Análisis granulométrico de agregados finos, gruesos y globales" y ASTM C33.



Gráfico 14: Se realiza el cuarteo manual del agregado fino

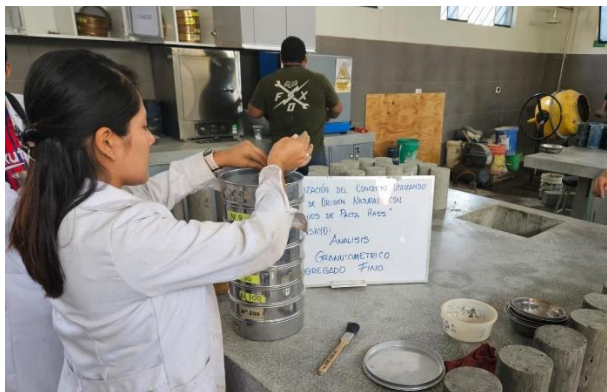


Gráfico 15: Pasado del agregado fino por los tamices



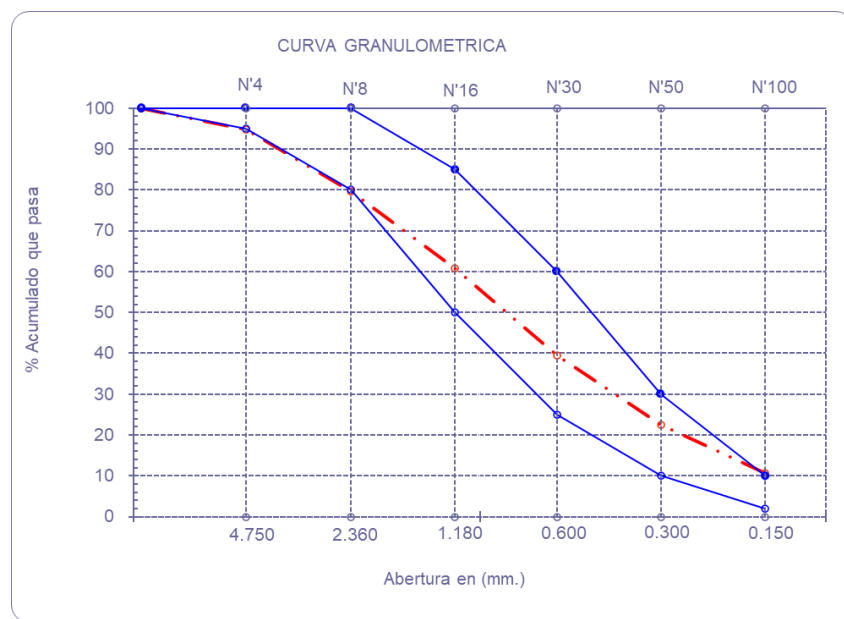
Gráfico 16: Separación del agregado de fino por retención de tamices

Los resultados mostraron que el mayor porcentaje retenido en el tamiz n.º 30 fue del 21,4 %. El módulo de finura del agregado fino fue de 2,918, cumpliendo con la norma ASTM C125, que indica un módulo de finura de la arena entre 2,3 y 3,1.

Tabla 11: Tabla con Porcentaje Retenido por Tamiz – Agregado Fino

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)
Pulg.	(mm.)				
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0
Nº 04	4.750	25.98	5.2	5.2	94.8
Nº 08	2.360	75.7	15.1	20.3	79.7
Nº 16	1.180	93.81	18.8	39.1	60.9
Nº 30	0.600	106.9	21.4	60.5	39.5
Nº 50	0.300	85.09	17.0	77.5	22.5
Nº 100	0.150	58.7	11.7	89.2	10.8
Fondo		53.82	10.8	100.0	0.0
Módulo de Fineza				2.918	
Abertura de malla de referencia				9.500	

La curva granulométrica mostró que el agregado fino cumplía con todos los parámetros de los límites superior e inferior, según la norma ASTM C33, con resultados óptimos dentro de los rangos permitidos.

**Gráfico 17: Curva Granulométrica del Agregado Fino**

Agregado Grueso

La distribución de los agregados gruesos se determinó según las normas NTP 400.012 "Análisis granulométrico de agregados finos, gruesos y globales" y ASTM C33.

Según los resultados de la Tabla 12, el porcentaje más alto de agregado grueso retenido fue en el tamiz de 3/4", con un 50,5%, y un tamaño nominal máximo de 3/4".

Tabla 12: Tabla con Porcentaje Retenido por Tamiz – Agregado Grueso

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa
Pulg.	(mm.)				
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	375.0	6.6	6.6	93.4
3/4"	19.00	2892.0	50.5	57.1	42.9
1/2"	12.70	843.0	14.7	71.8	28.2
3/8"	9.52	734.0	12.8	84.6	15.4
Nº 04	4.75	598.0	10.4	95.1	4.9
Nº 08	2.36	75.0	1.3	96.4	3.6
Nº 16	1.19	4.8	0.1	96.5	3.5
Fondo		203.2	3.5	100.0	0.0
Tamaño Maximo			1"	38.00	
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00	

La curva granulométrica para el agregado grueso cumplió con los parámetros de límite superior e inferior, según la norma ASTM C33, con resultados óptimos dentro de los rangos permitidos.

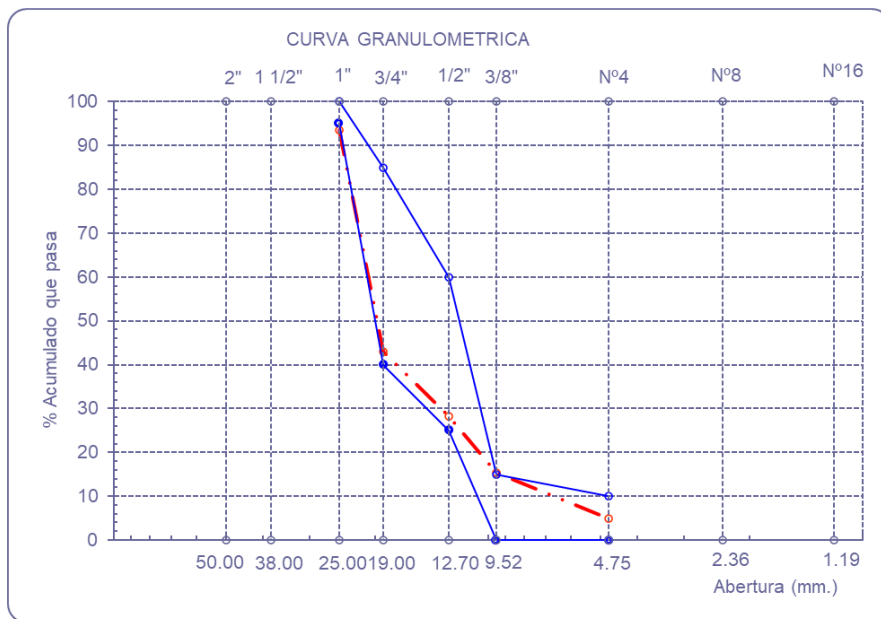


Gráfico 18: Curva Granulométrica del Agregado Gueso

Contenido de humedad

Este ensayo nos ayuda a poder determinar el porcentaje de agua retenido en los agregados que se ha realizado según las especificaciones técnicas de la norma NTP 339.185 y ASTM C566, con el fin de poder conocer el total de agua que se va a utilizar para el Diseño.

Agregado Fino

El agregado fino fue extraído de la cantera de La Victoria en Pátapo nos da los siguientes resultados en cuanto al porcentaje de humedad del agregado fino fue de 2.46%, el cual han estado por debajo de lo indicado por la norma que nos indica que para el agregado fino la humedad varía de 2% al 6%.

Tabla 13: Contenido de Humedad – Agregado Fino

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2928	2928
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.46	2.46
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.46	

Agregado Grueso

El agregado grueso fue extraído de la Cantera La Victoria de Pátapo, donde nos da los siguientes resultados el contenido de humedad del agregado grueso que estuvieron dentro de los límites con un 0.81%, esto indicó que los poros del agregado estaban un poco secos por lo que se debió tener en cuenta al realizar el diseño.

Tabla 14: Contenido de Humedad – Agregado Grueso

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	6000	6000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5952	5952
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.81	

Peso unitario

El ensayo de Peso Unitario ha sido realizado según el procedimiento indicado por la norma NTP 400.017 y ASTM C29, nos ayuda a conocer el peso suelto y compactado del agregado que luego se podrá a seleccionar las proporciones adecuadas para el diseño de mezcla.

Agregado Fino

A continuación, se muestra los pesos Unitarios de los Agregados Fino tanto suelto como compactado.

Tabla 15: Peso Unitario Suelto – Agregado Fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8277	8281
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8277	8281
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1510	1511
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1474	

Tabla 16: Peso Unitario Compactado – Agregado Fino

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9699	9675
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9699	9675
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1770	1765
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1725	



Gráfico 19: Compactado de Agregado fino

Agregado Grueso

A continuación, se muestra los pesos Unitarios del Agregado Grueso tanto suelto como compactado.

Tabla 17: Peso Unitario Suelto – Agregado Grueso

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7492	7490
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7492	7490
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1376	1376
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1365	

Tabla 18: Peso Unitario Compactado – Agregado Grueso

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8507	8520
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8507.0	8520.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1563	1565
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1551	

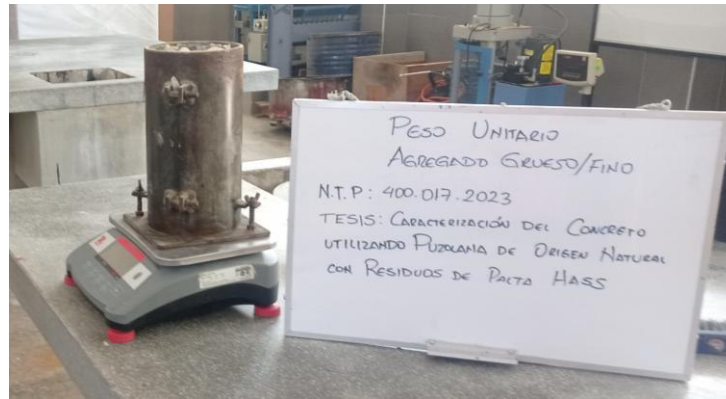


Gráfico 20: Peso Unitario Agregado Grueso

Peso específico y Absorción

El peso específico y la absorción de los agregados determinan el volumen que ocupan dentro de una mezcla.

Agregado Fino

El ensayo de agregados finos se realizó siguiendo las normas NTP 400.022 y ASTM C128.



Gráfico 21: Muestra de Agregado Fino

Se obtiene de los siguientes datos:

Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua: 957.7 g

Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco: 642.9 g

Peso del Agua: 314.8 g

Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco: 638.6 g

Peso del Frasco: 142.9 g

Peso de la Arena Secada al Horno: 496 g

Volumen del frasco: 500 g

Los resultados se muestran en la Tabla 19:

Tabla 19: Peso Específico y Absorción – Agregado Fino

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.677
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.700
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.740
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.87

Agregado Grueso

La prueba se realizó de acuerdo con las normas NTP 400.021 y ASTM C127.



Gráfico 22: Muestra de Agregado Grueso

Se obtiene de los siguientes datos:

Peso de la muestra secada al horno: 2410 g

Peso de la muestra superficialmente seca: 2430 g

Peso de la muestra dentro del agua + peso de la canastilla: 2420 g

Peso de la canastilla: 880 g

Peso de la muestra saturada dentro del agua: 1540 g

Los resultados se muestran en la Tabla 20:

Tabla 20: Peso Específico y Absorción – Agregado Grueso

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.708
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.730
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.770
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.83

Diseño Mezcla

El diseño de la mezcla siguió el método ACI, con una muestra estándar de f_c de 210 kg/cm² a los 28 días.

Datos del Agregado

AGREGADOS	GRUESO	FINO	
Tamaño máximo nominal	¾"	---	pulg.
Peso Unitario suelto seco	1365	1474	Kg/cm ³
Peso Unitario compactado seco	1551		Kg/cm ³
Peso específico de masa seco	2708	2677	Kg/cm ³
Contenido de humedad	0.81	2.46	%
Contenido de absorción	0.83	0.87	%
Módulo fineza (adimensional)		2.918	

Cálculo de F'_{cr} (resistencia promedio requerida)

Al no existir registros de resistencia previos, la resistencia se calcula según la Tabla 21, que muestra la resistencia requerida.

Tabla 21: Resistencia a la compresión requerida

Resistencia a la compresión F'_c	Resistencia a la compresión requerida (F'_{cr})
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
Mayor de 350	$F'_c + 98$

Nota: Fuente ACI

Por lo que $F'_{cr} = 210 + 84$

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

Cálculo del Contenido de Aire

El contenido de aire se basa en el tamaño nominal máximo, como se muestra en la Tabla 22..

Tamaño nominal máximo: 3/4" según la Tabla 12.

Tabla 22: Contenido de Aire Atrapado

TMN del Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
4"	0.2 %

Nota: Fuente ACI

El contenido de aire es del **2,0 %**.

Cálculo del Contenido de Agua

Calcular el contenido de agua a partir del TMN del agregado grueso y el asentamiento.

Tamaño máximo nominal: 3/4"

Asentamiento: 4"

Tabla 23: Volumen Unitario de Agua

		Agua en l/m ³ , para los TMN de agregado grueso y asentamiento						
ASENTAMIENTO	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	184	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	197	174	166	154	-

Nota: Fuente ACI

Por lo que el Agua: **205 l/m³**

Cálculo de a/c según la resistencia requerida (F'cr)

Tabla 24: Relación agua/cemento por resistencia

F'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Nota: Fuente ACI

Para definir la relación agua/cemento para $F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$, se realiza una interpolación entre los valores de la Tabla 24, utilizando valores sin aire incorporado:

F'_{c} (Kg/cm ²)	Sin aire incorporado
250	0.62
294	x
300	0.55

$$x = 0.62 + \frac{0.55 - 0.62}{300 - 250} (294 - 250)$$

$$x = 0.558$$

Relación a/c= 0.558

Contenido de Cemento

Se tienen los siguientes datos:

Agua: 205 l/m³

Relación a/c= 0.5584

Entonces:

$$\frac{205}{C} = 0.5584$$

$$C = 367.120 \text{ Kg}$$

$$\text{Factor C.} = 367.120 / 42.5 = 8.64 \text{ bls.}$$

Peso de Agregado Grueso

La Tabla 25 proporciona el Volumen del Agregado Grueso.

