

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del
concreto f_c 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas de brócoli**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Huaranga Nazario, Daysi Paola

Asesor:

Pitman Meléndez Wilfredo Felipe ORCID:0000-0002-2748-2842

Chimbote – Perú

2023

Índice

Índice	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras	iii
Palabras clave:	iv
Título	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA INTRODUCCIÓN	1
III. RESULTADOS	26
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	47
V. CONCLUSIONES	51
VI. RECOMENACIONES	52
VII. AGRADECIMIENTO	53
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
IX. ANEXOS	61

Índice de tablas

Tabla N°1: <i>Esquema del Diseño Experimental</i>	22
Tabla N°2: Composición elemental de ceniza de hojas de brócoli en % de la masa total.	28
Tabla N°3: <i>Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 7 días</i>	35
Tabla N°4: <i>Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 14 días</i>	36
Tabla N°5: <i>Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días</i>	37
Tabla N°6: <i>Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental a los 7 días</i>	38
Tabla N°7: <i>Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental a los 14 días</i>	39
Tabla N°8: <i>Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental a los 28 días</i>	40

Índice de figuras

Figura N°1: Curva de perdida de masa – Analisis Termo Gravimetrico	25
Figura N°2: Curva Calorimetrica DSC	26
Figura N°3: Tiempo de fraguado - Prueba Patrón	33
Figura N°4: Tiempo de fraguado - Prueba Experimental	34
Figura N°5: Tiempo de fraguado - Resumen	35
Figura N°6: Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón (7 días)	35
Figura N°7: Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón (14 días)	36
Figura N°8: Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón (28 días)	38
Figura N°9: Resistencia a la Compresión - Prueba Experimental (7 días)	39
Figura N°10: Resistencia a la Compresión - Prueba Experimental (14 días)	40
Figura N°11: Resistencia a la Compresión - Prueba Experimental (28 días)	40
Figura N°12: Comparación a los 7 dias de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental	42
Figura N°13: Comparación a los 14 días de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental	42
Figura N°14: Comparación a los 28 días de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental	44
Figura N°15: Resumen de los resultados de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental	45
Figura N°16: Resumen de los resultados de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental	46

Palabras clave:

Tema : Resistencia, concreto, hojas de brócoli
Especialidad : Tecnología de concreto

Key words:

Theme : Resistance, concrete, broccoli leaves
Speciality : concrete technology

Línea de investigación - OCDE

Línea Estructural
Área Ingeniería Civil
Sub-área Ingeniería Civil
Disciplina Ingeniería Civil

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas de brócoli**" del (a) estudiante: **HUARANGA NAZARIO DAYSI PAOLA**, identificado(a) con Código N° **1412200176**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **29%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 24 de noviembre de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

Título

Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto Fc 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas de Brocoli

Resumen

El objetivo del presente estudio fue ampliar la resistencia del concreto utilizando las cenizas de la hoja de Brócoli, ya que no se sabe si pueden actuar como puzolanas.

Además, se descubrió la disminución de masa y calorimetría de los materiales a través del análisis térmico diferencial (ATD), la composición química mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX) y la sustitución correspondiente del 15% por cenizas de la hoja de Brócoli. También se calculó el uso potencial puzolánico.

La resistencia a la compresión de las probetas de concreto patrón fue $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo experimentalmente usando cenizas de hoja de Brócoli en lugar de cemento.

Para el análisis patronal y experimental, la dosificación y la proporción agua-cemento de la mezcla para producir concreto plástico fue de 0.648.

Obteniendo como resultado que las cenizas de hoja de Brócoli muestran un 62.075% en la adición de óxidos activados ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$). Al sustituir el 15% de las cenizas de hoja de Brócoli por cemento, se logró una resistencia de 173.37 kg/cm^2 , 202.42 kg/cm^2 y 228.90 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente.

Llegando a la conclusión que las cenizas de hoja de Brócoli podrían utilizarse como puzolánico, pero con porcentaje al 15%.

Abstract

The present study aimed to increase the resistance of concrete by using Broccoli leaf ashes, since it is not known if they can act as pozzolans.

In addition, the decrease in mass and calorimetry of the materials was discovered through differential thermal analysis (DTA), the chemical composition through the X-ray fluorescence (XRF) assay and the corresponding replacement of 15% by leaf ash.

Broccoli. Potential pozzolanic use was also calculated.

The compressive strength of the standard concrete specimens $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ was obtained experimentally using Broccoli leaf ash instead of cement.

For the pattern and experimental analysis, the dosage and water-cement ratio of the mixture to produce plastic concrete was 0.648.

Obtaining as a result that Broccoli leaf ashes show 62.075% in the addition of activated oxides ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SO}_2$). By replacing 15% of the Broccoli leaf ash with cement, a resistance of 173.37 kg/cm^2 , 202.42 kg/cm^2 and 228.90 kg/cm^2 was achieved at 7, 14 and 28 days of curing, respectively.

Coming to the conclusion that Broccoli leaf ashes could be used as pozzolanic, but with a percentage of 15%.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto es un material muy utilizado en el ámbito de la construcción, sin embargo, aunque es resistente, tiene defectos al momento de su rotura.

El concreto de alto desempeño no se limita a características de resistencia y durabilidad; en realidad, su definición es mucho más amplia y se aplica a una amplia gama de materiales. Por lo tanto, un concreto de alto desempeño es aquel que está optimizado en términos de costo y trabajabilidad para satisfacer los requisitos de resistencia y durabilidad.

Con la ayuda de nuevas investigaciones se vienen implementando nuevos métodos de construcción y se ha incorporado una variedad de materiales ya sea comerciales o reciclados, lo que ha mejorado la resistencia del concreto.

El estudio, considera como antecedente nacional la investigación de Huaraz, C. (2018) sobre la resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento en 5% y 10% por ceniza de hoja de maíz. En este estudio, se logró la activación térmica en un proceso mediante el cual se aplicó calor a los precursores puzolánicos presentes en la ceniza de hoja de maíz. Este tratamiento térmico se realizó durante una hora a una temperatura controlada de $400 \text{ }^\circ\text{C}$. Durante el análisis de la composición química, se identificó la presencia de óxido de potasio en la ceniza de hoja de maíz. Este hallazgo puede ser relevante para comprender las propiedades químicas de la ceniza y su potencial contribución a las propiedades del cemento resultante, el pH es una medida de acidez o alcalinidad. El pH de la ceniza de hoja de maíz fue de 10,93, indicando que es alcalina. Los valores de pH para las mezclas de cemento con un 5% y un 10% de ceniza fueron 13,38 y 13,39, respectivamente. Estos valores altos indican que las mezclas son altamente alcalinas, la relación a/c es una medida importante en la fabricación de concreto. En este estudio, la relación a/c para la mezcla de cemento patrón y el concreto experimental fue de 0,68. Además, la relación agua-cemento del concreto experimental fue ligeramente mayor, alcanzando 0.706.

Asimismo, para Cruz, O. (2019). En su investigación "Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 15% y 25% de arcilla y cal", realizada con un enfoque experimental en la Universidad San Pedro de Huaraz, Se evaluó el comportamiento mecánico del concreto al sustituir parte del cemento por una combinación de arcilla y cal, las pruebas indican que tanto la combinación 1 (85% de cemento y 15% de la combinación de arcilla y cal) como la combinación 2 (75% de cemento y 25% de la combinación de arcilla y cal) proporcionaron resistencias cercanas a la resistencia de diseño. La resistencia del patrón de concreto con 100% de cemento fue de 214.30 kg/cm^2 , mientras que las combinaciones 1 y 2 alcanzaron valores de f'_c de 218.10 kg/cm^2 y 209.10 kg/cm^2 , respectivamente, la elección de la combinación ideal, la combinación 1, se basa en su capacidad para reducir la cantidad de cemento en el concreto hasta un 15%, manteniendo al mismo tiempo una resistencia cercana a la del concreto convencional. Esta elección podría tener beneficios significativos en términos de sostenibilidad y reducción de la huella de carbono, ya que la producción de cemento es una fuente importante de emisiones de dióxido de carbono. Los resultados muestran que todas las combinaciones mantuvieron un pH adecuado para la preparación del concreto, lo cual es fundamental para garantizar la durabilidad de la estructura.

Igualmente, Vásquez (2016) llevó a cabo una investigación llamada "Resistencia del concreto con cemento sustituido en un 5% y 7% por arcilla de Carhuaz-Ancash". El objetivo del estudio fue calcular la resistencia a la compresión del concreto al sustituir el cemento por arcilla en proporciones del 5% y 7%, el tipo de estudio fue diseño no experimental, con 27 número de testigos divididos en tres grupos de 9 testigos cada uno, siendo grupo de control (concreto de patrón 3), grupo con 5% de sustitución de cemento por arcilla, grupo con 7% de sustitución de cemento por arcilla. Los días de medición fueron 7, 14 y 28. Obteniendo resultados a la resistencia a la compresión (en kg/cm^2) para la sustitución del 5% (Día 7: 171.57 kg/cm^2 , Día 14: 193.68 kg/cm^2 y Día 28: 227.01 kg/cm^2) y para la resistencias a la compresión para la sustitución del 7% (día 7: 203.43 kg/cm^2 , día 14: 219.11 kg/cm^2 y día 28: 240.24 kg/cm^2). En

conclusión, la resistencia a la compresión aumenta con el tiempo para todos los grupos.

Del mismo modo, para Viscarra (2020), en su investigación: Diseño de concreto utilizando ceniza de cascarilla de arroz y celulosa, para mejorar la resistencia a la compresión, realizó el diseño de una probeta patrón con la resistencia $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, realizándose una cantidad total de 36 probetas de concreto, las cuales 9 de ellas serán sin aumentar la ceniza de cascarilla de arroz y celulosa y 27 con adicción de ceniza de cascarilla de arroz celulosa, las cuales se encuentran en porcentajes de 2% y 1%, 4% y 2%, y 6% y 3% respectivamente, así mismo los análisis se realizaron para 7, 14 y 28 días.

Por otro lado, para Matienzo, J. (2018), en su estudios: Resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz – 2017, tuvo como objetivo aumentar la resistencia de un concreto utilizando cenizas de cascara de arroz y polvo de conchas de abanico, ya que se conoce que ambos materiales actúan como puzolanas, en esta investigación se utilizaron los métodos análisis térmico diferencial (ATD) para determinar la pérdida de masa y calorimetría de los materiales, ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX) para analizar la composición química, medición de la alcalinidad para determinar el pH, reemplazo del 20% del cemento por cenizas de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico en las probetas de concreto, se determinó la pérdida de masa y calorimetría de los materiales a través del análisis térmico diferencial (ATD), la composición química a través del ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX), su alcalinidad para determinar su pH y su reemplazo del 20% por cenizas de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico, lo que evaluó su potencial uso puzolánico. La resistencia a la compresión de las probetas de concreto patrón $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo mediante la combinación de cenizas de cascara de arroz y polvo de concha de abanico, siendo el pH de la mezcla de 14,35, indicando alcalinidad. Los resultados de cenizas de cáscara de arroz: 90.55% de suma de óxidos ($\text{SiO}_2+\text{CaO}+\text{Al}_2\text{O}_3$) y Polvo de concha de abanico:

98.58%. la resistencia a la compresión de las probetas con un reemplazo del 20% por cenizas de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico fue del 52.82%, 81.08%, y 99.49% a los 7, 14, y 28 días de curado. En conclusiones la combinación de cenizas de cáscara de arroz y polvo de concha de abanico demostró ser efectiva como puzolana. Se sugiere que este método puede ser aplicado en porcentajes inferiores al 20% para obtener los mejores resultados en resistencia.