Tabla 25: Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO					
Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (pulg)	Tamaño máximo nominal del Agregado grueso (mm)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Es necesaria la interpolación ya que el módulo de finura es 2,918.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad e volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino		
	2.80	2.918	3.00
¾"	0.62	x	0.6

$$x = 0.62 + \frac{0.6 - 0.62}{3.00 - 2.80} (2.918 - 2.80)$$

$$x = 0.608$$

$$\text{Peso a. g} = \frac{b}{b_0} x \text{Peso u. s. c.}$$

$$\text{Peso a. g} = 0.6082 x 1551 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso a. g} = 943.32 \text{ kg}$$

Cálculo de Asentamiento

El asentamiento se eligió teniendo en cuenta la manejabilidad y la consistencia. Según la Tabla 25, se consideró una consistencia plástica con un asentamiento de 4".

Tabla 25: Slump

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	≥5"

Nota: Datos según ACI 211.

De acuerdo con los ensayos que se realizaron se obtuvo el siguiente diseño del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm², se obtiene el siguiente cuadro de proporciones los cuales son referentes para poder elaborar la mezcla.

Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

De acuerdo con los datos hallados anteriormente se tiene el siguiente resumen:

$$\text{Cemento: } 367 \text{ kg/m}^3 \quad 0.117 \text{ m}^3$$

Agua:	205 lt/m ³	0.205 m ³
Aire:	2%	0.020 m ³
Arena:	828 kg/m ³	0.309 m ³
Grava:	943 kg/m ³	0.348m ³
		1.00m³

Por la Corrección por humedad:

Arena: $828 \text{ kg/m}^3 \times ((2.46/100) + 1) = 848 \text{ kg/m}^3$

Grava: $943 \text{ kg/m}^3 \times ((0.81/100) + 1) = 951 \text{ kg/m}^3$

Agua Efectiva:

Arena: $848 \text{ kg/m}^3 \times ((2.46-0.87) / 100) = 13.5$

Grava: $951 \text{ kg/m}^3 \times ((0.81-0.83) / 100) = -0.2$

Total de Agua efectiva = 13.3

Resultado final de diseño (húmedo)

Cemento: 367 kg/m³

Agua: $205 \text{ lt/m}^3 + 13.30 \text{ lt/m}^3 = 192 \text{ lt/m}^3$

Arena: 848 kg/m³

Grava: 951 kg/m³

Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
Proporción en peso	1.00	2.31	2.59	22.2
Proporción en volumen	1.00	2.35	2.85	22.2

Ajuste de la Mezcla de Prueba

Cemento: 432 kg/m³

Agua: 241 lt/m³

Arena: 878 kg/m³

Grava: 10 kg/m³

Dosificación en volumen

	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
Proporción en peso	1.00	2.03	1.87	23.7
Proporción en volumen	1.00	2.07	2.06	23.7

Reajuste de la Mezcla de Prueba – Diseño Patrón f'c 210 kg/cm²

Cemento:	431 kg/m ³	: Cemento Portland
Agua:	240 Lt	: Agua Potable de la Zona
Agregado Fino:	692 kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo
Agregado Grueso:	1000 kg/m ³	: Cantera La Victoria - Pátapo

Dosificación en volumen

	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
Proporción en peso	1.00	1.61	2.32	23.7
Proporción en volumen	1.00	1.64	2.55	23.7

En la siguiente tabla N° 27 se coloca las proporciones adicionando un 15% de ceniza de residuo de Palta Hass.

Tabla 27: Diseño de Mezcla con el 15% de Ceniza de Residuo de Palta

COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	431	Kg
Ceniza	64.65	Kg
Agua	240	Lt
Arena	692	Kg
Grava	1000	Kg

En la siguiente tabla N° 28 se coloca las proporciones adicionando un 20% de ceniza de residuo de Palta Hass.

Tabla 28: Diseño de Mezcla con el 20% de Ceniza de Residuo de Palta

COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	431	Kg
Ceniza	86.2	Kg
Agua	240	Lt
Arena	692	Kg
Grava	1000	Kg

En la siguiente tabla N° 29 se coloca las proporciones adicionando un 30% de ceniza de residuo de Palta Hass.

Tabla 29: Diseño de Mezcla con el 30% de Ceniza de Residuo de Palta

COMPONENTE	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	431	Kg
Ceniza	129.3	Kg
Agua	240	Lt
Arena	692	Kg
Grava	1000	Kg

Elaboración de ensayos en estado fresco

Ensayo de Asentamiento

Según las normas NTP 339.035 y ASTM C-143, la prueba de asentamiento consistió en llenar un molde cónico de metal con la mezcla en tres capas, compactando cada capa con 25 golpes. A continuación, se retiró el molde y se volcó junto a la mezcla; se niveló para obtener una superficie lisa de 50 cm x 2 cm.



Gráfico 23: Ensayo de Asentamiento



Gráfico 24: Medida de asentamiento

En la siguiente Tabla N° 30 se muestran los resultados obtenidos de asentamiento con la mezcla patrón, adicionando el 15%, 20% y 30% de ceniza de residuos de Palta.

Tabla 30: Asentamiento de la muestra

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS	ASENTAMIENTO		PROMEDIO	
		pulg.	cm	pulg.	cm
Mezcla Patrón	M1	4.2	10.67	4.2	10.67
	M2	4.5	11.43		
	M3	4	10.16		
	M4	4.2	10.67		
	M5	4.1	10.41		
Mezcla + 15%	M1	3.8	9.65	3.82	9.70
	M2	4	10.16		
	M3	3.6	9.14		
	M4	4	10.16		
	M5	3.7	9.40		
Mezcla + 20%	M1	3.5	8.89	3.54	8.99
	M2	3.4	8.64		
	M3	3.5	8.89		
	M4	3.5	8.89		
	M5	3.8	9.65		
Mezcla + 30%	M1	3.5	8.89	3.4	8.64
	M2	3.5	8.89		
	M3	3.3	8.38		
	M4	3.4	8.64		
	M5	3.3	8.38		

Los resultados mostraron que, al aumentar el contenido de ceniza de los residuos de aguacate Hass, disminuyó el asentamiento. Se tomaron cinco muestras para el patrón estándar y con adiciones de ceniza del 15 %, 20 % y 30 %. Se presenta una gráfica del comportamiento del asentamiento.

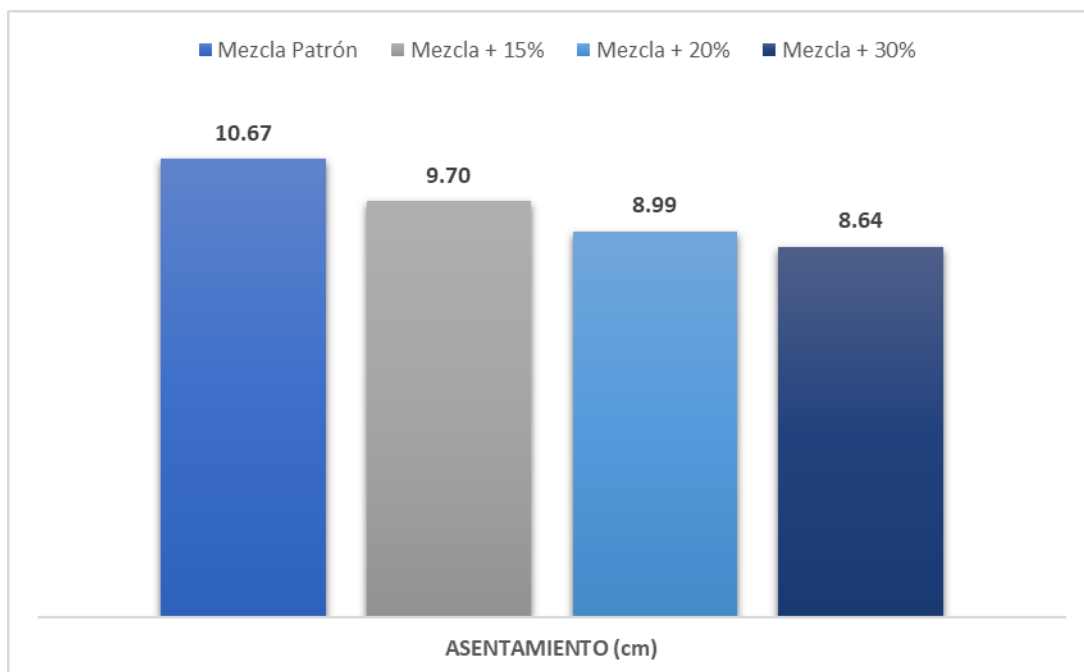


Gráfico 25: Comportamiento de Asentamiento de las Muestras

Elaboración de probetas cilíndricas y vigas

La realización de las probetas se hizo en laboratorio bajo la norma NTP 339.183 y ASTM C 199.

Probetas cilíndricas

Los moldes se colocaron sobre una superficie firme y plana, se llenaron en tres capas con 25 golpes por capa utilizando una varilla de metal y, finalmente, se nivelaron para obtener una superficie uniforme.



Gráfico 26: Mezcla de Concreto

Se elaboraron veinte muestras: 5 cilindros para la mezcla estándar f_c 210 kg/cm², 5 con un 15 % de ceniza de residuo de aguacate Hass, 5 con un 20 % de ceniza de residuo de aguacate Hass y 5 con un 30 % de ceniza de residuo de aguacate Hass.



Gráfico 27: Llenado de Probetas



Gráfico 28: Chuseado de muestras de Concreto

Vigas

Las vigas se fabricaron en moldes prismáticos de sección estándar de 150 x 150 mm, colocados sobre una superficie plana y nivelada. Los moldes se llenaron en 3 capas con 25 golpes por capa utilizando una varilla metálica y se golpearon con un martillo de goma para evitar huecos; finalmente, se nivelaron para obtener una superficie uniforme.



Gráfico 29: Llenado de muestras de moldes prismáticos

Elaboración de curado

Todas las muestras fueron desmoldadas y sumergidas en recipientes con agua, lo que garantizó una cobertura completa de la muestra.



Gráfico 30: Llenado de piscina para curado de las probetas cilíndricas

Elaboración de ensayos en estado endurecido

Ensayo Resistencia a la Compresión

El ensayo de resistencia a la compresión se realizó siguiendo las normas NTP 339.034 y ASTM C39. Se tomaron medidas iniciales de la altura y el diámetro de las probetas cilíndricas estándar y modificadas.

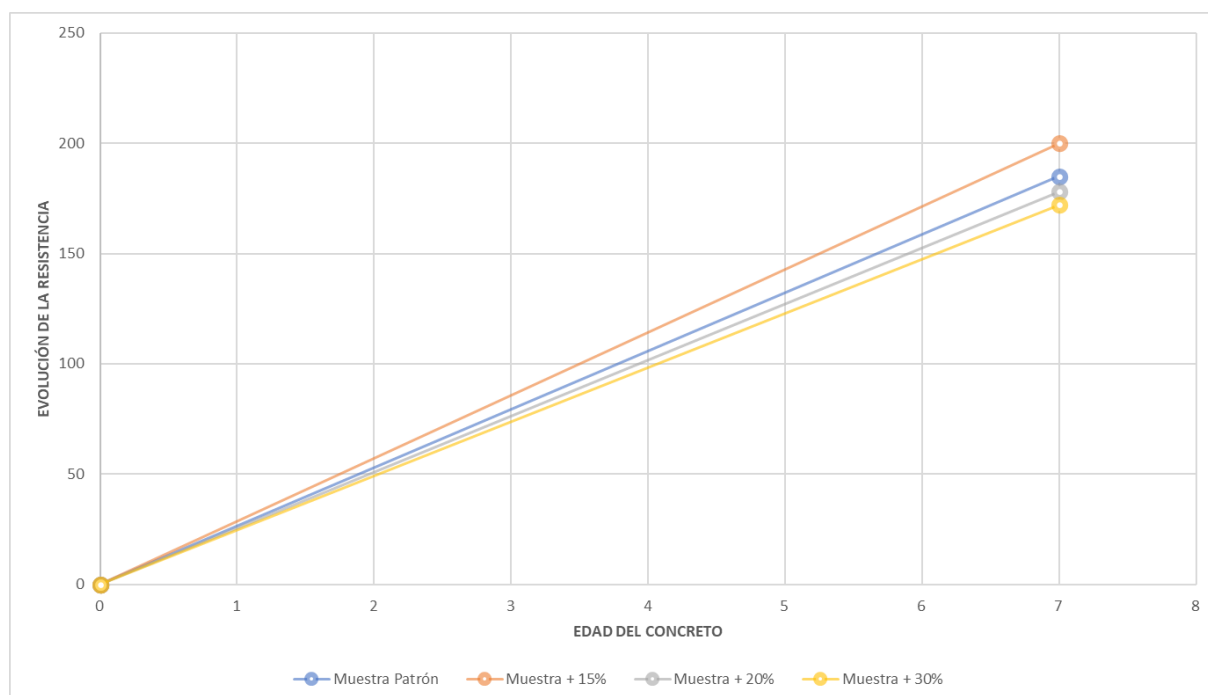


Gráfico 31: Rotura probetas cilíndricas

Para determinar la resistencia a la compresión a los 7 días, se analizaron 5 muestras estándar y 5 muestras con adición de ceniza de residuo de aguacate Hass al 15 %, 20 % y 30 %. La Tabla n.º 31 presenta el promedio a los 7 días y se muestra el gráfico comparativo N° 32.