De igual manera, para Chachi, Z. (2019) analizó la “Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz”, la finalidad fue evaluar la resistencia a la compresión de un concreto utilizando porcentajes de adición de cenizas de rastrojo de maíz en su peso de cemento para determinar las propiedades físicas y mecánicas en comparación con un concreto convencional cuya resistencia a la compresión es de 210 kg/cm². Según los resultados de los ensayos a compresión realizados en cada porcentaje de adición, se encontró que el concreto en su estado fresco con una adición del 10% de cenizas de rastrojo de maíz demostró un mayor rendimiento operativo. En cuanto a las resistencias a la compresión promedio de las probetas, se demostró que con una adición del 10% de cenizas de rastrojo de maíz, se superó la resistencia de 210 kg/cm² a los 28 días de edad, en un porcentaje de 112%.

Podemos mencionar a Mejía, J. (2020). En su investigación titulada “Evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento”, desarrollado en la Universidad Nacional Autónoma de Chota, El estudio que tuvo como objetivo determinar y comparar la resistencia de un concreto patrón con una resistencia de $f_c = 210$ kg/cm², utilizando diferentes porcentajes de sustitución de ceniza de tallo y espiga de cebada en lugar de parte del cemento. Los porcentajes de sustitución fueron del 0%, 5%, 10%, 15%, y 25% del peso del cemento. Los resultados de la dosificación para obtener la resistencia deseada de $f'_c = 210$ kg/cm² incluyeron 8.64 litros de cemento, 0.52 litros de arena, 0.77 m³ de piedra chancada de 3/4", y 0.205 litros de agua. La conclusión del estudio fue que el porcentaje óptimo de sustitución de ceniza de tallo y espiga de cebada para alcanzar

una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es del 5% del peso del cemento. Esto se aplicó a los diseños D1 (5% de ceniza), D2 (10% de ceniza), D3 (15% de ceniza), D4 (20% de ceniza), y D5 (25% de ceniza), utilizando una bolsa de cemento de 42.50 kg en cada caso.

Además, para Villanueva, J. (2018) en su investigación titulada: Resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales, o Objetivo de la Investigación fue medir la resistencia a compresión del concreto ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con una mezcla que sustituye el 15% de cenizas de eucalipto en el cemento y evaluar la resistencia a diferentes edades: 7, 14 y 28 días, el diseño de Investigación fue experimental, metodología de trabajo correlacional, el proceso de obtención de ceniza de eucalipto: fue calcinar la ceniza a $450 \text{ }^\circ\text{C}$., hornear durante dos horas en un horno mufla. Se realizaron 18 muestras de concreto para ensayos de resistencia a compresión, tres muestras para cada una de las edades de 7, 14 y 28 días. Los resultados después de 7 días de curado, la resistencia a compresión del concreto patrón fue 153 kg/cm^2 y la del concreto con ceniza de eucalipto fue 152.6 kg/cm^2 (0.2% de diferencia), después de 14 días, la diferencia fue del 1.2% y después de 28 días, la diferencia fue del 1.5%. En conclusión la sustitución del 15% de cenizas de eucalipto en el cemento mejoró la resistencia a compresión del concreto, la nueva adición puede ser utilizada en obras de construcción, proporcionando estructuras de alta resistencia.

Dentro de los antecedentes internacionales tenemos a Ezequiel Hernández, E. (2021), en su trabajo de investigación titulada: Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con Vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino, El objetivo del estudio fue realizar un análisis de la resistencia a la compresión del concreto al sustituir parcialmente el agregado fino con vidrio reciclado molido, los materiales y métodos se utilizó vidrio reciclado molido de los desperdicios de una empresa, sustitución parcial en peso del agregado fino en porcentajes de 0, 4%, 5%, y 6%, se evaluaron la granulometría, contenido de humedad, masa unitaria suelta y compactada, densidad específica y absorción de los agregados, el diseño de mezcla

cuatro diseños de mezcla, uno sin sustitución y tres con porcentajes crecientes de sustitución de vidrio molido, el procedimiento se elaboraron especímenes cilíndricos en moldes de 4" (10,16 cm) de diámetro y 8" (20,32 cm) de altura, en los días 7, 14 y 28 de curado, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión. Los resultados indicaron que el concreto con sustitución de agregado fino por vidrio molido al 6% mostró los mejores resultados, se observó un aumento del 6,5% en la resistencia a la compresión en comparación con la muestra estándar después de 28 días de curado.

También tenemos a Arroyo, D. (2023), en su trabajo de investigación titulada: Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto de 21 MPa reemplazando un porcentaje del agregado fino por viruta de acero al carbono, el estudio evaluó la resistencia a la compresión de un concreto con una resistencia nominal de 21 MPa al reemplazar un porcentaje del agregado fino con viruta de acero al carbono. Los objetivos del estudio se lograron mediante la selección de cuatro porcentajes de reemplazo de viruta (0%, 5%, 10%, y 15%) y la evaluación del curado en los días 7, 14 y 28. Los resultados indican que el reemplazo de agregado fino por viruta de acero al carbono resultó en incrementos significativos en la resistencia a la compresión en comparación con el concreto estándar. Los incrementos fueron del 22.8%, 20.6% y 26.8% en los días 7, 14 y 28 respectivamente. Se destaca que el porcentaje de reemplazo del 15% se identificó como óptimo, ya que proporcionó el mayor aumento en la resistencia a la compresión. Esto tiene implicaciones económicas, ya que implica un mayor ahorro en comparación con los otros porcentajes de reemplazo evaluados. Además, se menciona que este porcentaje óptimo tiene un impacto positivo en la reducción de la explotación de áridas vírgenes, lo que sugiere beneficios ambientales al reducir la extracción de recursos naturales.

También, para Bolívar G. (2018), en su trabajo de investigación titulada: "Análisis de la resistencia a la compresión f'_c del concreto Hidráulico adicionado con silicato de sodio", El propósito principal fue analizar el comportamiento del concreto hidráulico al agregar silicato de sodio, con especial atención en la resistencia. Se buscó determinar la influencia de este aditivo, calcular la dosificación para obtener

una resistencia de 3000 psi y utilizar ensayos de resistencia a la compresión y madurez del concreto como referencia, se planteó investigaciones anteriores relacionadas con la adición de materiales y químicos al concreto para mejorar sus propiedades, se describió los materiales utilizados, incluyendo la composición del concreto base y la fuente del silicato de sodio, el proceso experimental ensayos de resistencia a la compresión y madurez del concreto, se evaluó el factor temperatura – tiempo para detectar reacciones exotérmicas al adicionar silicato de sodio. Los Resultados indicaron una mejora en la resistencia del concreto al agregar silicato de sodio, evidenciada por los ensayos de resistencia a la compresión y madurez. Se espera también observar reacciones exotérmicas en el ensayo de madurez, indicando la activación del silicato de sodio.

La investigación se fundamenta en las teorías de principios básicos de la tecnología del concreto en la Ingeniería Civil, y también los fundamentos teóricos de la resistencia a la compresión del concreto añadido con polvo de mármol.

La resistencia a la compresión del concreto es una propiedad mecánica de la misma, el valor de esta propiedad, depende de los tipos de materiales y sus respectivas calidades que se usan en el diseño del concreto, así como de los siguientes factores: materiales que lo componen, la relación a/c utilizada, tamaño máximo de agregados, la edad del concreto, etc. de acuerdo con la literatura científica, existen tres factores están concatenados con la microestructura de concreto y que pueden afectar a la variable resistencia, estos son, tamaño de los cristales, la porosidad, así como la heterogeneidad (Hernández et al, 2018; Wendner et al, 2014).

Se considera a la resistencia a la compresión como propiedad de vital importante del concreto por presentar características favorables en la industria de la construcción, como la durabilidad y la permeabilidad, es la capacidad del concreto al resistir cargas o fuerzas sobre dicho concreto (Mastali & Dalvand, 2017; Aspilcueta, 2015).

También se puede entender cómo una medida de mayor valor o máxima de la resistencia del concreto sometido a una carga externa, esta variable es calculada

mediante ensayos en el laboratorio, en donde una probeta de concreto es sometida a una fuerza hasta que el concreto presente fisuras o roturas, estas pruebas se realizan con la finalidad de determinar que el concreto demuestre que pueda soportar cargas o resistencias a la compresión contemplada en el proyecto de construcción, calcular la resistencia a la compresión se aplica la siguiente fórmula cuando el concreto tiene la forma cilíndrica (Rivva, 2014; Mehta y Monteiro, 2013):

$$f_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Donde:

f_c : Hace referencia a la Resistencia de rotura a la compresión (kg/cm²). G: Es la carga máxima de rotura (kg).

D: Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

Concreto. Se define en concreto como un material consistente o muy sólido compuesto por diversos materiales, tales como agua, agregados los cuales pueden ser grueso o fino, cemento de un determinado tipo. El concreto sin acero en su interior es reconocido como concreto ciclópeo, con acero en su interior es conocido como concreto estructurado (Omary, et al, 2016; Rivva, 2015).

Diseño de mezcla: es el desarrollo donde se elabora una determinada dosificación considerada como óptima en la combinación de materiales utilizados para la elaboración del concreto, y lograr un buen diseño de mezcla, tener en cuenta en el proyecto, las especificaciones técnicas la cual se le va a aplicar el concreto. Una de las normas bastante utilizadas en el diseño de concreto es la norma ACI (Abanto, 2017; Mehta, 2000).

El cemento: es un material de construcción y se representa en forma de polvo gris, y que, mezclado con el agua, agregados y aditivos de acuerdo a un diseño preestablecido, logran propiedades estructurales mecánicas adecuadas para la construcción civil. Por lo tanto, al cemento se le considera como un aglomerante porque logra cohesionar todos los materiales que conforman el concreto. (Rivva,

2014). En un diseño de concreto autocompactante se puede usar toda variedad de cemento, aunque, el uso del cemento adecuado está sujeto al trabajo que va a realizar el concreto, la finura, la disponibilidad del cemento en el mercado y la calidad del concreto que requiere el diseño, es decir, la trabajabilidad y durabilidad del concreto en la resistencia a la compresión (Álvarez, 2014). Asimismo, el diseño de concreto debe cumplir según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009 o la Norma Técnica Americana ASTM C150 (American society for testing and materials, 2009).

Propiedades del cemento.

Finura: es una propiedad que ayuda a la liberación de calor, así como en la velocidad del proceso de hidratación, la propiedad de finura del cemento, cuando es mayor propicia mayor velocidad e hidratación lo cual conduce a un mejor desarrollo de la resistencia, en este caso se debe cumplir con la norma ASTM C325, C430 (Neville y Brooks, 2010).