Tabla 31: Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 7 días

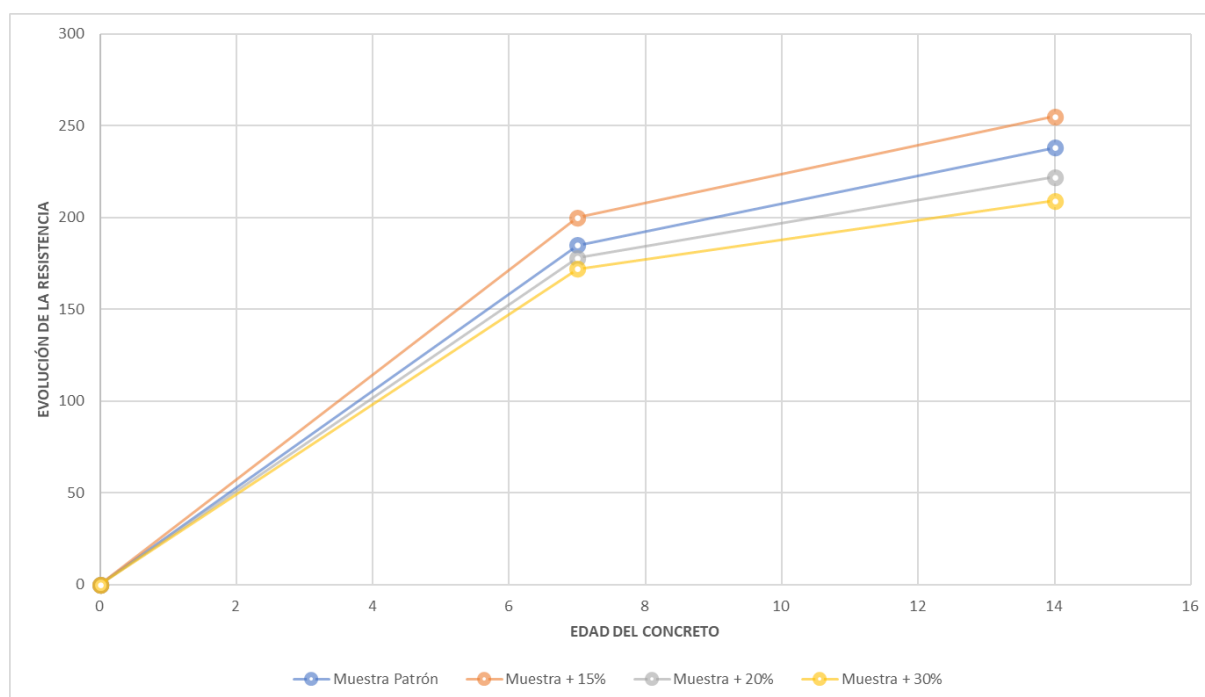
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²	Prom. kg/cm ³
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	184	185
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	191	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	187	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	178	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	185	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	177	200
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	193	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	205	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	211	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	216	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	164	178
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	169	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	182	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	184	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	192	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	161	172
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	166	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	164	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	178	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	192	

**Gráfico 32: Comparativo de muestra patrón y adicionando 15%,20% y 30% de ceniza de residuos de palta Hass a los 7 días**

Para determinar la resistencia a la compresión a los 14 días, se analizaron 5 muestras con un patrón estándar y 5 muestras con una adición de ceniza de residuo de aguacate Hass del 15%, 20% y 30%.

Tabla 32: Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 14 días

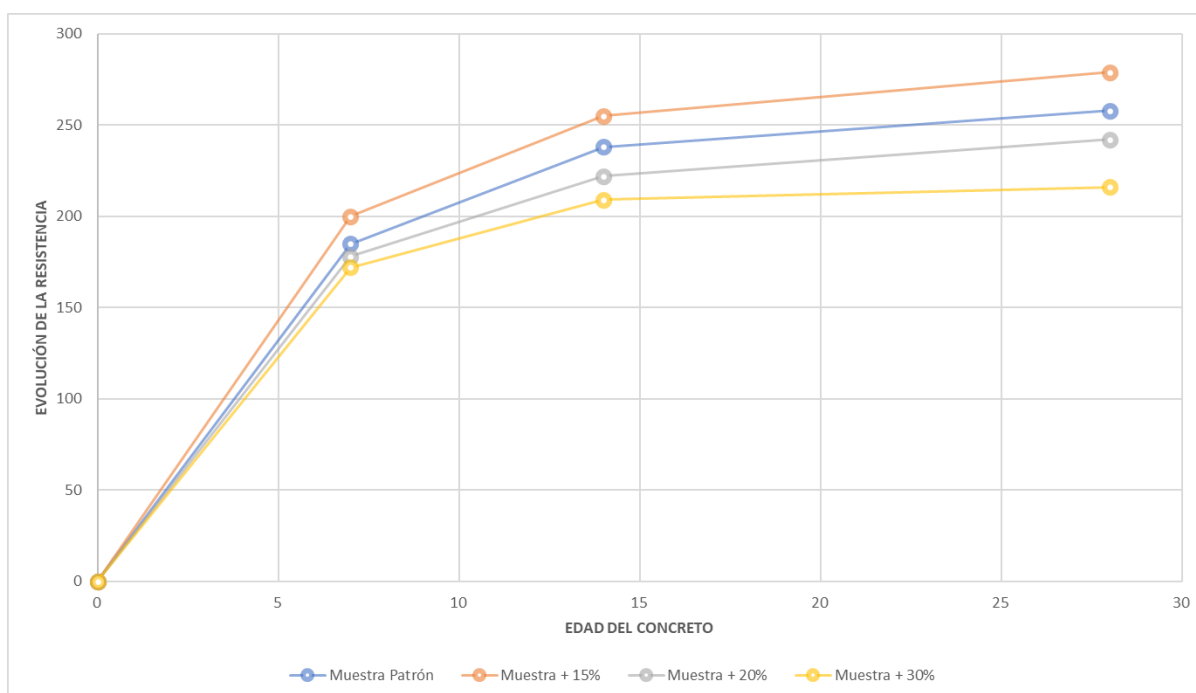
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²	Prom. kg/cm ³
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	243	238
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	245	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	232	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	247	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	221	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	256	255
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	278	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	249	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	256	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	235	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	231	222
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	230	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	241	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	204	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	205	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	207	209
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	212	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	208	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	207	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	212	

**Gráfico 33: Comparativo de muestra patrón y adicionando 15%,20% y 30% de ceniza de residuos de palta Hass a los 14 días**

Para determinar la resistencia a la compresión a los 28 días, se analizaron 5 muestras con un patrón estándar y 5 muestras con una adición de ceniza de residuo de aguacate Hass del 15%, 20% y 30%.

Tabla 33: Resultados del Ensayo de Resistencia de Compresión a los 28 días

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²	Prom. kg/cm ³
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	263	258
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	252	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	252	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	257	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	266	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	280	279
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	279	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	281	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	281	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	272	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	234	242
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	243	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	250	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	244	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	238	
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	193	216
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	204	
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	236	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	219	
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	229	

**Gráfico 34: Comparativo de muestra patrón y adicionando 15%,20% y 30% de ceniza de residuos de palta Hass a los 28 días**

Ensayo Resistencia a la Flexión del Concreto

El ensayo de resistencia a la flexión se realizó según la norma ASTM C 78, determinando la capacidad del hormigón para soportar fuerzas perpendiculares en su eje longitudinal.

Para determinar la resistencia a la flexión a los 7 días, se analizaron 5 muestras estándar y 5 muestras con adición de ceniza de residuo de aguacate Hass al 15 %, 20 % y 30 %. La Tabla N° 34 presenta el promedio a los 7 días y se muestra el gráfico comparativo N° 35.

Tabla 34: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 7 días

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	46817	7	6.2	63.65	67.37
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	47944	7	6.4	65.19	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	58977	7	6.8	69.34	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	56771	7	7.1	72.40	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	58977	7	6.5	66.28	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	48464	7	6.5	65.89	69.86
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	49592	7	6.6	67.43	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	60624	7	8.1	82.42	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	54771	7	6.5	66.28	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	52977	7	6.6	67.30	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	44365	7	5.9	60.32	67.54
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	45493	7	6.1	61.85	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	56515	7	7.5	76.84	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	56771	7	7.1	72.40	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	58977	7	6.5	66.28	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	44365	7	5.9	60.32	66.52
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	45493	7	6.1	61.85	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	56515	7	7.5	76.84	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	54771	7	6.5	66.28	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	52977	7	6.6	67.30	

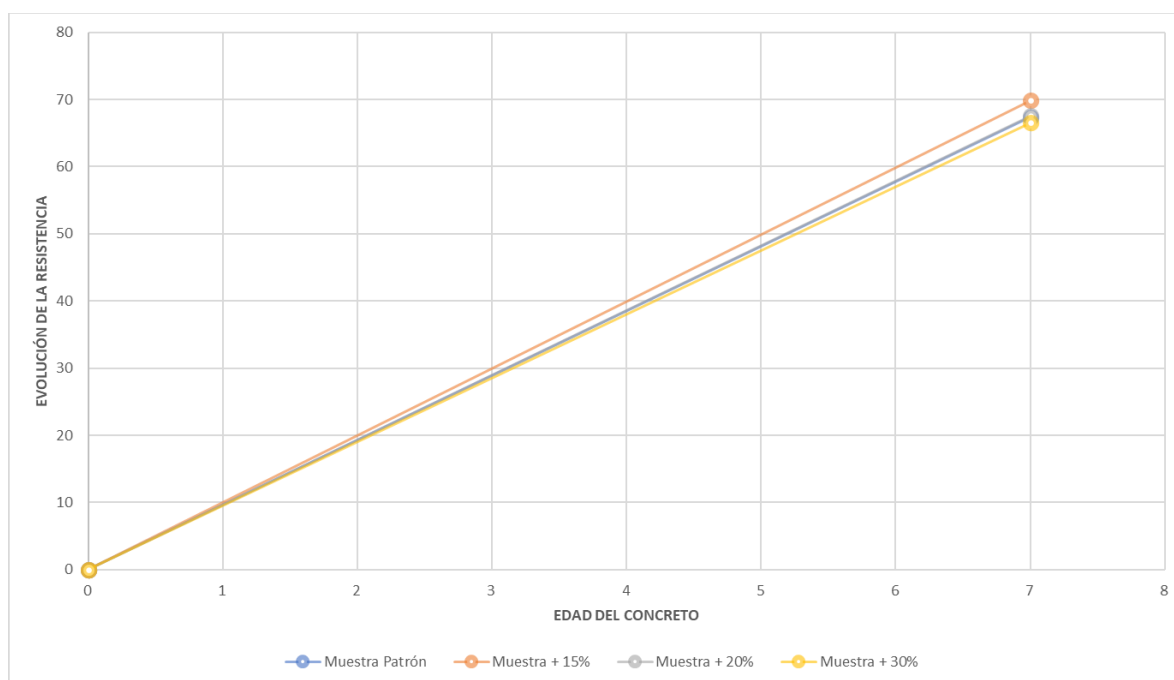


Gráfico 35: Comparativo de muestra patrón y adicionando 15%,20% y 30% de ceniza de residuos de palta Hass a los 7 días

Para determinar la resistencia a la flexión a los 14 días, se analizaron 5 muestras con un patrón estándar y 5 muestras con una adición de ceniza de residuo de aguacate Hass del 15%, 20% y 30%.

Tabla 35: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 14 días

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	56571	14	7.5	76.91	85.47
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	60154	14	8.0	81.78	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	70843	14	9.4	96.32	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687	14	9.0	91.77	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687	14	7.9	80.56	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	59418	14	7.9	80.78	85.92
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	61801	14	8.2	84.02	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	72490	14	9.7	98.56	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687	14	8.7	88.71	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687	14	7.6	77.50	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	55309	14	7.4	75.20	83.77
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	57663	14	7.7	78.40	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	68352	14	9.1	92.93	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687	14	9.0	91.77	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687	14	7.9	80.56	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	55309	14	7.4	75.20	82.55
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	57663	14	7.7	78.40	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	68352	14	9.1	92.93	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687	14	8.7	88.71	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687	14	7.6	77.50	

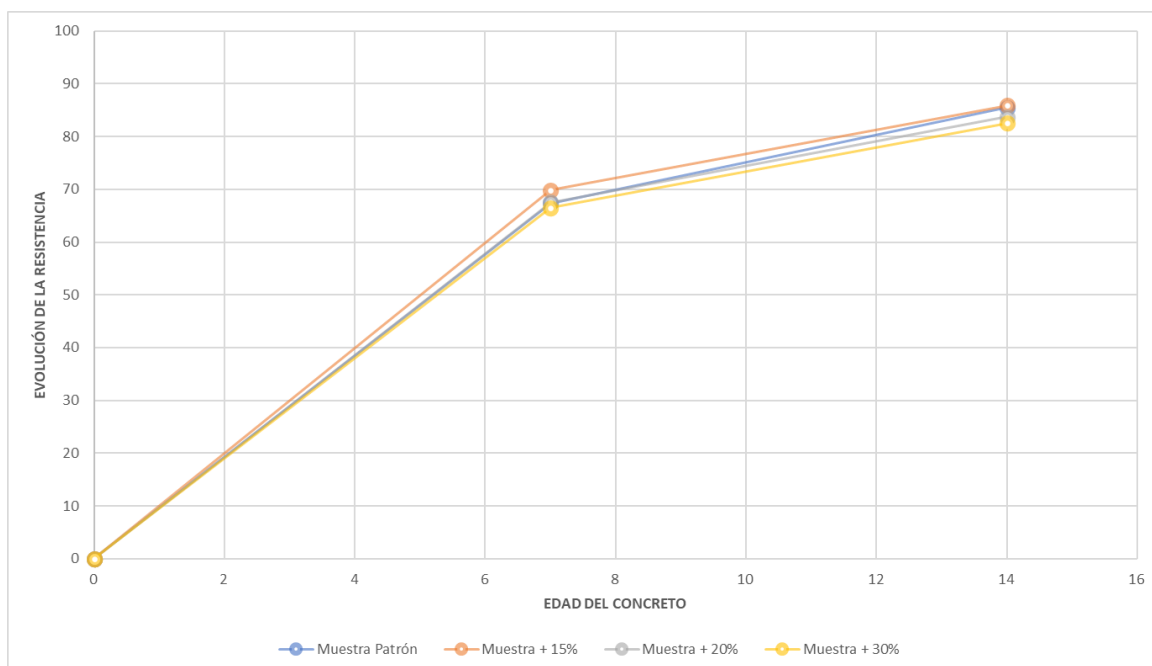


Gráfico 36: Comparativo de muestra patrón y adicionando 15%,20% y 30% de ceniza de residuos de palta Hass a los 14 días

Para determinar la resistencia a la flexión a los 28 días, se analizaron 5 muestras con un patrón estándar y 5 muestras con una adición de ceniza de residuo de aguacate Hass del 15%, 20% y 30%.

Tabla 36: Resultados del Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura	Módulo de Rotura
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687	28	10.0	102.20	103.27
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	78041	28	10.4	106.10	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	74373	28	9.9	101.12	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75707	28	10.1	102.93	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75711	28	10.2	104.01	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687	28	10.3	105.03	105.41
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	77335	28	10.3	105.14	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	79688	28	10.6	108.34	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76021	28	10.1	103.36	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	77354	28	10.3	105.17	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687	28	10.0	102.20	100.37
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	73206	28	9.8	99.53	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75550	28	10.1	102.72	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	71882	28	9.6	97.73	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	73295	28	9.8	99.65	
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687	28	9.8	99.53	99.91
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	19427	28	10.1	102.72	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	24586	28	9.6	97.73	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	21583	28	9.8	99.65	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	21197	28	9.8	99.93	

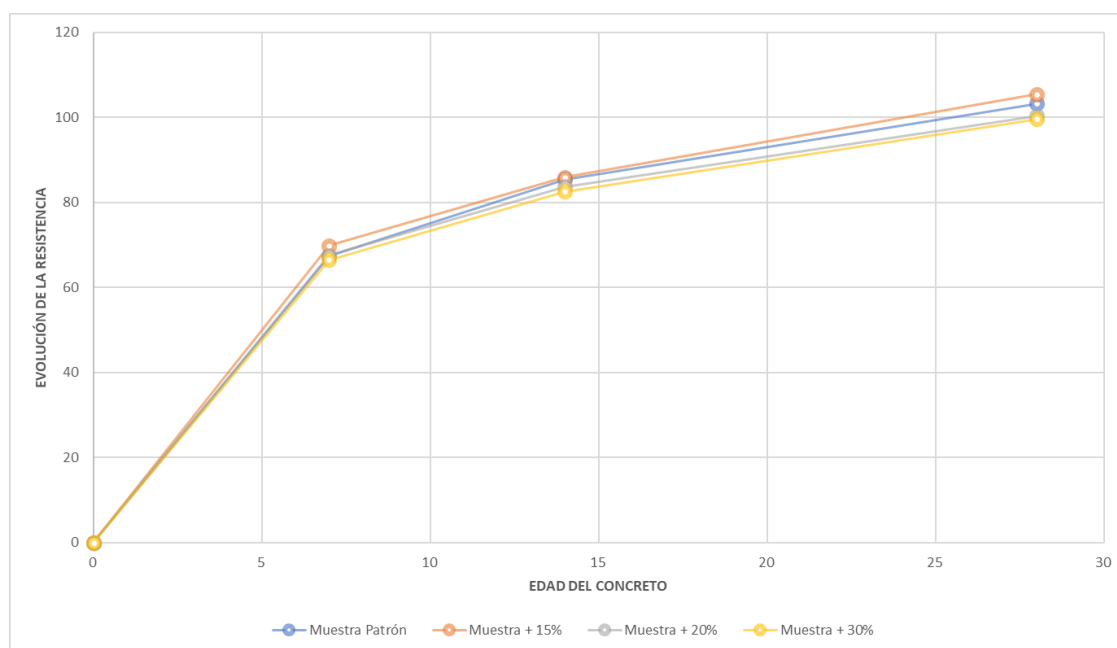


Gráfico 37: Comparativo de muestra patrón y adicionando 15%,20% y 30% de ceniza de residuos de palta Hass a los 28 días

Ensayo de Método de Prueba para Determinar la Velocidad de Absorción de los Concretos

El ensayo de absorción determina la densidad, el porcentaje de absorción y el porcentaje de poros en el hormigón endurecido. Los resultados se muestran en la Tabla N° 37.

Tabla 37: Resultados de Ensayo Absorción

Muestra / Absorción	Absorción Inicial		Absorción Final	
	mm	l	mm	l
Concreto f'c = 210 kg/cm ²	0.0511	0.6887	0.0202	0.6887
Concreto f'c = 210 kg/cm ² + 15% de Residuos de Palta Hass	0.05	0.6834	0.0192	0.6834
Concreto f'c = 210 kg/cm ² + 20% de Residuos de Palta Hass	0.0551	0.7336	0.0242	0.7336
Concreto f'c = 210 kg/cm ² + 30% de Residuos de Palta Hass	0.512	0.6922	0.1901	0.6922

Se elaboraron doce muestras: tres para la mezcla estándar y tres para cada una de las siguientes mezclas de concreto con 15%, 20% y 30% de ceniza de residuo de aguacate Hass. El ensayo se realizó según la norma ASTM C-1585.

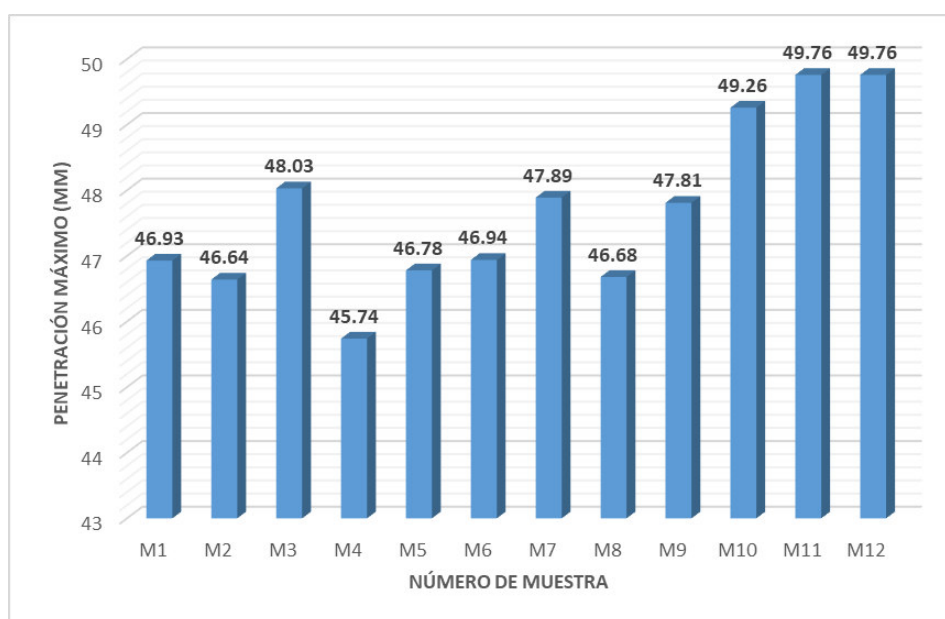
Ensayo de Profundidad de Penetración de agua bajo Presión

Este ensayo evalúa la presión ejercida en dirección perpendicular sobre las bases de las probetas de hormigón endurecido, de acuerdo con la norma UNE-EN-12390-8.

Se analizaron doce muestras, que se muestran en la Tabla N° 38, y todas ellas cumplieron con los parámetros establecidos.

Tabla 38: Resultados de Ensayo de Penetración de agua bajo Presión

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.76	46.93	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	47.10			
M-02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.86	46.64	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	46.42			
M-03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.96	48.03	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	48.10			
M-04	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	16/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.27	45.74	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	45.21			
M-05	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.32	46.78	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	47.24			
M-06	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.76	46.94	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	47.12			
M-07	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.52	47.89	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	48.25			
M-08	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	45.12	46.68	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	48.23			
M-09	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.41	47.81	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	48.21			
M-10	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.21	49.26	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	49.31			
M-11	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.42	49.76	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	50.10			
M-12	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.42	49.76	CUMPLE para elementos en masa o armados
							B	50.10			

**Gráfico 38: Promedio de Penetración Máxima de las muestras en mm**

Ensayo Estándar para la Determinación del Módulo de Elasticidad y de la Relación de Poisson del Concreto

Esta prueba es importante para determinar la relación entre las deformaciones transversales y longitudinales bajo tensión de compresión dentro del rango elástico.

La prueba se realizó según la norma ASTM C-469, analizándose un total de 12 muestras a los 28 días.

Tabla 39: Resultados de Ensayo para la Determinación del Módulo de Elasticidad y de la Relación de Poisson del Concreto

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_1 (S ₂)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	3/10/2023	31/11/2023	28	256.70	103	1.87936	0.002732	37587	57859.48
02	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	3/10/2023	31/11/2023	28	263.70	105	4.61072	0.001056	100281	
03	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	3/10/2023	31/11/2023	28	252.29	101	1.78551	0.002826	35710	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 15% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	279.15	112	0.95680	0.002327	48627	704593.99
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 15% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	203.35	81	1.70012	0.000091	1953800	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 15% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	272.51	109	5.56776	0.000979	111355	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 20% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	274.23	110	0.40482	0.008403	13084	50878.12
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 20% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	267.98	107	0.94888	0.010306	10359	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 20% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	267.09	107	6.45955	0.000827	129191	
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 30% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	264.23	110	0.40482	0.008403	12084	40211.45
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 30% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	247.98	107	0.94888	0.010306	9359	
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 30% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	264.09	107	6.45955	0.000827	99191	

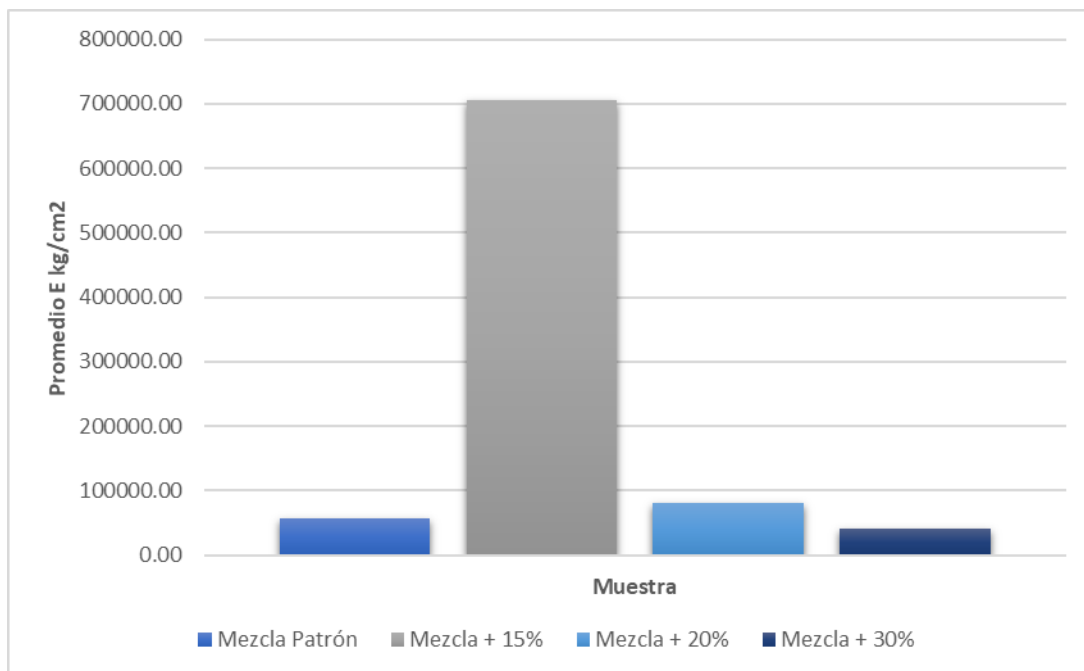


Gráfico 39: Promedio de Módulo de Elasticidad

Discusiones

Según la tesis **“El uso de la puzolana de origen natural en concreto hidráulico”** (Fragoso Doria y Visbal Jacome 2021), el porcentaje óptimo de puzolana es del 15% al 20% del peso total. En esta tesis, el uso de un 15% de ceniza de residuo de aguacate Hass en ensayos de compresión a 28 días muestra que la puzolana natural aumenta la resistencia entre un 5% y un 10% en comparación con el hormigón convencional, mientras que la ceniza de aguacate Hass la mejoró en un 8,14%. Ambos valores son similares.

En cuanto a la resistencia a la flexión, las puzolanas naturales aumentaron un 10%, mientras que la ceniza residual de aguacate Hass al 15% aumentó un 2,07% en este proyecto, una cifra significativamente inferior a la de las puzolanas naturales.

La investigación de la tesis de pregrado **“Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico”** (Rodríguez Sánchez y Tibabuzo Jiménez 2019), mostró que una sustitución del 10% de ceniza de cáscara de arroz redujo la compresión en un 10%, contrariamente al aumento del 8,14% de esta investigación con la adición de un porcentaje mínimo de ceniza.

Mientras que en la investigación de **“Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto”** (Aliaga Atalaya, Arévalo Torres y Lopez Del Aguila 2020), una adición de ceniza del 2% resultó en un aumento del 1,65%, en comparación con la adición de ceniza de residuo de aguacate Hass del 15% en esta investigación, que logró un aumento del 8,14%, mostrando mejores resultados. Las pruebas de compresión con mayor adición de ceniza mostraron mejores resultados. Las pruebas de flexión con ceniza de cáscara de arroz mostraron una mejora del 5,67%, mientras que la adición de ceniza de residuo de aguacate Hass del 15% mostró un aumento del 2,07% con respecto al patrón estándar.