Consistencia: La consistencia del cemento hace referencia a la relativa movilidad de la pasta del cemento con mezcla reciente de mortero, esto significa la capacidad de fluir, la cual le da ciertas características para el trabajo del concreto, la consistencia debe cumplir con la norma ASTM C230 (Mehta, 200; Pasquel, 1998).

Fraguado: El fraguado es una propiedad del cemento que se relaciona con la pérdida de la propiedad de plasticidad y el endurecimiento del concreto, la rapidez con la que se endurece el concreto se denomina velocidad de fraguado, la misma que está normada, Por lo tanto, estas normas establecen un tiempo desde el inicio de la elaboración del concreto hasta el final del proceso de fraguado. Esta propiedad debe cumplir la norma ASTM C150 (Mehta, 200; Pasquel, 1998).

Resistencia a la compresión: esta propiedad hace referencia a la capacidad de despartar cargas sobre la superficie en concreto, esta propiedad es medida a los 7, 14, 21 y 28 días, esta propiedad orienta del uso que se debe dar al concreto, siendo el concreto patrón con la resistencia a la compresión 210 Kg/cm², de mayor uso en la

construcción. Para realizar el ensayo de compresión se utiliza la norma NTP 339.034 (Hernández et al, 2018).

Agregados: se utiliza para elaboración de concreto son definidos como partículas de rocas o pétreas que tienen un origen generalmente natural, que presentan un determinado tamaño o dimensión y que están limitadas por la NTP 400.037 (Garavito, 2017). Los agregados pueden ser finos o gruesos, para el caso del concreto autocompactante se utilizan los mismos tipos de agregados utilizados en el concreto de tipo convencional; para el concreto autocompactante se utiliza una cantidad de agregados gruesos menor o igual en cantidad que el agregado fino, para tal fin, la relación del agregado fino con el total de áridos o agregados existe importancia significativa debida a las propiedades puedan mejorar al aumentar dicha relación; cuando el contenido de agregado grueso supera cierto límite, la mezcla es bloqueada muy aparte del contenido de viscosidad del concreto (Okamura & Ouchi, M, 2003; Gutiérrez, 2003).

Clasificación de los agregados. Debido a que los diseños de concretos pueden variar de acuerdo a lo requerido según la resistencia a la compresión, los agregados desequilibran en elaboración del concreto, pueden ser clasificados de acuerdo al tamaño considerados como partículas menores y mayores de 4.75mm (Tamiz N° 4), Las cuales podrían ser agregado de piedra grueso y agregado de arena también denominado fino (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015).

Agregado grueso. es definido como el agregado que puede ser retenido en su totalidad por el tamiz normalizado 4.75mm (Tamiz N° 4) y que cumple los límites establecidos en las normas ASTM C33 y NTP 400.037 de acuerdo con la Norma NTP 400.011 (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015). En el caso de la elaboración de un concreto autocompactante existen limitaciones en cuanto al uso del agregado grueso para obtener una mezcla adecuada y uniforme y de esta manera evitar problemas de bloqueo para que la masa pueda fluir en estado fresco por las cavidades del encofrado

(Sánchez, 2014). En ese sentido, el tamaño permitido normal del agregado grueso debe estar entre 16 y 20 mm; no obstante, de acuerdo con las revisiones de investigaciones antecedentes, se ha podido encontrar el que en la elaboración del concreto y autocompactante se han empleado agregado por esos cuyas partículas tenían un tamaño de hasta 40 mm.

Para el proceso de elaboración del concreto autocompactante se debe tener en cuenta la consistencia de la granulometría ya que es de importancia, se debe tener en cuenta que el agregado grueso y la elaboración del concreto presentan tendencias a mejorar la resistencia por la cohesión sólida de las partículas angulares, por el contrario, en agregados gruesos redondeados mejora en el flujo y a que presentan menos fricción interna, la mezcla de los agregados que presentan granulometría discontinua ha demostrado ser mejores que los que presentan granulometría continúa, esto se explica porque experimentan mayor fricción interna, pero pueden reducir el flujo. (Efnarc, 2002).

Propiedades físicas del agregado: siendo de mayor importancia el peso específico, la porosidad, la distribución volumétrica y la humedad de partículas o granulometrías, las propiedades deben ser determinadas mediante el ensayo o pruebas en laboratorio con la finalidad de que sean comparadas con valores referenciales previamente establecidos para un determinado tipo de diseño de mezcla, estas propiedades físicas sirven como indicadores que van a configurar la capacidad de las resistencias o propiedades mecánicas del concreto (Ferrel y Moreano, 2019; Pasquel, 1998).

Granulometría. hace referencia a la distribución en función al tamaño de cada una de partículas que contiene el agregado grueso o fino, estos tamaños de partículas son separados mediante el uso de tamices que viene en diferentes tamaños; El agregado debe tener un cierto tipo de granulometría con la cual se logra una densidad máxima del concreto y con una característica apropiada de trabajabilidad del concreto (Rivva, 2014).

Granulometría del Agregado Fino: Un agregado es granulométricamente fino de según su módulo de finura, esto significa que el tamaño de una partícula de agregado fino debe estar graduado u los tamaños indicados por las Normas NTP 400.037 o ASTM C 33. (Rivva, 2014). El agregado fino también debe cómo ver una cantidad suficiente de material que pasa por la malla N° 50 con la finalidad de que el concreto tenga una característica de trabajabilidad adecuada, también debe tener un máximo de 3% a 5% de partículas que pasen la malla N° 200 (Rivva, 2014). De acuerdo con la ASTM C33 el agregado fino no puede tener más del 45% de material retenido entre los dos tamices consecutivos, el módulo de finura debe ser mayor que 2.3 y menor que 3.1, no puede variar más que 0.2 del valor típico de la fuente del agregado (Steven, et al, 2004; Al-Rousan, 2007).

Granulometría del Agregado Grueso: de preferencia el tamaño debe ser continúa y contribuir en el logro de la densidad máxima del concreto seguido de una trabajabilidad adecuada teniendo en cuenta las condiciones del trabajo con la mezcla. La granulometría de las Delgado grueso está normado por las normas NTP 400.037 o ASTM C33 en donde se indica que el tamaño de las partículas del agregado grueso debe estar graduado en los indicados límites (Rivva, 2014).

Módulo de fineza. Este indicador propio del agregado fino y grueso es definido como la adición de los porcentajes retenidos y acumulados de la serie Standard hasta el Tamiz No 100, en donde la cantidad es dividida entre 100. Este modelo de finura se aplica a piedra y arena con la finalidad de caracterizar independientemente a cada agregado OA la mezcla de agregados. el modelo de fineza se fundamenta en que las granulometrías que tienen igual módulo de fineza de tamaño individual requieren la misma cantidad de agua en la producción de concreto con igual característica de resistencia y plasticidad, por lo tanto, el modelo de fineza es un indicador que se debe tener en cuenta en el diseño y control de mezcla, así como también las normas ASTM C136 y NTP 400.012. (Pasquel, 1998). De acuerdo con la Norma NTP 400.012, el cálculo del módulo de fineza implica la suma de la porcentualidad acumulada

retenida del material de los siguientes tamices (N°30; N°16; N°8; N°4; 3/8"; 3/4"; 1 1/2"; 3" y 6") para luego dividirlo entre 100 (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015).

Módulo de fineza para el Agregado Fino: En este cálculo debe aplicarse la siguiente formula:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ ret. acum. } \left(\frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100 \right)}{100}$$

Módulo de fineza para el Agregado grueso: En el cálculo debe aplicarse la siguiente formula:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ ret. acum. } (3", 1.1/2", 3/4", 3/8", N^{\circ}4)}{100}$$

Peso específico y absorción. Este indicador del agregado se define como el cociente de dividir el peso de las partículas del agregado entre su propio volumen sin tener en cuenta los vacíos que existen entre ellas, este indicador está normado según ASTM C127 y ASTM C128 en donde se establece el proceso estandarizado para su cálculo en el laboratorio (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015; Pasquel, 1998).

Calcular el peso específico del agregado fino: El peso promedio de los participantes en la muestra (Pem): la proporción entre la masa en el aire de un volumen de agua destilada libre de gas y la masa en el aire de un volumen de agregado (incluye poros permeables e impermeables de las partículas, no los poros entre partículas). (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015; Pasquel, 1998).

$$Pem = \frac{A}{B + S - C}$$

El peso particular de la muestra saturada con superficie seca (Pesss) se define como la proporción entre la masa en aire del volumen unitario de agregado (como la masa de agua de poros llenos hasta colmarse) y la masa en aire de un volumen igual de agua destilada libre de gas a temperatura constante. (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015; Pasquel, 1998).

El peso específico aparente (Pea) es la proporción estable entre la temperatura del agregado en aire del volumen unitario y la masa del aire en la misma cantidad de volumen de agua destilada y libre de gas. (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2015; Pasquel, 1998).

$$Pea = \frac{A}{B + A - C}$$

Donde: A = Se mide en gramos el peso en el aire de la muestra seca en el horno. B = El peso del picnómetro lleno de agua en gramos. El peso del picnómetro con la muestra y el agua hasta la marca de calibración se mide en gramos y se conoce como C.

Absorción: El indicador absorción se considera como la capacidad del agregado rellenar con agua a los vacíos que se encuentran en el interior de la partida, la formación se desarrolla por la capilaridad, generalmente no se llega a llenar completamente los poros debido a la presencia de aire que se encuentra en el interior. esta característica es de considerable importancia porque muestra del concreto la reducción de agua en mezcla, y porque influye según características de resistencia y trabajabilidad, es necesario que se tenga en cuenta este indicador para realizar las correcciones que se estimen conveniente. Se calcula utilizando la siguiente fórmula (Abanto, 2017):

$$\%Absorción = \frac{S - A}{A} * 100$$

Donde: A = Peso en aire de la muestra horneada seca en gramos. S es el peso de la muestra saturada superficialmente seca en gramos.

Peso unitario: es la división del peso de partículas incluyendo el total volumen de los vacíos. La Norma ASTM C29 establece un método estandarizado para determinar el peso unitario para su evaluación, después de compactar las partículas en un molde metálico, apisona las partículas con 25 golpes con una varilla de 5/8" en tres capas.

Los métodos de diseño de mezclas utilizan el valor del peso unitario para encontrar proporciones y convertir dosificaciones en pesos a dosificaciones en volumen. Se utiliza la siguiente fórmula (Pasquel, 1998):

$$PU = \frac{A - B}{V}$$

Donde: A: Peso del recipiente más agregado, se mide en kilogramos. B: Peso del recipiente, se mide en kilogramos. V: Volumen del recipiente, se mide en m³.

Porcentaje de vacíos: medida del volumen indicado en forma de porcentaje de los espacios que separa a las partículas de los agregados, qué porcentaje de vacíos depende del acomodo que pueda existir entre partículas, en ese sentido, su valor es relativo, su cálculo está reglamentada por ASTM C29 y NTP 400.017. La fórmula de cálculo es la siguiente (Abanto, 2017):

$$\%Vacios = \frac{((Pem * D_a) - PU)}{Pem * D_a} * 100$$

Donde: PU: Peso unitario del agregado (kg).

Pem: Peso específico del material.

Da: Densidad del agua (kg/m³).

Contenido de humedad

Es la cantidad de agua retenida en un tiempo dado por las partículas del agregado, este indicador es muy importante debido que ayuda en el incremento del agua en mezcla de concreto, por lo tanto, se debe tener en cuenta paralelamente con el indicador absorción para realizar la corrección pertinente en el proceso de dar proporción a las mezclas (Abanto, 2017; Pasquel, 1998) La fórmula de cálculo de esta variable o indicador es la siguiente:

$$\%w = \frac{ph - Ps}{Ps} * 100$$

Donde:

Ps: Peso de la muestra seca al horno (gr).

Ph: Peso de muestra húmeda (gr).

Agua: El líquido elemento utilizada para el desarrollo y proceso de curado del concreto autocompactante está sujeto al cumplimiento de la Norma Técnica Peruana NTP 339.088, en donde se especifica que el agua debe cumplir las especificaciones a un concreto convencional y de preferencia debe ser potable. (Rivva, 2015). Es utilizada en la elaboración del concreto Porque hidrata el cemento generando reacciones químicas de hidratación, funciona como lubricante para generar trabajabilidad en la mezcla en concreto; uno de los problemas que se puede presentar en el uso del agua consiste en la presencia cuantitativa de impurezas que pueden generar reacciones químicas con capacidad de alterar la conducta normal del concreto (Rivva, 2015; Pasquel, 1998).

Calidad del agua, el uso del agua en la producción de concreto es de suma importancia y está normado por la Norma NTP 339.088, norma aptas consideradas para la elaboración y curado del concreto, al agua que presenta las características y el contenido de las sustancias disueltas que aparecen en la norma.

Aditivo: son sustancias o productos que se agregan al concreto en cantidades limitadas (generalmente no más del 5% en masa en relación al contenido de cemento). Estos aditivos tienen como objetivo alterar las propiedades y características del concreto, ya sea en su estado fresco (durante la mezcla y colocación) o en su estado endurecido (después del fraguado). (Sánchez, 2014).

Aditivo superplastificante. El aditivo superplastificante también conocido como reductor de agua de gran rango, categorizado como de tipo F, es un aditivo que contribuye en la generación de fluidez en el concreto. para el proceso de desarrollo del concreto autocompactante, para el interés de la presente investigación, se va a utilizar el aditivo superplastificante que consideren investigador durante el proceso de generación de mezcla (Sánchez, 2014).

El Brocoli: (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) es una hortaliza que se originó en las costas del mediterráneo y Asia menor, pertenece la familia de Brassicaceae, palabra que proviene del latín *Brachium* haciendo referencia a los brotes. El cultivo de brócoli data del siglo XVI A.C, la diversificación por el mundo es atribuido a los comerciantes y navegantes del mediterráneo, así como los intercambios culturales que se dieron durante la expansión y consolidación de las culturas del mediterráneo (Grecia, Roma, entre otras).

En Perú, desde que fue introducido el brócoli, el consumo de esta hortaliza ha sido limitado en el mercado limeño debido a las pocas áreas de siembra. A partir del año 1990 fue incrementando el cultivo y la producción de brócoli en la costa central, a la par del crecimiento de la agroindustria de exportación de congelados.

El brócoli es una planta herbácea que presenta una raíz principal pivotante con raíces secundarias cuya mayor concentración esta entre los 20 a 30 cm de profundidad. El tallo principal es grueso, presenta entrenudos cortos donde se insertan hojas grandes de 25 a 40 cm de longitud. Las hojas son lobuladas y el peciolo largo con cutícula cerosa en el haz haciéndola impermeable. Además, los bordes son rizados y lisos, de color verde oscuro a violeta azulado dependiendo de la variedad.

Descripción botánica

La planta de brócoli se considera una herbácea con un tallo erecto de diámetro de 2 a 6 centímetros y una altura aproximada de 20 a 50 centímetros. Presenta una sección de nudos y entrenudos cortos en el tallo siendo esta la zona principal de desarrollo. En la parte superior del tallo se desarrolla una inflorescencia conocida como pella, siendo esta la parte comestible de la planta. Tiene una especie de ramificaciones que están compuestas por las inflorescencias secundarias ubicadas en los nudos superiores. Las hojas de esta especie son grandes, glabras y presentan nervadura muy notoria. En cuanto a la parte superior, consta de un tipo de cera que el agua escurra en épocas de lluvia, y otorgan el color verde azulado opaco común en la especie. En la parte botánica es muy similar a la coliflor, la diferencia más común se da en la parte comestible, donde el brócoli presenta pellas que no maduran, conservando su

color verde característico, mientras en la coliflor la inflorescencia mantiene su color blanco aun cuando está apto para el consumo.

Descripción fisiológica

El brócoli es considerado una planta mesofítica, se adapta a las regiones frías y templadas que requiere de condiciones moderadas de temperatura, así como de una adecuada disponibilidad de agua, alta humedad relativa y luminosidad moderada del ambiente para su normal desarrollo.

La mayor parte de los cultivares de brócoli utilizados en la actualidad se comportan como plantas anuales, es decir, no requieren ser expuestos a bajas temperaturas (vernalización) para la inducción y diferenciación floral y posterior formación de la cabeza. Sin embargo, existen variedades de comportamiento tardío llegando a ser bianuales.

El presente estudio se justifica socialmente debido aquí con la contribución con la resistencia $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, del diseño de un concreto, utilizando ceniza de hojas de brócoli va a beneficiar a las empresas constructoras, a los dueños de las construcciones con un concreto cuya la compresión de resistencia superará al concreto autocompactante patrón.

Así mismo, también se justifica económicamente porque aportará a evaluar la resistencia a compresión va a contribuir con edificaciones más sólidas, más seguras y de menor costo, tanto para las empresas constructoras, como para los futuros dueños de los proyectos de edificación.

Por otro lado, se justifica teóricamente porque las variables de la presente investigación se van a fundamentar en los principios básicos de la tecnología del concreto en la ingeniería civil y en las teorías fundamentales de sus propiedades mecánicas, como su resistencia a la compresión.

Además, se justifica en la práctica debido a que, los resultados y aportes del presente estudio van a poder ser utilizados en la práctica por las empresas constructoras cuando se propongan elaborar concretos para los diversos tipos de obra civiles.

También con respecto a la Justificación de la investigación se indica que a nivel global, hay una gran cantidad de construcciones de viviendas, y en Perú, coincidimos en este punto, ya que el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) registró un aumento del 17.4 % en las construcciones de viviendas en el año 2010. A pesar de que el concreto es utilizado principalmente en construcción, se están llevando a cabo diversas investigaciones para ayudar a desarrollar nuevas tecnologías de concreto que sean efectivas y beneficiosas. Esperamos obtener resultados positivos sobre el uso de ceniza de hojas de brócoli en el concreto, lo que beneficiará directamente a los residentes que residen en áreas costeras cercanas al mar. Incluso las casas lejos del mar pueden estar sujetas a la humedad. Los desechos agrícolas principales son las hojas de brócoli ya que su producción es alta y eso votan en lugares apartados de la ciudad, pocas son las empresas que ocupan para producir energía con la quema de los mismos y así hagan funcionar las grandes máquinas, si ocupamos estos productos en la zona constructora del país ayudaríamos en gran parte al reciclaje del desecho agrícola ya que lo utilizaríamos como un componente más para los hormigones.

Por otro lado, la realidad problemática indica que el Perú tuvo una producción de 4 mil toneladas de cemento, lo que genera elevadas emisiones de dióxido de carbono (CChC, 2017), además, por la producción de cada tonelada de cemento se genera una tonelada de dióxido de carbono. Otro tipo de contaminación que el proceso de producción del cemento genera se debe a las partículas del polvillo, nocivos para la salud de los humanos, ya que de un 30% de partículas contaminantes, un 3% son partículas sub micrónicas, este tipo de partículas es el más perjudicial para la salud, es por eso que quiero bajar el porcentaje de cemento y agregar una materia prima que es desechable en la agricultura como es las hojas de brócoli , por lo tanto decimos utilizando las cenizas de hojas brócoli llegamos al tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$. En tal sentido se formula la pregunta siguiente:

¿La sustitución del porcentaje de cemento por ceniza de brócoli tendrá incidencia en el tiempo de fraguado y resistencia del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

La conceptualización de variables se indica en el cuadro siguiente:

variable	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	instrumento	Escala
Variable independiente	Ceniza de hoja brócoli	Las hojas de brócoli presentan peciolo largos, limbos con hojas lóbulos de gran tamaño , así mismo rodea par proteger las inflorescencias	El brócoli posee elevado contenido de vitamina c, rica en fibra .	Proceso de calcinación	Equipos de laboratorio	Grado de calcinación según laboratorio
Variable dependiente	Resistencia a la compresión y tiempo de fraguado del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	El concreto es la combinación agua cemento y agregado	La resistencia de concreto es la compresión de kg/cm^2 , resistencias de la estructura granular	Pruebas de del mezcla de las pruebas de fuerza que soporta	Equipos de laboratorio	Fraguado y resistencia respecto a lo convencional

En esta investigación se tiene como hipótesis: Sustituyendo parcialmente al cemento por puzolanas de origen natural cómo la ceniza de hoja de brócoli influye en la resistencia a compresión.

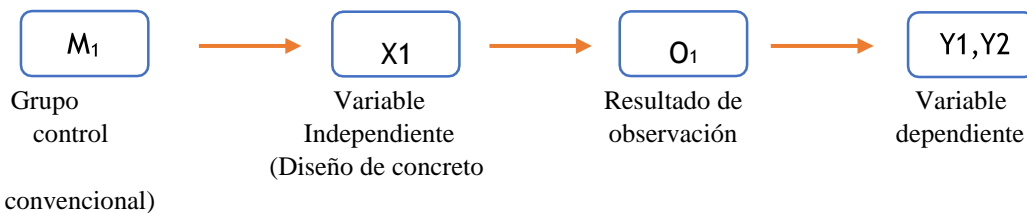
Y como objetivo general se indica: Sustituir un 15 % de cemento por ceniza de brócoli por medio de la incorporación en el concreto para la resistencia a compresión $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y el tiempo de fraguado optimo. Y los siguientes objetivos específicos: Realizar el ATD y el FRX de la ceniza de hoja de Brócoli, Determinar la relación A/C de la muestra patrón y experimental, Determinar el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión de la muestra patrón y experimental, Comparar resultados con interpretación estadística edad 7,14 y 28 días.