En cuanto a la tesis **“Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero”** (Bocanegra Lopez 2018), se utilizó calcinación a 670 °C, en comparación con el horno a 400 °C de esta investigación, lo que afectó la adquisición de óxidos. La adición de ceniza de mazorca de maíz aumentó la compresión a los 28 días en un 17,19 %; la adición de un 15 % de ceniza de residuo de aguacate Hass en esta investigación mostró un aumento del 5,67 %, menor que el de la ceniza de mazorca de maíz.

Esta investigación demuestra que la ceniza residual del aguacate Hass no puede reemplazar al cemento, ya que el análisis de composición química mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X muestra que sus óxidos principales difieren de los del cemento, con un 87 % de óxido de potasio y solo un 0,9 % de óxido de calcio, en comparación con el 95 % de óxidos de calcio, sílice y aluminio del cemento.

Conclusiones

En los resultados de la prueba de asentamiento, el aumento de ceniza de residuo de aguacate Hass da como resultado un asentamiento promedio menor, como se muestra en la Tabla 30. El asentamiento del concreto f_c 210 kg/cm² promedió 4.2”, mientras que la adición de un 30% de ceniza de residuo de aguacate Hass resultó en un asentamiento de 3.4”, lo que provoca un fraguado más rápido y afecta la trabajabilidad.

En la resistencia a la compresión a los 28 días, que se muestra en la Tabla 33, la adición de un 15 % de ceniza de residuo de aguacate Hass superó la resistencia estándar del hormigón en un 8,14 %, siendo esta la dosis óptima; por el contrario, la adición de un 30 % de ceniza de residuo de aguacate Hass redujo la resistencia en un 16,28 %.

En la resistencia a la flexión a los 28 días, que se muestra en la Tabla 36, la adición de un 15 % de ceniza de residuo de aguacate Hass superó el patrón estándar en un 2,07 %; una adición de un 30 % de ceniza de residuo de aguacate Hass aumentó el resultado en un 3,25 %.

En las pruebas de absorción, las propiedades mejoran con un curado más prolongado, realizado a los 28 días. El hormigón con un 20 % de ceniza de residuo de aguacate Hass mostró la mayor absorción, tanto inicial como final, pero los resultados fueron similares a los de las demás muestras, como se observa en la Tabla N° 37.

En la prueba de penetración o permeabilidad del agua, realizada 28 días después de la elaboración de las muestras, tanto las muestras de hormigón estándar f_c de 210 kg/cm² como las que contenían un 15%, un 20% y un 30% de ceniza residual de aguacate Hass cumplieron los requisitos para elementos en masa o reforzados.

Se observó una mayor permeabilidad en las muestras con mayor contenido de ceniza de residuo de aguacate Hass, específicamente con una adición del 30%.

El diseño de la mezcla siguió las normas ACI para una relación agua-cemento adecuada; este ajuste garantizó una correcta hidratación del cemento y la incorporación de la puzolana con ceniza residual de aguacate Hass.

La durabilidad se verificó mediante ensayos de absorción y permeabilidad, evaluando el comportamiento del hormigón en condiciones ambientales adversas. Los ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión complementaron la determinación del comportamiento estructural a largo plazo.

La comparación de costos muestra un aumento en los costos asociados con la ceniza de residuos de aguacate Hass debido a la calcinación de la materia orgánica, lo que afecta los costos de energía y servicio para la producción de ceniza.

Los resultados de las pruebas realizadas con hormigón que contiene un 15%, un 20% y un 30% de ceniza residual de aguacate Hass, junto con la normativa vigente, sugieren un uso óptimo en pavimentos, ofreciendo ventajas en compresión, flexión y permeabilidad para este tipo de diseños.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar aditivos como plastificantes y/o retardadores de fraguado en la preparación del hormigón, ya que la ceniza residual del aguacate Hass afecta a la trabajabilidad.

La finura de las cenizas residuales del aguacate Hass provoca una pérdida de asentamiento en la mezcla, lo que sugiere que es necesario controlar la consistencia aumentando la relación agua/cemento.

Se recomienda un análisis más detallado sobre la influencia de la relación agua-cemento en el hormigón formulado con puzolana natural y ceniza de residuos de aguacate Hass, así como estudios adicionales sobre la durabilidad a largo plazo en condiciones de exposición agresivas.

Las cenizas procedentes de los residuos de aguacate Hass deben tamizarse a través de una malla N° 200 para evitar la acumulación progresiva de agua en la superficie de la mezcla.

Se recomienda una preparación cuidadosa de la muestra para evitar retrasos en el tiempo de fraguado debido a las cenizas residuales del aguacate Hass, evitando así problemas de resistencia.

Las investigaciones futuras deberían incluir pruebas de abrasión en la máquina de Los Ángeles para evaluar la resistencia al desgaste del hormigón con puzolana natural y ceniza residual de aguacate Hass, lo que proporcionaría datos valiosos sobre el rendimiento en condiciones de tráfico y abrasión.

Se recomiendan pruebas de durabilidad adicionales, como la resistencia a los sulfatos, los ciclos de congelación y descongelación y la permeabilidad, para garantizar un rendimiento adecuado del hormigón formulado con puzolana natural y ceniza residual de aguacate Hass en condiciones de servicio exigentes.

Se sugiere realizar investigaciones adicionales sobre el tema propuesto, utilizando una cantidad inferior al 15% sugerido, dado que las pruebas de compresión mostraron resultados favorables. Es posible verificar la mejora de los resultados.

En futuras investigaciones se deberían realizar pruebas de compresión después de 50 días para evaluar el comportamiento del hormigón con diferentes porcentajes de adición de ceniza de residuo de aguacate Hass.

Deben tenerse en cuenta la temperatura y el tiempo de calcinación, ya que pueden influir en el rendimiento de las propiedades del hormigón.

En esta investigación, los porcentajes de adición de puzolana de origen natural y ceniza de residuo de aguacate Hass se basaron en estudios bibliográficos y relacionados, un criterio válido ampliamente aceptado en la comunidad científica. Sin embargo, existe un método estadístico más riguroso para determinar estos porcentajes: el diseño de experimentos (DOE) o diseño de mezclas, que ofrece proporciones óptimas de componentes con un sólido respaldo estadístico, minimizando el error experimental, maximizando la eficiencia y asegurando la

reproducibilidad. La aplicación de estos enfoques en futuras investigaciones validaría los porcentajes utilizados aquí e identificaría combinaciones óptimas que maximicen las propiedades mecánicas con estos materiales. Por consiguiente, las futuras investigaciones deberían adoptar metodologías estadísticas formales como el diseño factorial, el diseño de superficie de respuesta o el diseño de mezclas de Scheffé para establecer los porcentajes ideales de puzolana y ceniza de residuo de aguacate Hass en el hormigón, impulsando así materiales cementicios alternativos y una gestión sostenible de los residuos agroindustriales en la construcción.

Referencias

- Aliaga Atalaya, Gilberto, Andy Fabian Arévalo Torres, y Luis Lopez Del Aguila. «Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín.» San Martín: Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú, 2020.
- Bocanegra Lopez, Cesar Humberto. «Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero.» Chimbote: Universidad San Pedro, 2018.
- Fragoso Doria, John Alexander, y Julio Enrique Visbal Jacome. «El uso de la puzolana de origen natural en concreto hidráulico.» Cartagena: Universidad de Cartagena, 2021.
- Gallego, H., E. Toro, y R. Rojas. «Estado del arte:Proceso de formación de puzolanas a partir de cenizas y sus aplicaciones.» *Revista ingeniería de construcción* 35, nº 2 (2020): 119-125.
- Gonçalves, C., A. Soares, y H. Paula. «Caracterización y viabilidad del uso de cenizas de biomasa vegetal en mortero.» *Revista de la Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción* 11, nº 2 (2021): 1-16.
- Mori Gonzales, Naysa Ulises. «La actividad puzolánica y su impacto en las propiedades mecánicas del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, al sustituir el cemento con 15% de ceniza de concha de abanico y 5% de ceniza de cascarilla de arroz, Chimbote, 2019.» Chimbote: Universidad César Vallejo, s.f.
- Pasquel Carbajal, Enrique. *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1992.
- Rodríguez Sánchez, Anyi Marcela, y María Paula Tibabuzo Jiménez. «Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico.» Villaviciencio: Universidad Santo Tomás, 2019.

Anexos

Anexo 1 – Ensayo Análisis de Composición Química por Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X

Anexo 2 – Validación de Ensayo de Laboratorio USAT

Anexo 3 – Ficha Técnica

ANEXO 1

ENSAYO ANÁLISIS DE
COMPOSICIÓN QUÍMICA POR
ESPECTROMETRÍA DE
FLUORESCENCIA DE RAYOS X



INFORME DE ENSAYO N° 0869 – 23 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : JUANA YESSSENIA FENCO ROJAS
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 70252387
 - 1.3. DIRECCIÓN : --
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 18 / 07 / 2023
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 24 al 31 / 07 / 2023
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 01 / 08 / 2023
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : VEGETALES
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CÁSCARA DE LA PALTA HASS
 TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS"
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : --
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5°C; Humedad relativa: 65%
- 7. RESULTADOS**
 - 7.1. DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Cenizas	8.81	%	Gravimetría (Calcinación a 445°C)

(1) Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS A 445°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Potasio, K	81.454	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (2)
Calcio, Ca	6.212	%	
Magnesio, Mg	5.329	%	
Fósforo, P	3.601	%	
Silicio, Si	1.649	%	
Hierro, Fe	0.894	%	
Azufre, S	0.562	%	
Zinc, Zn	0.120	%	
Cobre, Cu	0.092	%	
Manganeso, Mn	0.087	%	

(1) Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

(2) Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS



7.3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS A 445°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de potasio, K ₂ O	91.430	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de magnesio, MgO	3.682	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	2.295	%	
Óxido de calcio, CaO	1.495	%	
Óxido de silicio, SiO ₂	0.586	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.416	%	
Óxido de manganeso, MnO	0.035	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.027	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.020	%	
Óxido de cobre, CuO	0.015	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ 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. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.


⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.



Bach. Natalia Quispe G.
Analista
LABICER –UNI

M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos 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.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE CÁSCARA DE PALTA HASS Y SU MOLIENDA.



FIGURA N°2. CALCINACIÓN DE LA MUESTRA DE CÁSCARA DE PALTA HASS MOLIDA EN LA MUFLA (DAIHAN SCIENTIFIC) A 445°C.



FIGURA N°3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA USANDO EL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA (SHIMADZU, EDX-800HS).





INFORME DE ENSAYO N° 0876 – 23 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : JUANA YESSSENIA FENCO ROJAS
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 70252387
 - 1.3. DIRECCIÓN : --
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 18 / 07 / 2023
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 24 al 31 / 07 / 2023
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 01 / 08 / 2023
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : VEGETALES
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE SEMILLAS DE LA PALTA HASS
 TESIS: "CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS"
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : --
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 22.5°C; Humedad relativa: 65%
- 7. RESULTADOS**
 - 7.1. DETERMINACIÓN DE CENIZAS**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Cenizas	1.89	%	Gravimetría (Calcinación a 445°C)

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LAS CENIZAS A 445°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA (1)
Potasio, K	77.582	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva (2)
Magnesio, Mg	11.183	%	
Fósforo, P	5.855	%	
Calcio, Ca	3.498	%	
Azufre, S	1.277	%	
Hierro, Fe	0.304	%	
Zinc, Zn	0.177	%	
Cobre, Cu	0.124	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.



7.3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS DE LAS CENIZAS A 445°C DE LA MUESTRA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de potasio, K ₂ O	86.912	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de magnesio, MgO	8.169	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	3.802	%	
Óxido de calcio, CaO	0.858	%	
Óxido de hierro, Fe ₂ O ₃	0.148	%	
Óxido de azufre, SO ₃	0.060	%	
Óxido de zinc, ZnO	0.030	%	
Óxido de cobre, CuO	0.020	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ 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. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-800HS.

⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.



Bach. Natalia Quispe G.
Analista
LABICER –UNI




M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos 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.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO

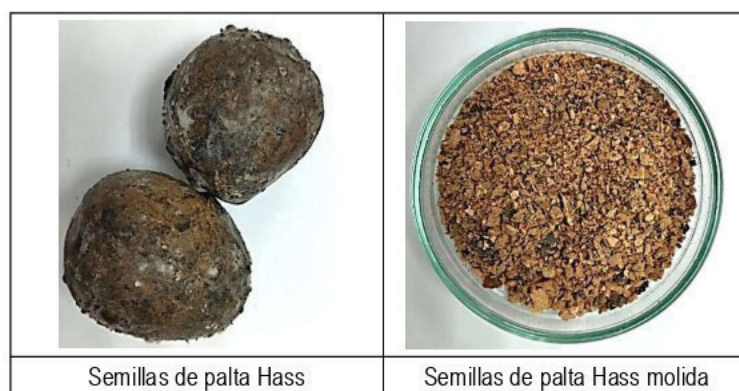


FIGURA N°1. MUESTRA DE SEMILLAS DE PALTA HASS Y SU MOLIENDA.



FIGURA N°2. CALCINACIÓN DE LA MUESTRA DE SEMILLAS DE PALTA HASS MOLIDA EN LA MUFLA (DAIHAN SCIENTIFIC) A 445°C.



FIGURA N°3. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA USANDO EL ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA (SHIMADZU, EDX-800HS).