II. METODOLOGÍA

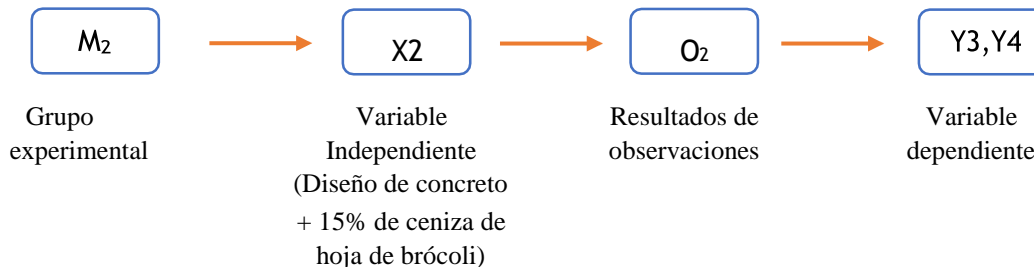
La investigación fue de tipo aplicada porque se van a aplicar los conocimientos científicos de la Resistencia a la compresión, los fundamentos teóricos de Tecnología del Concreto y los conocimientos de materiales de construcción. Va a ser de enfoque cuantitativo porque todos los datos con se va a procesar serán numéricos. La investigación será de tipo aplicada porque se van a aplicar los conocimientos de ambas variables en la determinación de la resistencia a la compresión de los dos diseños de mezcla de concreto (Hernández, Fernández, y Baptista, 2014).

Fue de diseño experimental porque se va a añadir porcentajes en peso de la ceniza de hojas de brócoli con la finalidad de cambiar las conductas de la resistencia a la compresión de cada diseño de mezcla. Se van a diseñar probetas de concreto, el primer diseño sin incremento de la ceniza de la hoja de brócoli, luego al segundo diseño se le va a añadir 15% de ceniza de hoja de brócoli (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). El esquema fue el siguiente:

GRUPO CONTROL




















GRUPO EXPERIMENTAL



M₁: GRUPO CONTROL: Muestras de concreto diseñado de manera convencional.
X₁: Variable Independiente: Dosificación de diseño de concreto elaborado de manera convencional.

- O1:** Observaciones: resultados al evaluarse al concreto elaborado de manera convencional.
- Y1:** Variable Dependiente (resistencia a la compresión en el concreto elaborado de manera convencional).
- Y2:** Variable Dependiente (Densidad del concreto elaborado de manera convencional).
- M2: GRUPO EXPERIMENTAL:** Muestras de concreto sustituyendo parcialmente al cemento en 15% por ceniza de hoja de brocoli.
- X2:** Variable Independiente Dosificación de diseño de concreto sustituyendo parcialmente al cemento en 15% por ceniza de hoja de brocoli.
- O2:** Observaciones (posibles resultados) son los resultados al evaluarse al concreto sustituyendo parcialmente al cemento en 15% por ceniza de hoja de brocoli.
- Y3:** Variable Dependiente, resistencia a la compresión en el concreto sustituyendo parcialmente al cemento en 15% por ceniza de hoja de brocoli.
- Y4:** Variable Dependiente Tiempo de fraguado del concreto elaborado sustituyendo parcialmente al cemento en 15% por ceniza de hoja de brocoli.

Tabla N°1: *Esquema del Diseño Experimental*

Días de Curado	RESISTENCIA DEL CONCRETO CON LA SUSTITUCIÓN DEL CEMENTO POR CENIZA DE HOJA DE BROCOLI					
	Patrón			15%		
7						
14						
28						

Fuente: *Elaboración propia*

Población y muestra:

Población

En la investigación se utilizaron 18 probetas de diseño de concreto $f'_c=210$ kg/cm². El diseño se desarrolló en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro teniendo en cuenta el diseño de la resistencia a la compresión del concreto.

Muestra

De acuerdo con el porcentaje de reemplazo, se realizaron nueve muestras para cada material. Debido a factores de tiempo y costos, se elegirá el tipo de muestreo más conveniente.

- 9 muestras patrón (0% de reemplazo) se realizaron con agregados de cemento, piedra, agua y arena. Las muestras se romperán a los días 7, 14 y 28.
- 9 muestras experimentales (al sustituir al 15%), la ceniza de hoja de brocoli se trituró a los días 7, 14 y 28.

Se encuentra establecido que los registros de ensayos menores a 30 pero no menor a 10 ensayos consecutivos y abarcando un lapso de tiempo no menor de 45 días pueden aceptarse para la prueba de ensayos, según el reglamento nacional de edificaciones (RNE)

Técnicas e Instrumentos de Investigación

La técnica aplicada fue la observación y análisis de los diferentes parámetros de las pruebas de ensayo en el proceso de determinación del concreto autocompactantes en la resistencia a la compresión.

El instrumento de recolección de datos fue de ficha de registro de datos validadas por los laboratorios para medir al concreto en la resistencia a la compresión. La recolección de información se realizó en una máquina de prueba de fuerza de compresión, desarrollada en el laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad San Pedro.

Procedimiento

Fase 1: Se va a realizar el ensayo de ATD y FRX de la ceniza de hoja de brócoli. Fase

2: Se determina la relación A/C de la muestra patrón y experimental.

Fase 3: Se va diseñar las mezclas, en total serán dos mezclas, del concreto patrón y la segunda para el concreto con sustitución de 15% de ceniza de hoja de brócoli.

Fase 4: Se adquieren todos los materiales para la elaboración del Concreto, estos son, agua, agregados, plastificantes, y ceniza de hoja de brócoli.

Fase 6: Se elaboran las mezclas de concreto y se llenan en 18 probetas para cada una, luego se dejan las probetas en un lugar seguro y expuesto al medio ambiente.

Fase 7: Se elaboran las mezclas de concreto y se realiza el ensayo de tiempo de fraguado de las 2 mezclas respectivas.

Fase 8: Se realizan las pruebas de resistencia a la compresión a los siete, catorce y veintiocho días de las probetas de concreto por cada tipo de diseño.

Fase 9: Se registran los datos en la ficha de registro de datos

Fase 10: Los datos obtenidos en el laboratorio son verificados en su llenado y marcado.

Procesamiento y análisis de información

Se llevó a cabo después de realizar las pruebas correspondientes con apoyo de una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

El procesamiento se compone de acuerdo a:

Representaciones de realizadas mediante cuadros estadísticos y figuras procesados y analizados.

III. RESULTADOS

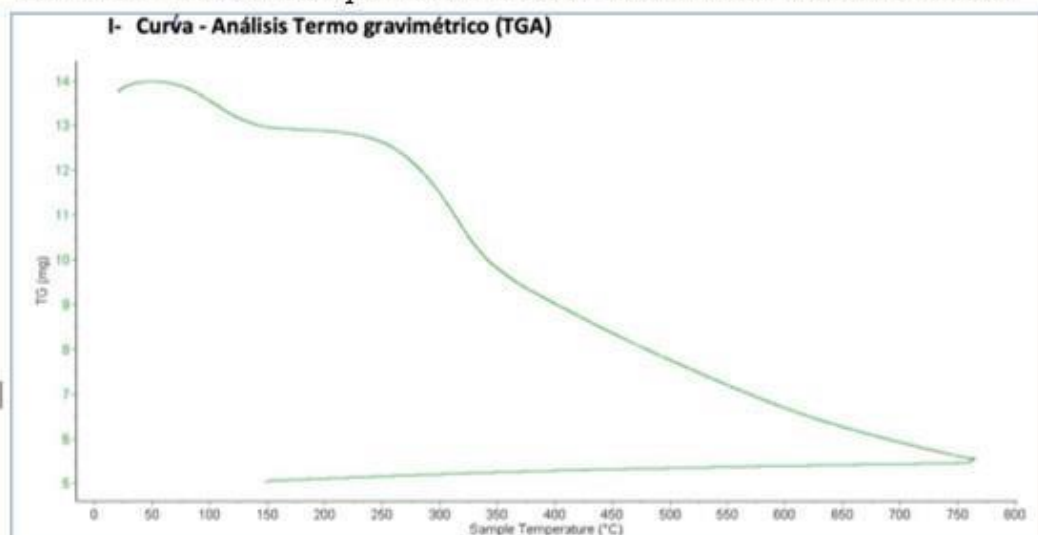
Del **primer objetivo específico**: realizar el **ATD** y el **FRX** de la ceniza de hoja de Brócoli, se tuvo como resultado lo siguiente:

ANÁLISIS TERMICO DIFERENCIAL (ATD): HOJA DE BROCOLI

Se examinó la temperatura ideal de calcinación utilizando el análisis térmico diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El analizador térmico simultáneo TG_DTA_DSC se utilizó. La temperatura máxima fue de 1600°C. La evolución de SetSys. Se utilizó un calentamiento a 20 °C/min, un flujo de gas y nitrógeno a 10 ml/min, un rango de trabajo de 25 a 900 °C y una masa de muestra de 13.8 mg.

Los resultados figuran en los **Figura 1** y 2.

Gráfico N°1: Curva de pérdida de masa – análisis Termo Gravimétrico

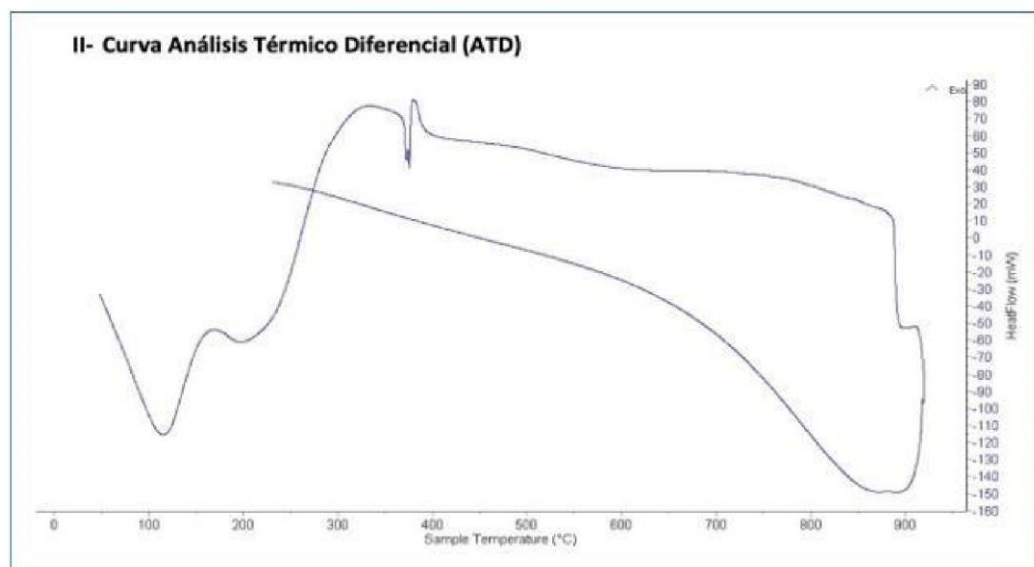


Fuente: Laboratorio de Polímeros – UNT

Descripción:

De esta forma, según el **Figura 1**, del análisis térmico diferencial, muestra aumento de la temperatura del material ha provocado significativas caídas en el peso del material. La primera caída tiene lugar entre 80 y 130°C, mientras que la segunda caída tiene lugar entre 220°C. Se alcanzó la máxima temperatura de ensayo, el material pierde aproximadamente el 63%.

Gráfico N°2: Curva calorimétrica DSC



Fuente: Laboratorio de Polímeros – UNT

Descripción:

De esta forma, de acuerdo al **Figura N°2**, el análisis calorimétrico revela unas bandas endotérmicas suaves a 110 °C y cerca a 220 °C. Se obtuvo un pequeño pico de absorción de calor a 380°C, lo que indica una alta probabilidad de cambios de las propiedades estructurales y del material.

ANÁLISIS DE CENIZA DE HOJAS DE BRÓCOLI POR FRXDE (CHB)

Se realizó el análisis de composición química a los materiales, desarrollado en el Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Se usó un espectrómetro de FRXDE Amptek con ánodo de oro que funcionó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 uA. La muestra de hojas de brócoli fue previamente calcinada a 500°C.

Tabla N°2: Composición elemental de ceniza de hojas de brócoli en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Óxido de Calcio (CaO)	19.092	22.307
Óxido de Potasio (K ₂ O)	14.274	16.678
Dióxido de Azufre (SO ₂)	12.669	14.803
Óxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	12.228	14.288
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	10.542	12.317
Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	9.964	11.641
Dióxido de Cloro (ClO ₂)	5.627	6.575
Óxido Férrico (Fe ₂ O ₃)	0.862	1.007
Óxido de Manganeso (MnO)	0.101	0.118
Óxido de Estroncio (SrO)	0.079	0.093
Óxido de Titanio (TiO ₂)	0.067	0.078
Óxido de Zinc (ZnO)	0.05	0.058
Óxido Cúprico (CuO)	0.016	0.019
Óxido de Níquel (Ni ₂ O ₃)	0.008	0.01
Dióxido de Zirconio (ZrO ₂ .)	0.007	0.008
Total	85.586	100

Fuente: Laboratorio de Arqueometría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Físicas.

Descripción:

De acuerdo a la Tabla N°2 muestra Composición elemental de ceniza de hojas de brócoli en % de la masa total, donde se encontró en primer lugar al Óxido de Calcio con un porcentaje de 22.307, seguido del Óxido de Potasio con un porcentaje de 16.678, del Dióxido de Azufre con un porcentaje de 14.803, y del Óxido de Fósforo con un porcentaje de 14.288, considerado como componentes principales.

A continuación, se desarrolla el **segundo objetivo específico** de Determinar la relación A/C de la muestra patrón y experimental, se tuvo como resultado lo siguiente:

Relación Agua/Cemento de Concreto Patrón:

Valores de Diseño a utilizar:

- El peso unitario suelto, el peso compactado suelto, el contenido de humedad, la absorción y la gravedad específica y la granulometría se determinaron a partir de los datos de los ensayos realizados tanto en agregados gruesos como finos.
- A los 28 días, se realizó el diseño de combinación para un concreto de 210 kg/cm². Cemento:
 - Tipo I “Pacasmayo”
 - Peso específico: 3.12 Agua:
 - Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso unitario suelto: 1545 kg/m³
- Peso específico de masa: 2.67
- Contenido de humedad: 0.47 %
- Peso unitario compactado: 1717 kg/m³
- Modulo de fineza: 2.72
- Absorción: 0.67 %

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Peso unitario suelto: 1534 kg/m³
- Tamaño Máximo Nominal: 3/4”
- Contenido de humedad: 0.56 %
- Peso específico de masa: 2.83
- Peso unitario compactado: 1663 kg/m³
- Absorción: 0.43 %

Selección del asentamiento

- El asentamiento correspondiente de 3” a 4 es necesario para que la mezcla tenga una consistencia plástica.”

Volumen unitario de Agua

- Para una mezcla de concreto con asentamiento e 3" a 4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

Relación Agua / Cemento

- Se obtiene una relación agua / cemento de 0.684

Factor de Cemento

- F.C.: $205 / 0.684 = 299.708 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsa/m}^3$

Valores de diseño corregidos

- Agua efectiva: 205.364 kg/m³
- Cemento: 299.708 kg/m³
- Agregado fino: 827.878 kg/m³
- Agregado grueso: 1053.768 kg/m³

Proporción en Peso

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 29.12 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.76
- Agregado grueso: 3.52

Proporción en Volumen

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 29.12 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.67
- Agregado grueso: 3.42

Proporción por probeta, volumen producido por probeta: 6444 cm³

- Cemento: 1.828
- Agua efectiva: 1.3 lts - Agregado fino: 4.786
- Agregado grueso: 6.051

Relación Agua/Cemento de Concreto Experimental:

Valores de Diseño a utilizar:

- Con los datos obtenidos del ensayo del peso específico combinación de cemento (85%) y la ceniza de la hoja de brócoli (15%), se realizó el diseño de mezcla experimental.

Cemento (85%) + CHB (15%):

- Peso específico: 3.122 Cemento:
- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.12 Agua:
- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso específico de masa: 2.67
- Peso unitario suelto: 1545 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1717 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.47 %
- Absorción: 0.67 %
- Modulo de fineza: 2.72

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4”
- Peso específico de masa: 2.83”
- Peso unitario suelto: 1534 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1663 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.56 %
- Absorción: 0.43 %

Selección del asentamiento

- Para que la mezcla tenga una consistencia plástica, el asentamiento que le corresponde de 3” a 4”

Volumen unitario de Agua.

- Para una mezcla de concreto con asentamiento e 3” a 4”, sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño nominal de 3/4”, el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³.

Relación Agua / Cemento

- Se obtiene una relación agua / cemento de 0.684

Proporciones en Peso

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 29.26 lts/bolsa
- Agregado fino: 0.18
- Agregado grueso: 3.25

Peso Secos

- Cemento: 254.75 kg/m³
- 15% CHB: 44.956 kg/m³
- Agua efectiva: 205.00 lts/m³
- Agregado fino: 823.98 kg/m³
- Agregado grueso: 1047.95 kg/m³

Valores de diseño corregidos

- Cemento: 254.75 kg/m³
- 15% CHB: 44.956 kg/m³
- Agua efectiva: 206.40 lts/m³
- Agregado fino: 827.88 kg/m³
- Agregado grueso: 1053.77 kg/m³

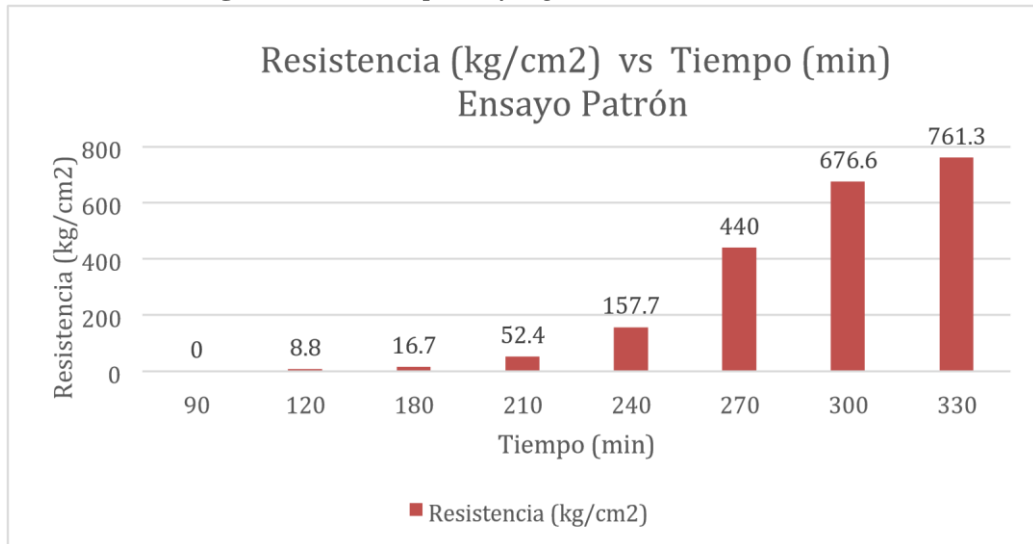
Proporción por probeta, volumen producido por probeta: 6444 cm³

- Cemento: 1.577
- 15% CHB: 0.402 kg/m³
- Agua efectiva: 1.306 lts
- Agregado fino: 4.786
- Agregado grueso: 6.051

De esta manera, siguiendo con el **tercer objetivo específico** de Determinar el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión de la muestra patrón y experimental, se tuvo como resultado lo siguiente:

Determinando del tiempo de Fraguado

Figura N°1: *Tiempo de fraguado - Prueba Patrón*

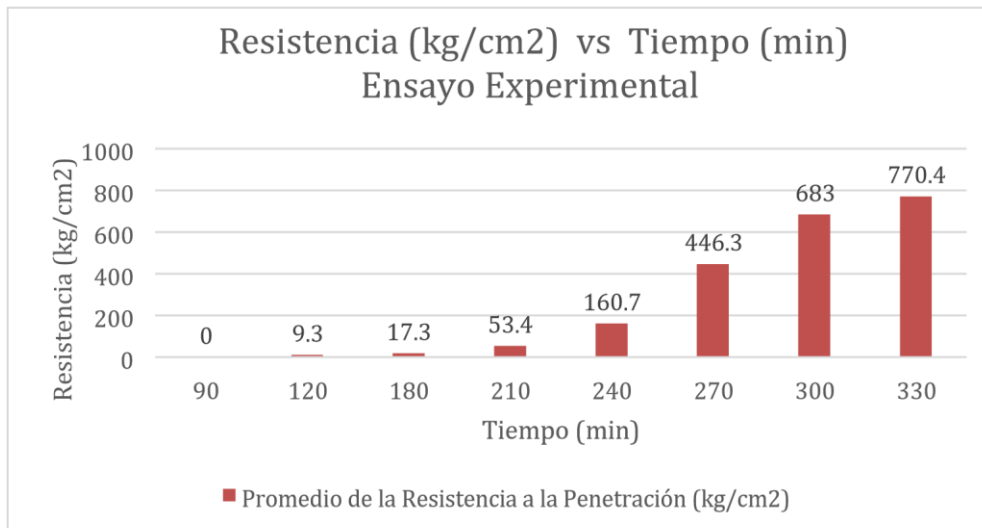


Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el **Figura N°3** se visualiza la resistencia promedio a la penetración en los tiempos en minutos indicados, donde se deduce que en el minuto 330 se obtuvo resistencia a la penetración de 761.3 kg/cm².