ANEXO 2

VALIDACIÓN DE ENSAYO DE
LABORATORIO USAT

INFORME N° **LEM USAT 045-2023-II**

FECHA: **31 de Octubre 2023**

VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ESTUDIANTE: Juana Yessenia Fenco Rojas

TITULO DE LA TESIS: Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil Ambiental, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Granulometría
- Peso volumétrico
- Peso específico
- Compresión

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto

Henry Rivadeneyra Oblitas
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental



Rivadeneyra Oblitas Henry
TECNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

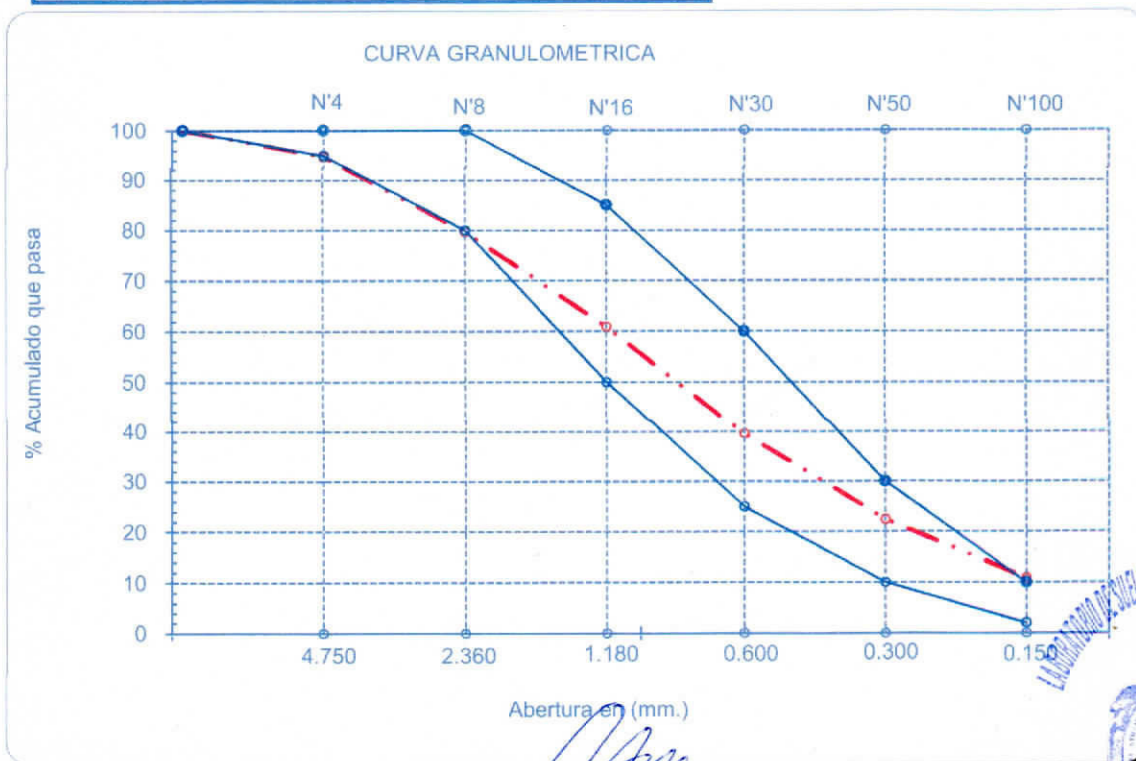


Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 512.3 **% de Humedad =** 2.46
P. Inicial S. 500.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	25.98	5.2	5.2	94.8	95	100
Nº 08	2.360	75.7	15.1	20.3	79.7	80	100
Nº 16	1.180	93.81	18.8	39.1	60.9	50	85
Nº 30	0.600	106.9	21.4	60.5	39.5	25	60
Nº 50	0.300	85.09	17.0	77.5	22.5	10	30
Nº 100	0.150	58.7	11.7	89.2	10.8	2	10
Fondo		53.82	10.8	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.918			
Abertura de malla de referencia				9.500			



Rivindesca Solitas Fenco
 TÉCNICO DE LABORATORIO





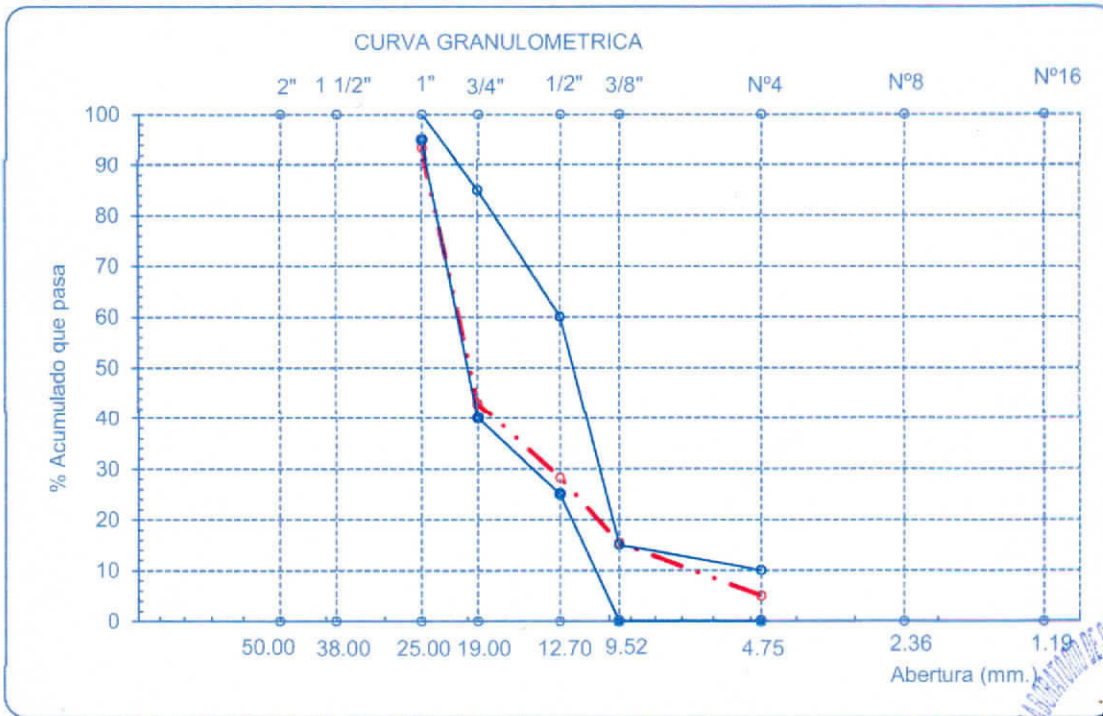
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERILES



Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 6 N.T.P. 400.012

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo. **P. Inicial H.** 5771.5 **% de Humedad =** 0.81
P. Inicial S. 5725

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones USO 56	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	375.0	6.6	6.6	93.4	95.0	100.0
3/4"	19.00	2892.0	50.5	57.1	42.9	40.0	85.0
1/2"	12.70	843.0	14.7	71.8	28.2	25.0	60.0
3/8"	9.52	734.0	12.8	84.6	15.4	0.0	15.0
Nº 04	4.75	598.0	10.4	95.1	4.9	0.0	10.0
Nº 08	2.36	75.0	1.3	96.4	3.6	0.0	0.0
Nº 16	1.19	4.8	0.1	96.5	3.5	0.0	0.0
Fondo		203.2	3.5	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	25.00			



Juana Yessenia Fenco Rojas
TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de Octubre del 2023

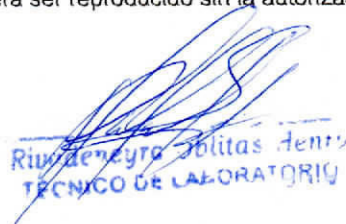
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de	Fecha de	Dias	f _c
		Vaciado	Ensayo		kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	177
02	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	193
03	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	205
04	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	211
05	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	15/09/2023	7	216
06	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	256
07	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	278
08	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	249
09	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	256
10	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	19/09/2022	14	235
11	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	280
12	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	279
13	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	281
14	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	281
15	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	8/09/2023	6/10/2023	28	272

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 RIVY DENEGRO SOLITAS FENCO
 TÉCNICO DE LABORATORIO





Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de Octubre del 2023

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	164
02	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	169
03	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	182
04	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	184
05	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	16/09/2023	7	192
06	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	231
07	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	230
08	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	241
09	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	204
10	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	19/09/2022	14	205
11	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	234
12	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	243
13	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	250
14	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	244
15	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	9/09/2023	7/10/2023	28	238

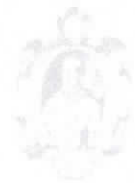
OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 RIVERA YESSY FENCO ROJAS
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 USAT
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

 TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de Octubre del 2023

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de	Fecha de	Dias	f _c
		Vaciado	Ensayo		kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	161
02	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	166
03	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	164
04	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	178
05	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	17/09/2023	7	192
06	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	207
07	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	212
08	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	208
09	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	207
10	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	19/09/2022	14	212
11	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	193
12	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	204
13	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	236
14	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	219
15	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	10/09/2023	8/10/2023	28	229

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Ricardo Obispo
 TÉCNICO DE LABORATORIO





Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 23 de Octubre del 2023


Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de	Fecha de	Dias	f'c
		Vaciado	Ensayo		kg/cm ²
01	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	184
02	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	191
03	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	187
04	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	178
05	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	7	185
06	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	243
07	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	245
08	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	232
09	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	247
10	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	19/09/2022	14	221
11	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	263
12	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	252
13	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	252
14	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	257
15	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	28	266

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 Riosdenegro Oblitas del
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO




 RIVERA, J. J. J.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIAS
USAT

 TÉCNICO DE LABORATORIO




Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3000	3000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	2928	2928
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.46	2.46
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.46	

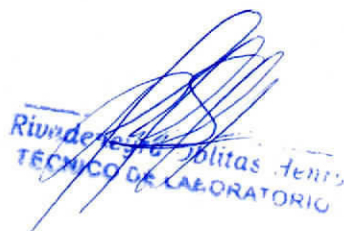
Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	6000	6000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5952	5952
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.81	

Observaciones :


Rivinder Fenco Rojas
TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Pórtland
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

- 1.- Peso específico de masa : 2.677 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.6998 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1474 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1725 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.9 %
- 6.- Contenido de humedad : 2.5 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.918

Agregado grueso :

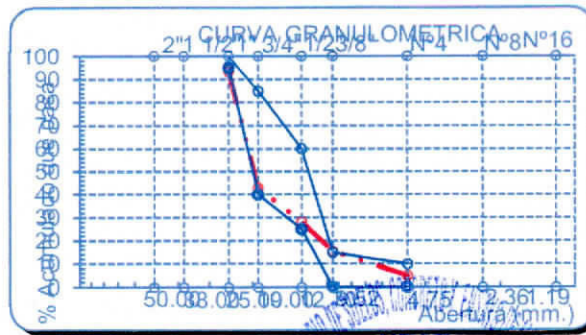
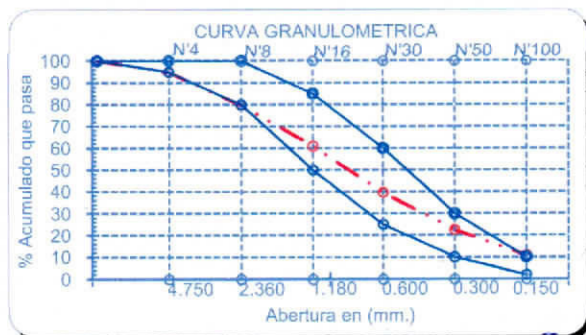
Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

- 1.- Peso específico de masa : 2.708 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.730 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1365 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1551 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.8 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.8 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

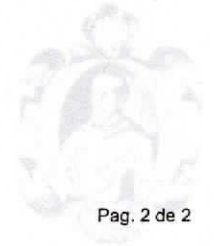
Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	5.2	94.8
Nº 08	15.1	79.7
Nº 16	18.8	60.9
Nº 30	21.4	39.5
Nº 50	17.0	22.5
Nº 100	11.7	10.8
Fondo	10.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	6.6	93.4
3/4"	50.5	42.9
1/2"	14.7	28.2
3/8"	12.8	15.4
Nº 04	10.4	4.9
Nº 08	1.3	3.6
Nº16	0.1	3.5
Fondo	3.5	0.0



Rivinder F. F. F.
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Expediente N° : Juana Yessenia Fenco Rojas
 Peticionario : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Obra : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 109 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 52 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 162 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 10.1 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.558

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 431 Kg/m³ : Cemento Pórtland
 Agua 240 L : Agua Potable de la Zona.
 Agregado fino 692 Kg/m³ : Cantera La Victoria-Pátapo.
 Agregado grueso 1000 Kg/m³ : Cantera La Victoria-Pátapo.

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.61	2.32	23.7	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.64	2.55	23.7	Lts/pie ³

Yessenia Fenco Rojas
 TÉCNICO DE LABORATORIO





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Juana Yessenia Fenco Rojas
Atención : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Proyecto : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentación : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	48464.2172	7	6.5	65.89	69.86
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	49591.9762	7	6.6	67.43	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	60624.4012	7	8.1	82.42	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	54770.6806	7	6.5	66.28	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	52976.8924	7	6.6	67.30	
06	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	59418.1894	14	7.9	80.78	85.92
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	61801.1932	14	8.2	84.02	
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	72490.3872	14	9.7	98.56	
09	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687.3388	14	8.7	88.71	
10	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687.3388	14	7.6	77.50	
11	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687.3388	28	10.3	105.03	105.41
12	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	77334.8476	28	10.3	105.14	
13	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	79688.4316	28	10.6	108.34	
14	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76020.7632	28	10.1	103.36	
15	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	77354.4608	28	10.3	105.17	

Rina Araya Oblitas Ferris
TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
TÉCNICO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesistas : Juana Yessenia Fenco Rojas
Atención : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Proyecto : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de presentación: Chiclayo, 30 de Octubre del 2023

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	44365.0584	7	5.9	60.32	67.54
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	45492.8174	7	6.1	61.85	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	56515.4358	7	7.5	76.84	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	56770.6806	7	7.1	72.40	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	58976.8924	7	6.5	66.28	
06	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	55309.224	14	7.4	75.20	83.77
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	57662.808	14	7.7	78.40	
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	68352.002	14	9.1	92.93	
09	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687.3388	14	9.0	91.77	
10	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687.3388	14	7.9	80.56	100.37
11	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687.3388	28	10.0	102.20	
12	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	73206.269	28	9.8	99.53	
13	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75550.0464	28	10.1	102.72	
14	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	71882.378	28	9.6	97.73	
15	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	73294.5284	28	9.8	99.65	

[Handwritten Signature]
Rujana Yessenia Fenco Rojas
TÉCNICO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
USAT
[Handwritten Signature]
TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesistas : Juana Yessenia Fenco Rojas

Atención : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Proyecto : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de presentación : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017

Muestra	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	44365.0584	7	5.9	60.32	66.52
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	45492.8174	7	6.1	61.85	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	56515.4358	7	7.5	76.84	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	54770.6806	7	6.5	66.28	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	52976.8924	7	6.6	67.30	
06	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	55309.224	14	7.4	75.20	82.55
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	57662.808	14	7.7	78.40	
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	68352.002	14	9.1	92.93	
09	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687.3388	14	8.7	88.71	
10	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687.3388	14	7.6	77.50	19.91
11	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687.3388	28	9.8	99.53	
12	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	19426.8746	28	0.0	0.00	
13	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	24586.1269	28	0.0	0.00	
14	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	21583.3459	28	0.0	0.00	
15	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	21196.9659	28	0.0	0.00	


 Riveda Yessenia Fenco Rojas
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Tesistas : Juana Yessenia Fenco Rojas

Atención : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Proyecto : "Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.