Gráfico N°2: Tiempo de fraguado - Prueba Experimental



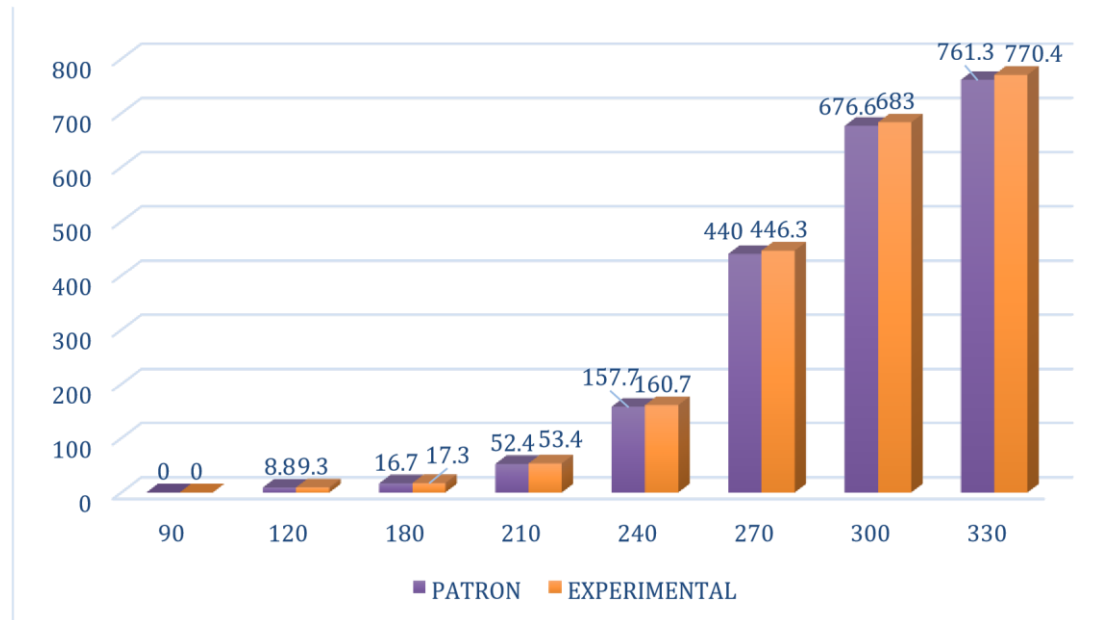
Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el **Figura N°4** se observa la resistencia promedio a la penetración en los tiempos en minutos indicados, donde se deduce que en el minuto 330 se obtiene resistencia a la penetración de 770.4 kg/cm².

Resultado de Tiempo de Fraguado

Figura N°3: Tiempo de fraguado – Resumen



Fuente: *Elaboración propia* **Descripción:**

De esta forma, en el **Figura N°5** se observa el resumen del tiempo de fraguado entre el ensayo patron y experimental, donde se deduce que en el minuto 330, en el ensayo experimental, se obtiene resistencia a la penetración de 770.4 kg/cm², la muestra con el 15% de CHB acelera más el fraguado.

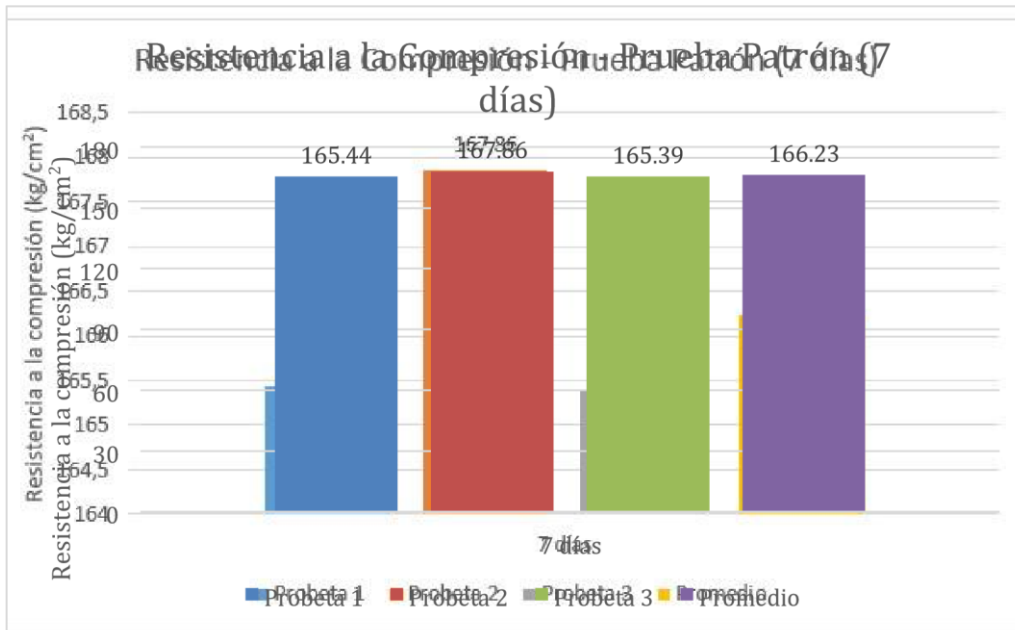
Determinando la Resistencia a la Compresión – Prueba Patrón

Tabla N°2: *Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 7 días*

ELEMENTO	Kg/Cm2	(%)
PROBETA 1	165.44	78.78
PROBETA 2	167.86	79.93
PROVETA 3	165.39	78.76
PROMEDIO	166.23	79.16

Fuente: *Elaboración propia*

Gráfico N°6: Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón (7 días)



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

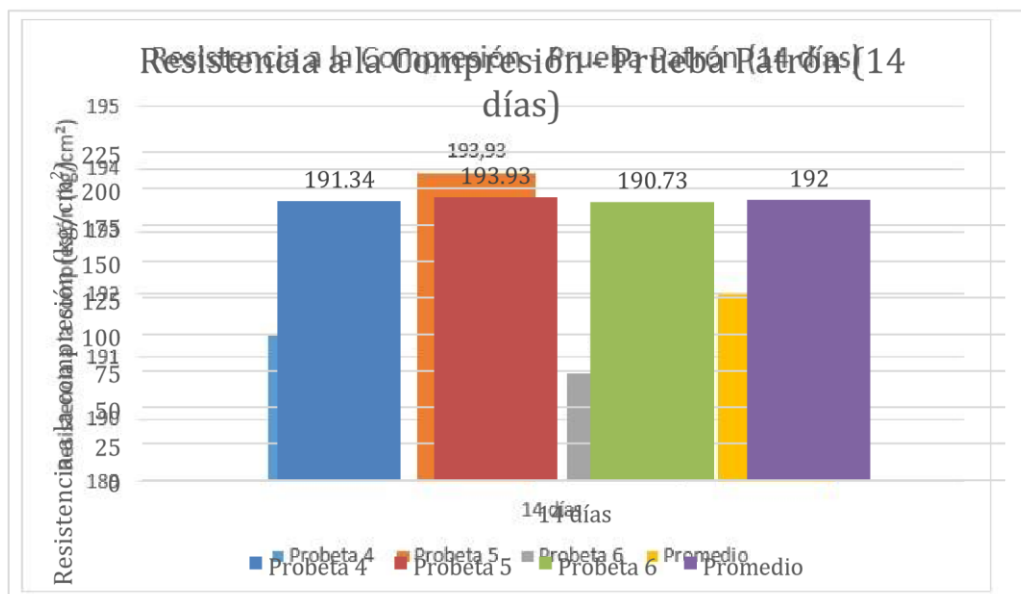
De esta forma, en la Tabla N°3 y el **Figura N°6** se visualiza obtención de una mayor resistencia a la compresión en la probeta 2 con un valor de 167.86 kg/cm², y la resistencia promedio es de 166.23 kg/cm², estos resultados indican que a los 7 días el concreto patrón alcanzó el 79.16% de la resistencia de diseño.

Tabla N°3: Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 14 días

ELEMENTO	Kg/Cm2	(%)
PROBETA 4	191.34	91.11
PROBETA 5	193.93	92.35
PROBETA 6	190.73	90.82
PROMEDIO	192	91.43

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°7: Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón (14 días)



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

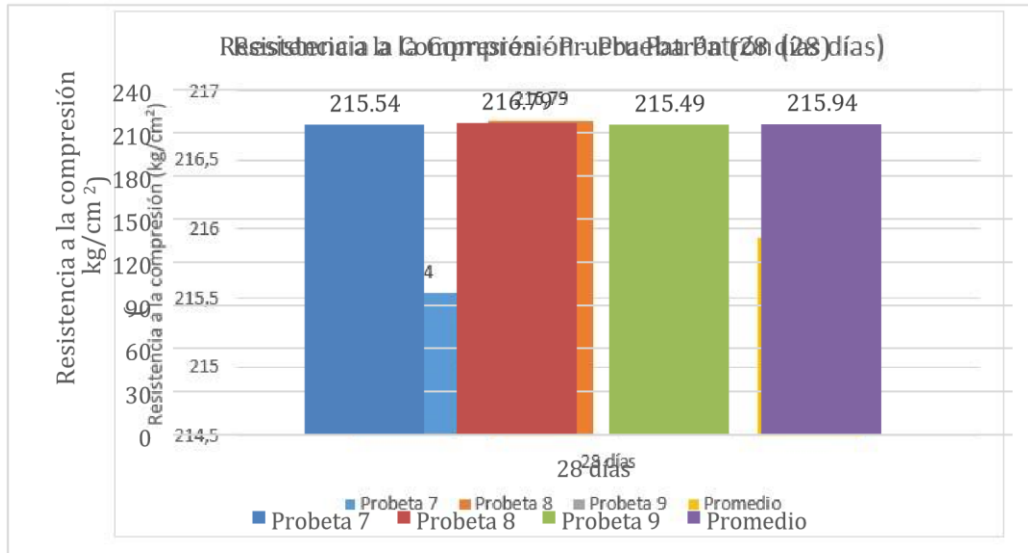
De esta forma, en la Tabla N°4 y el Figura N°7 se visualiza obtención de una mayor resistencia a la compresión en la probeta 5 con un valor de 193.93 kg/cm², y la resistencia promedio es de 192 kg/cm², estos resultados indican que a los 14 días el concreto patrón alcanzó el 91.43% de la resistencia de diseño.

Tabla N°4: Ensayo de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días

ELEMENTO	Kg/Cm2	(%)
PROBETA 7	215.54	102.64
PROBETA 8	216.79	103.23
PROBETA 9	215.49	102.61
PROMEDIO	215.94	102.83

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°8: Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón (28 días)



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

De esta forma, en la Tabla N°5 y el Figura N°8 se observa obtención de una mayor resistencia a la compresión en la probeta 8 con un valor de 216.79 kg/cm², y la resistencia promedio es de 215.94 kg/cm², estos resultados indican que a los 28 días el concreto patrón alcanzó el 102.83% de la resistencia de diseño.