Fecha de presentación : Chiclayo, 30 de Octubre del 2023

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
		Vaciado	Ensayo					
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	46816.7084	7	6.2	63.65	67.37
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	47944.4674	7	6.4	65.19	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	58976.8924	7	6.8	69.34	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	56770.6806	7	7.1	72.40	
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	13/09/2023	58976.8924	7	6.5	66.28	
06	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	56570.6806	14	7.5	76.91	85.47
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	60153.6844	14	8.0	81.78	
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	20/09/2023	70842.8784	14	9.4	96.32	
09	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687.3388	14	9.0	91.77	
10	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75687.3388	14	7.9	80.56	103.27
11	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	76687.3388	28	10.0	102.20	
12	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	78040.9228	28	10.4	106.10	
13	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	74373.2544	28	9.9	101.12	
14	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75706.952	28	10.1	102.93	
15	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	6/09/2023	4/10/2023	75710.952	28	10.2	104.01	


 RIVERA YESSY FENCO ROJAS
 TÉCNICO DE LABORATORIO





Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	957.7	957.7
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	642.9	642.9
3.- Peso del Agua	(g)	314.8	314.8
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	638.6	638.6
5.- Peso del Frasco	(g)	142.9	142.9
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	496	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.677
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.700
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.740
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.87

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	2410	2410
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	2430	2430
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del car	(g)	2420	2420
4.- Peso de la canastilla	(g)	880	880
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1540	1540

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.708
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.730
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.770
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.83


 Ribdy de Neurga Oblitas Ferris
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Cantera La Victoria-Pátapo.

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8277	8281
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8277	8281
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1510	1511
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1474	


2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	9699	9675
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		9699	9675
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00548	0.00548
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1770	1765
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1725	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	512.3	512.3
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	500	500
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	2.5	2.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	2.46	


 Rivadeneira Jhonas Aneur
 TÉCNICO DE LABORATORIO


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES
 USAT
 TÉCNICO DE LABORATORIO



Tesista : Juana Yessenia Fenco Rojas
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : CARACTERIZACIÓN DEL CONCRETO UTILIZANDO PUZOLANA DE ORIGEN NATURAL CON RESIDUOS DE PALTA HASS

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 17 de Agosto del 2023

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Cantera La Victoria-Pátapo.

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7492	7490
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		7492	7490
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1376	1376
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1365	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8507	8520
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		8507.0	8520.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00544	0.00544
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1563	1565
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1551	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	5771.5	5771.5
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	5725	5725
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.8	0.8
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.81	


Rivendeyra Jhinas Ferris
TÉCNICO DE LABORATORIO





Solicitud de ensayo : 2135A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : Juana Yessenia Fenco Rojas

Tesis : Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

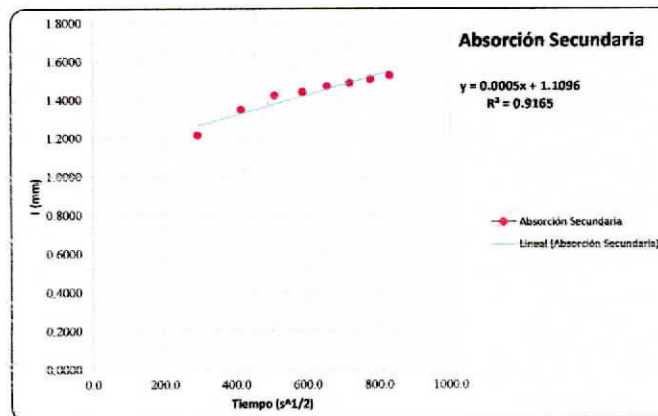
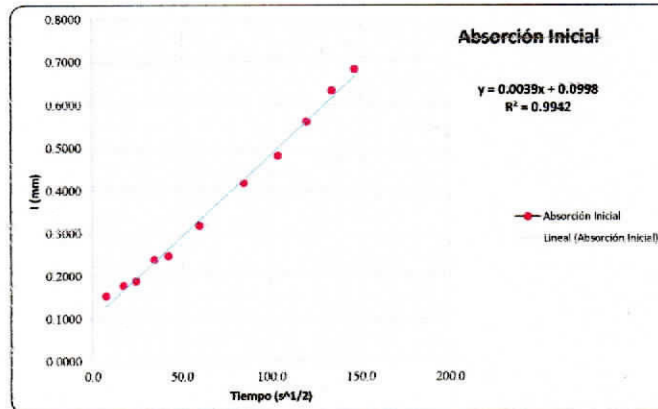
Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 05 de Octubre del 2023
 Fecha de término ensayo : 13 de Octubre del 2023
 Mezcla de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2
 Edad : 30 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1 - DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 245	Masa	Diámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	920.67	103.17	46.78	8359.55	2.35
M - 2	919.17	101.64	45.28	8113.44	2.50
M - 3	917.67	100.10	43.78	7869.44	2.66

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000
	7.7	0.1530	0.1530
	17.3	0.0242	0.1772
	24.5	0.0109	0.1881
	34.6	0.0500	0.2381
	42.4	0.0084	0.2465
	60.0	0.0715	0.3180
	84.9	0.0985	0.4176
	103.9	0.0645	0.4820
	120.0	0.0790	0.5611
Absorción Secundaria (SI)	134.2	0.0722	0.6333
	147.0	0.0500	0.6834
	293.9	0.5310	1.2143
	415.7	0.1339	1.3482
	509.1	0.0730	1.4212
	587.9	0.0197	1.4489
	657.3	0.0278	1.4688
	720.0	0.0180	1.4867
	777.4	0.0192	1.5060
	831.4	0.0192	1.5252



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Riviera Oblitas Ferrer
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246984



TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : 2135A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : Juana Yessenia Fenco Rojas

Tesis : Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

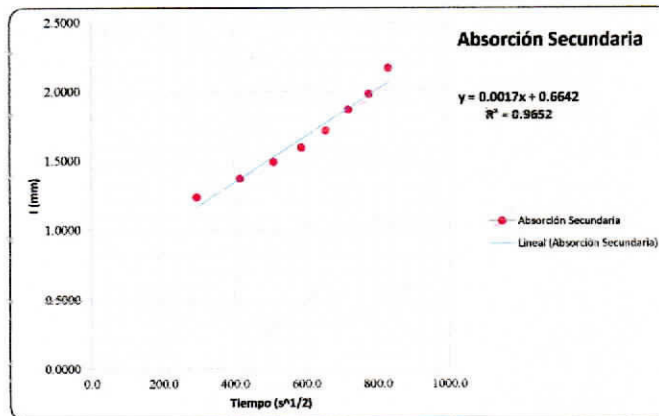
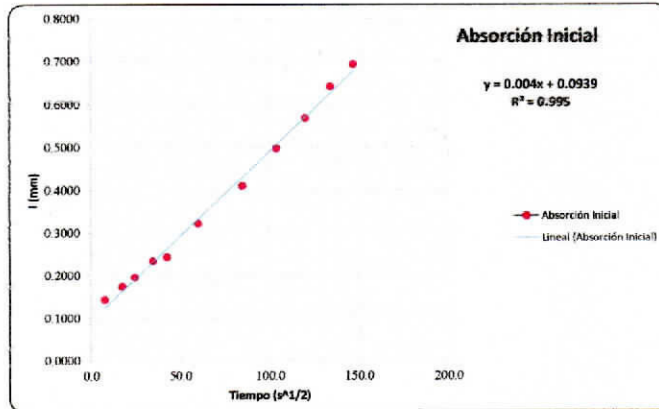
Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 05 de Octubre del 2023
 Fecha de término ensayo : 13 de Octubre del 2023
 Mezcla de concreto : Convencional, $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
 Edad : 30 días
 Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 245	Masa	Diámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	920.67	102.46	46.79	8244.88	2.39
M - 2	919.17	100.93	45.29	8000.48	2.54
M - 3	917.67	99.39	43.79	7758.20	2.70

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN	
	$s^{1/2}$	(mm)	f
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000
	7.7	0.1427	0.1427
	17.3	0.0310	0.1737
	24.5	0.0213	0.1950
	34.6	0.0367	0.2337
	42.4	0.0087	0.2424
	60.0	0.0787	0.3211
	84.9	0.0667	0.4098
	103.9	0.0875	0.4973
	120.0	0.0700	0.5673
	134.2	0.0737	0.6410
	147.0	0.0512	0.6922
Absorción Secundaria (SI)	293.9	0.5389	1.2311
	415.7	0.1363	1.3674
	509.1	0.1206	1.4879
	587.9	0.1000	1.5880
	657.3	0.1251	1.7131
	720.0	0.1526	1.8856
	777.4	0.1101	1.9757
	831.4	0.1901	2.1658



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246984

[Firma manuscrita]
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT
 INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CONTROL DE CALIDAD
 TÉCNICO DE LABORATORIO



LEMS W&C EIRL

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo - Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceir@gmail.com

Solicitud de ensayo : 2135A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : Juana Yessenia Fenco Rojas

Tesis : Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Ensayo : MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

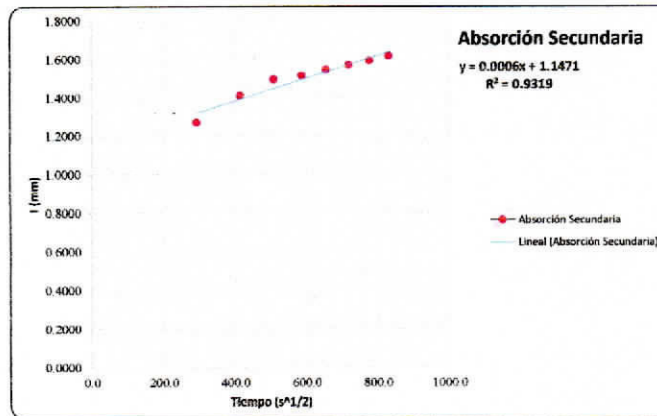
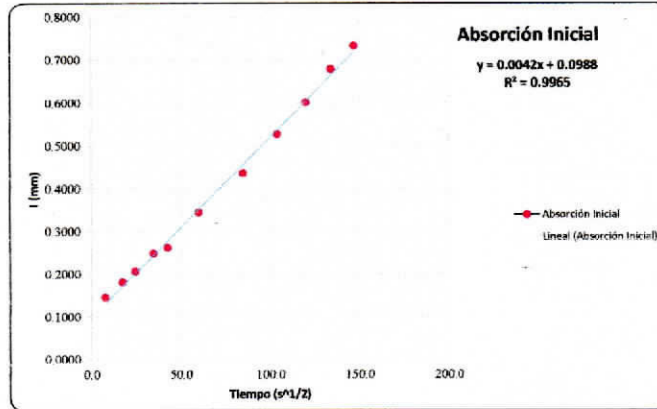
Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 05 de Octubre del 2023
 Fecha de término ensayo : 13 de Octubre del 2023
 Mezcla de concreto : Convencional, $f_c = 210\text{kg/cm}^2$
 Edad : 30 días
 Temperatura : $23 \pm 2^\circ\text{C}$
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 245	Masa	Diámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	920.67	103.01	46.65	8333.37	2.37
M - 2	919.17	101.48	45.15	8087.65	2.52
M - 3	917.67	99.94	43.65	7844.04	2.68

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I
Absorción Inicial (SI)	0.0	0.0000	0.0000
	7.7	0.1452	0.1452
	17.3	0.0355	0.1807
	24.5	0.0254	0.2061
	34.6	0.0427	0.2488
	42.4	0.0131	0.2619
	60.0	0.0823	0.3442
	84.9	0.0922	0.4364
	103.9	0.0910	0.5274
	120.0	0.0737	0.6011
	134.2	0.0774	0.6785
	147.0	0.0551	0.7336
Absorción Secundaria (SS)	293.9	0.5376	1.2712
	415.7	0.1392	1.4104
	509.1	0.0851	1.4955
	587.9	0.0177	1.5132
	657.3	0.0328	1.5461
	720.0	0.0229	1.5690
	777.4	0.0242	1.5932
831.4	0.0242	1.6174	



LEMS W&C EIRL
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES - SUELOS

LEMS W&C EIRL
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 246884

Ruiz de Haza Jolitas Henríquez
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT
 LA UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORCES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : 2135A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : Juana Yessenia Fenco Rojas

Tesis : Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Ensayo : METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO

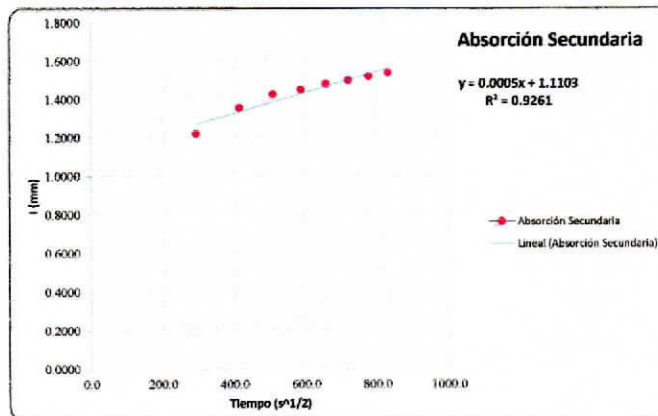
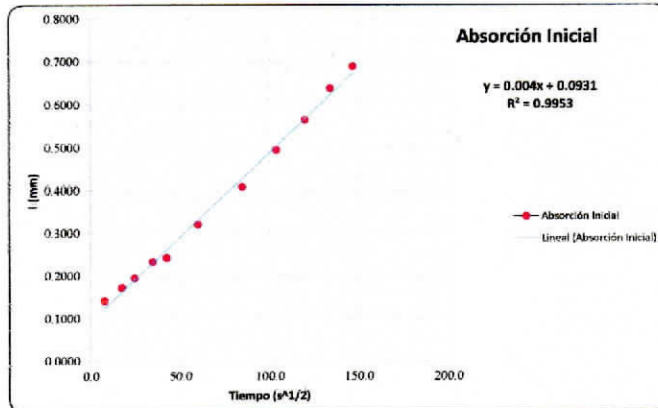
Referencia : ASTM C-1585
 Fecha de inicio ensayo : 05 de Octubre del 2023
 Fecha de término ensayo : 13 de Octubre del 2023
 Mezcla de concreto : Convencional, f'c = 210kg/cm2
 Edad : 30 días
 Temperatura : 23 ± 2°C
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 245	Masa	Diámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm ²)	(g/cm ³)
M - 1	920.67	103.16	46.44	8357.66	2.37
M - 2	919.17	101.63	44.94	8111.58	2.52
M - 3	917.67	100.09	43.44	7867.60	2.58

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN	
	s ^{1/2}	(mm)	I
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000
	7.7	0.1410	0.1410
	17.3	0.0307	0.1717
	24.5	0.0224	0.1941
	34.6	0.0384	0.2325
	42.4	0.0091	0.2416
	60.0	0.0782	0.3199
	84.9	0.0881	0.4079
	103.9	0.0868	0.4948
	120.0	0.0696	0.5644
	134.2	0.0733	0.6376
	147.0	0.0511	0.6687
Absorción Secundaria (Ss)	293.9	0.5321	1.2208
	415.7	0.1350	1.3558
	509.1	0.0701	1.4259
	587.9	0.0247	1.4505
	657.3	0.0289	1.4794
	720.0	0.0190	1.4984
	777.4	0.0202	1.5187
831.4	0.0202	1.5389	



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES + SUELOS

LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246804

Rosendo Negre Jblitas Hen
 TÉCNICO DE LABORATORIO

USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y CEMENTOS DE ABSORCIÓN

 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : **2135A-23/ LEMS W&C**
 Solicitante : Juana Yessenia Fenco Rojas

Tesis : Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 13 de Octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : 13 de Octubre del 2023
 Fin de ensayo : Lunes, 16 de Octubre del 2023

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
 Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm2)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.76	46.93	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	47.10		
M-02	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.86	46.64	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	46.42		
M-03	CONCRETO 210 kg/cm2 +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.96	48.03	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.10		
M-04	CONCRETO 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	16/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.27	45.74	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	45.21		
M-05	CONCRETO 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.32	46.78	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	47.24		
M-06	CONCRETO 210 kg/cm2 +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.76	46.94	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	47.12		
M-07	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.52	47.89	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.25		
M-08	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	45.12	46.68	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.23		
M-09	CONCRETO 210 kg/cm2 +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.41	47.81	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.21		
M-10	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.21	49.26	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	49.31		
M-11	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.42	49.76	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	50.10		
M-12	CONCRETO 210 kg/cm2 +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.42	49.76	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	50.10		

NOTA:
 - PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.
 OBSERVACIONES:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246884



Rivas
 TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE CONCRETO Y SUELOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Solicitud de ensayo : 2135A-23/ LEMS W&C
 Solicitante : Juana Yessenia Fenco Rojas

Tesis : Caracterización del Concreto Utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palta Hass

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de Apertura : 13 de Octubre del 2023
 Inicio de Ensayo : 13 de Octubre del 2023
 Fin de ensayo : Lunes, 16 de Octubre del 2023

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.
 Norma : UNE-EN12390-8

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm ²)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.76	46.93	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	47.10		
M-02	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.86	46.64	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	46.42		
M-03	CONCRETO 210 kg/cm ² +0% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	13/10/2023	16/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.96	48.03	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.10		
M-04	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	16/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.27	45.74	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	45.21		
M-05	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	19/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.32	46.78	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	47.24		
M-06	CONCRETO 210 kg/cm ² +15% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	46.76	46.94	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	47.12		
M-07	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.52	47.89	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.25		
M-08	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	45.12	46.68	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.23		
M-09	CONCRETO 210 kg/cm ² +20% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	19/10/2023	22/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	47.41	47.81	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	48.21		
M-10	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.21	49.26	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	49.31		
M-11	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.42	49.76	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	50.10		
M-12	CONCRETO 210 kg/cm ² +30% DE RESIDUOS DE PALTA HASS	28	22/10/2023	25/10/2023	9:00 a. m.	9:00 a. m.	72	A	49.42	49.76	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	50.10		

NOTA:
 - PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.
 OBSERVACIONES:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL.
 WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



LEMS W&C EIRL.
 MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 246884

Diseño de Mezcla	mm
Concreto fc=210 kg/cm ²	47.20
Concreto fc=210 kg/cm ² + 15% de Residuos de Palta Hass	46.49
Concreto fc=210 kg/cm ² + 20% de Residuos de Palta Hass	47.46
Concreto fc=210 kg/cm ² + 25% de Residuos de Palta Hass	49.59



Juana Yessenia Fenco Rojas
 TÉCNICO DE LABORATORIO



USAT
 LABORATORIO DE ENSAYOS, CONTROL Y ENSAYOS DE MATERIALES
 TÉCNICO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N° 4178

Expediente N° : 2167 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesisista : Juana Yessenia Fenco Rojas

Universidad : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
 Proyecto : "Caracterización del Concreto utilizando Puzolana de Origen Natural con Residuos de Palma Hass"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 02 de noviembre del 20023

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469


MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ_u unitaria ϵ_s (S ₂)	E _t Kg/cm ²	Promedio E _t Kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON - For 210 kg/cm ²	3/10/2023	31/11/2023	28	256.70	103	1.87936	0.002732	37587	57859.48
02	CONCRETO PATRON - For 210 kg/cm ²	3/10/2023	31/11/2023	28	263.70	105	4.61072	0.001056	100281	
03	CONCRETO PATRON - For 210 kg/cm ²	3/10/2023	31/11/2023	28	252.29	101	1.78551	0.002826	35710	
04	CONCRETO 210 kg/cm ² + 15% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	279.15	112	0.95680	0.002327	48627	704593.99
05	CONCRETO 210 kg/cm ² + 15% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	208.85	81	1.70012	0.000091	1953800	
06	CONCRETO 210 kg/cm ² + 15% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	272.51	109	5.56776	0.000979	111355	
07	CONCRETO 210 kg/cm ² + 20% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	274.23	110	0.40482	0.008403	13084	50878.12
08	CONCRETO 210 kg/cm ² + 20% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	267.98	107	0.94888	0.010306	10359	
09	CONCRETO 210 kg/cm ² + 20% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	267.09	107	6.45955	0.000827	129191	
10	CONCRETO 210 kg/cm ² + 30% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	264.23	110	0.40482	0.008403	12084	40211.45
11	CONCRETO 210 kg/cm ² + 30% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	247.98	107	0.94888	0.010306	9359	
12	CONCRETO 210 kg/cm ² + 30% DE CENIZA DE PALTA HASS	3/10/2023	31/11/2023	28	264.09	107	6.45955	0.000827	99191	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



German Gustavo Chirinos

Juan Carlos Fermo Ojeda Areta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 123351



Ricardo Neyra
 TÉCNICO DE LABORATORIO



ANEXO 2

VALIDACIÓN DE ENSAYO DE
LABORATORIO USAT

FICHA TÉCNICA

CONCRETO F'C 210 kg/cm² ADICIONANDO CENIZAS DE RESIDOS DE PALTA HASS



DESCRIPCIÓN

El Concreto $f'c$ 210 kg/cm² con la adición de un 15%, 20% y 30% de cenizas de residuos de Palta, está diseñado bajo criterios básicos de manejabilidad, resistencia a la comprensión y a la flexión, con el fin de ser utilizado en pavimentos, según la condición de trabajo y control del proceso constructivo.

USOS

Según sus características básicas (Ver Tabla de Especificaciones):

Su uso va dirigido principalmente para la pavimentación de calles, carreteras y demás soluciones viales, capaces de aguantar y soportar grandes cantidades de peso producto de la flexión. Cuando recubre el suelo logra una firmeza adecuada, por lo que sirve como apoyo para facilitar el traslado de personas y vehículos.

Su gran impermeabilidad que le permite aguantar sin mucho problema la presencia de agua. Esto es clave, pues así se evita que se rompa o cuartee y así se mantiene rígido y sólido

VENTAJAS

- Posee una gran resistencia en cuanto a todas las presiones que debe recibir por parte de los vehículos particulares y de carga pesada, debido a los arranques, frenados y la circulación que estos medios de transporte producen
- Requiere de un mantenimiento mínimo preventivo, a diferencia de otros materiales utilizados en la pavimentación de suelos, como el asfalto.
- Es un material capaz de resistir en mucha mayor proporción cualquier derrame de combustible y aceites producidos por el parque automotor.
- Es un producto hecho para soportar los embates de la naturaleza, como las altas temperaturas, fuertes lluvias y cualquier clase de intemperie.

- Se puede afirmar que cuenta con una superficie antiderrapante, dándole una mayor seguridad a los conductores al transitar por estas vías.
- Los sistemas de drenaje son más efectivos, dejando la superficie muy seca luego de las lluvias, evitando en gran medida los deslizamientos de automóviles, conocidos con el nombre de acuaplaneo.
- Los tiempos de construcción de una arteria vial con concreto hidráulico son mucho menores a las pavimentaciones de carreteras con otros productos, como el asfalto.

DESVENTAJAS

- Se requiere de equipos e ingenieros especializados en la materia, para un montaje adecuado de este tipo de material.
- Se debe contar con excelente servicio de transporte, para trasladar hasta los lugares de la construcción todo el material necesario para la ejecución de la obra.
- Se necesita de una mayor inversión inicial, pues adquirir la materia prima y preparar este tipo de concreto es mucho más costoso.
- Los diseños para juntas, conexiones y demás uniones requieren de un especializado y complejo montaje.

No hay que dejar de lado estas desventajas. No obstante, el beneficio en usar este tipo de concreto compensa la inversión que se debe realizar. Allí es donde entra en juego la relación precio – calidad.

CONSIDERACIONES PARA SU ESPECIFICACIÓN Y USO

Utilizar aditivos en la preparación del concreto que sean plastificantes y/o retardantes del fraguado, ya que al realizar la incorporación de las cenizas de residuos de Palta Hass hacen que afecten su trabajabilidad.

La finura que tiene la ceniza de residuos de Palta Hass, hace que se genere la pérdida del asentamiento en la mezcla, así que se recomienda controlar también la consistencia con el aumento de la relación agua/cemento.

Definir el Tamaño Máximo del Agregado que garantice que sea el recomendado según el espaciamiento de acero de refuerzo y otras dimensiones del elemento.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO F'c 210 kg/cm² + 15% CENIZAS DE RESIDUOS DE PALTA HASS

ESPECIFICACIÓN	VALOR	OBSERVACIONES
Tamaño Máximo del Agregado mm (pulg.)	19.0 mm (3/4")	
Asentamiento pulg. (mm)	4" +/- 1" (102 mm +/- 25 mm)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 143.
Resistencia Mecánica f'c a 28 días, psi (kg/cm ²)	279 kg/cm ² (3968 psi)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 39.
Resistencia a la Flexión f'c a 28 días, psi (kg/cm ²)	105.4 kg/cm ² (10.4 MPa)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 78.
Absorción Inicial - Final en mm.	0.05 mm - 0.0192 mm	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 1585.
Permeabilidad (mm)	46.49 mm	Evaluado de acuerdo con la norma UNE-EN-12390-8.

CONCRETO F'c 210 kg/cm² + 20% CENIZAS DE RESIDUOS DE PALTA HASS

ESPECIFICACIÓN	VALOR	OBSERVACIONES
Tamaño Máximo del Agregado pulg. (mm)	19.0 mm (3/4")	
Asentamiento pulg. (mm)	4" +/- 1" (102 mm +/- 25 mm)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 143.
Resistencia Mecánica f'c a 28 días, kg/cm ² (psi)	242 kg/cm ² (3442 psi)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 39.
Resistencia a la Flexión f'c a 28 días, kg/cm ² (MPa)	100.4 kg/cm ² (9.9 MPa)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 78.
Absorción Inicial - Final (mm)	0.0551 mm - 0.0242 mm	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 1585.
Permeabilidad (mm)	47.46 mm	Evaluado de acuerdo con la norma UNE-EN-12390-8.

CONCRETO F'c 210 kg/cm² + 30% CENIZAS DE RESIDUOS DE PALTA HASS

ESPECIFICACIÓN	VALOR	OBSERVACIONES
Tamaño Máximo del Agregado mm (pulg.)	19.0 mm (3/4")	
Asentamiento pulg. (mm)	4" +/- 1" (102 mm +/- 25 mm)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 143.
Resistencia Mecánica f'c a 28 días, psi (kg/cm ²)	216 kg/cm ² (3072 psi)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 39.
Resistencia a la Flexión f'c a 28 días, psi (kg/cm ²)	99.9 kg/cm ² (9.8 MPa)	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 78.
Absorción Inicial - Final en mm.	0.0512 mm - 0.1901 mm	Evaluado de acuerdo con la norma ASTM C 1585.
Permeabilidad (mm)	49.59 mm	Evaluado de acuerdo con la norma UNE-EN-12390-8.