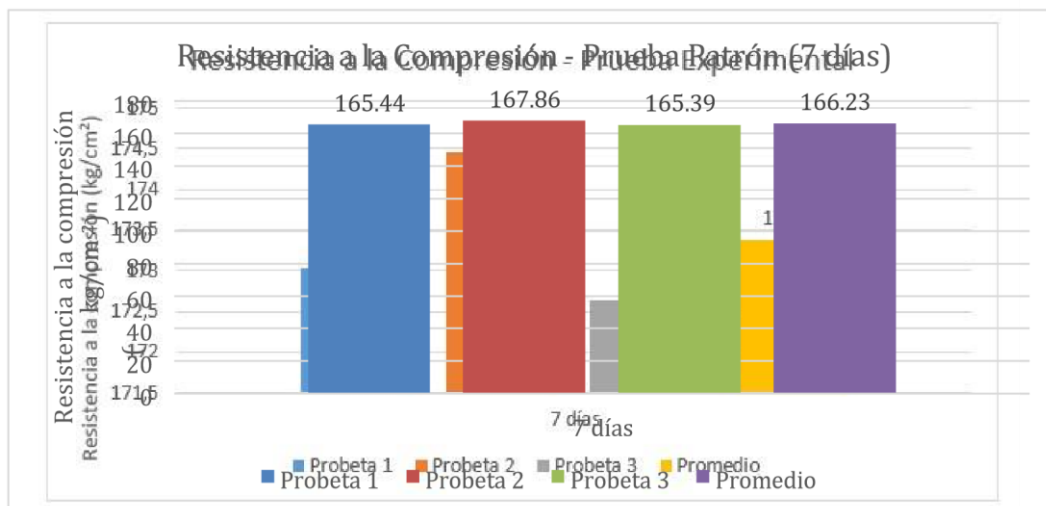
Determinando la Resistencia a la Compresión – Prueba Experimental

Tabla N°5: Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental a los 7 días

ELEMENTO	Kg/Cm2	(%)
PROBETA 1	173.03	82.40
PROBETA 2	174.46	83.08
PROBETA 3	172.63	82.20
PROMEDIO	173.37	82.56

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°9: Resistencia a la Compresión - Prueba Experimental (7 días)



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

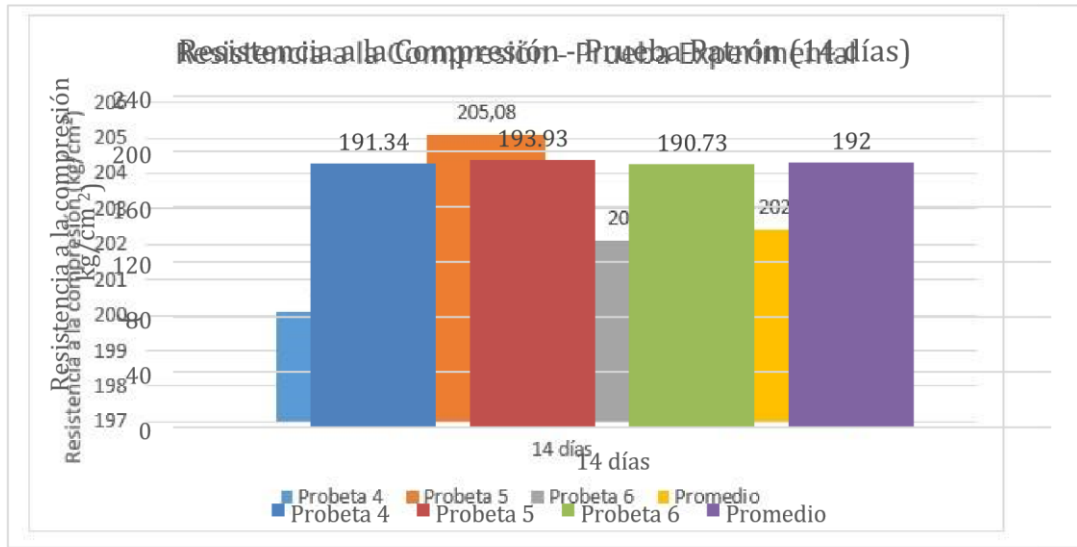
De esta forma, en la Tabla N°6 y el Figura N°9 se observa obtención de una mayor resistencia a la compresión en la probeta 2 con un valor de 174.46 kg/cm², y la resistencia promedio es de 173.37 kg/cm², estos resultados indican que a los 7 días el concreto patrón alcanzó el 82.56% de la resistencia de diseño.

Tabla N°6: Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental a los 14 días

ELEMENTO	Kg/Cm2	(%)
PROBETA 4	200.1	95.29
PROBETA 5	205.08	97.66
PROBETA 6	202.08	96.23
PROMEDIO	202.42	96.39

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°10: Resistencia a la Compresión - Prueba Experimental (14 días)



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

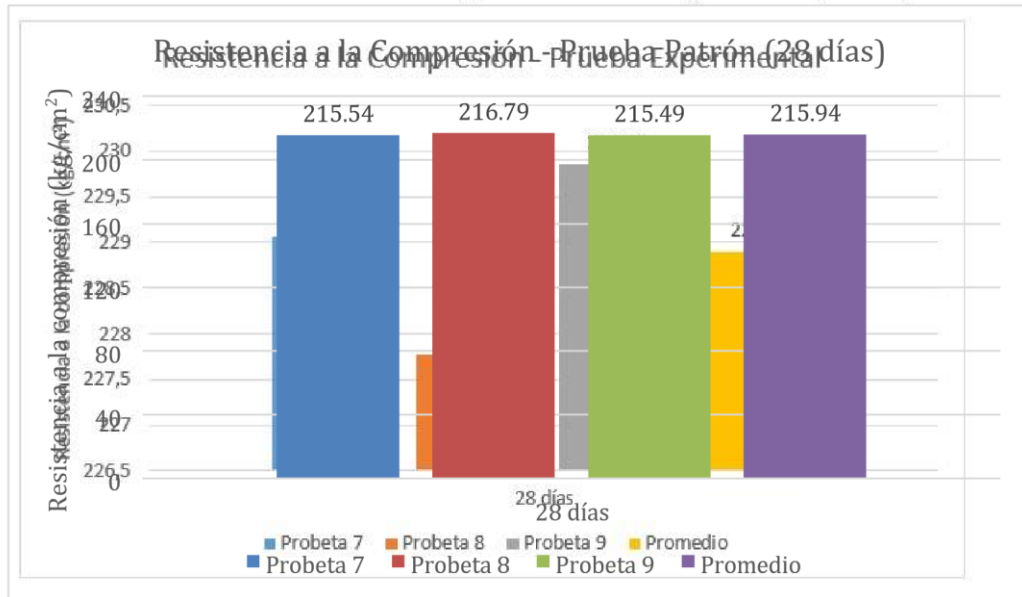
De esta forma, en la Tabla N°7 y el Figura N°10 se observa obtención de una mayor resistencia a la compresión en la probeta 5 con un valor de 205.08 kg/cm², y la resistencia promedio es de 202.42 kg/cm², estos resultados indican que a los 14 días el concreto patrón alcanzó el 96.39% de la resistencia de diseño.

Tabla N°7: Ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental a los 28 días

ELEMENTO	Kg/Cm2	(%)
PROBETA 7	229.07	109.08
PROBETA 8	227.77	108.46
PROBETA 9	229.86	109.46
PROMEDIO	228.9	109.00

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°11: Resistencia a la Compresión - Prueba Experimental (28 días)



Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en la Tabla N°8 y el Figura N°11 se observa obtención de una mayor resistencia a la compresión en la probeta 9 con un valor de 229.86 kg/cm², y la resistencia promedio es de 228.90 kg/cm², estos resultados indican que a los 28 días el concreto patrón alcanzó el 109% de la resistencia de diseño.

A continuación, se muestra el desarrollo del **cuarto objetivo específico:** Comparar resultados con interpretación estadística edad 7,14 y 28 días, se tuvo como resultado lo siguiente:

Gráfico N°12: Comparación a los 7 días de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental

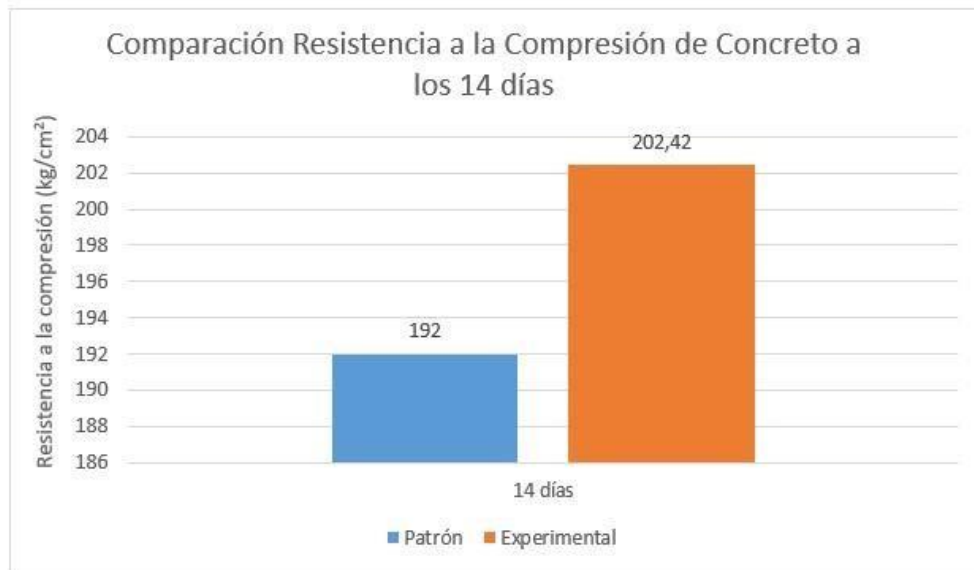


Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el Figura N°12 se observa obtención de una mayor resistencia de concreto en la probeta experimental obteniendo 173.37 kg/cm². Este resultado indica que el concreto experimental con la sustitución de 15% de ceniza de hoja de brócoli proporciona un mejor comportamiento en la resistencia a la compresión a los 7 días.

Gráfico N°13: Comparación a los 14 días de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental

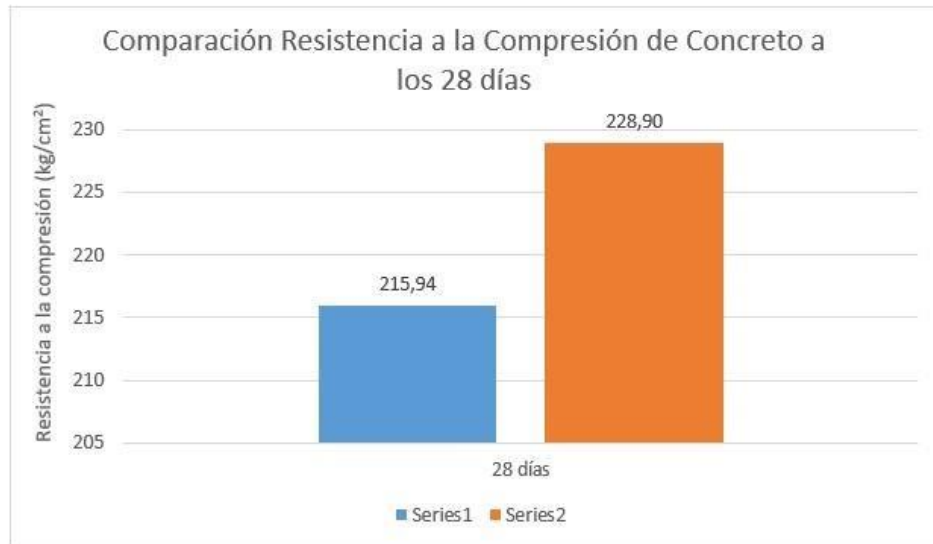


Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el Figura N°13 se observa la Comparación de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental, obteniéndose una mayor resistencia de concreto en la probeta experimental obteniendo 202.42 kg/cm². Este resultado indica que el concreto experimental con la sustitución de 15% de ceniza de hoja de brócoli proporciona un mejor comportamiento en la resistencia a la compresión a los 14 días.

Gráfico N°14: Comparación a los 28 días de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental



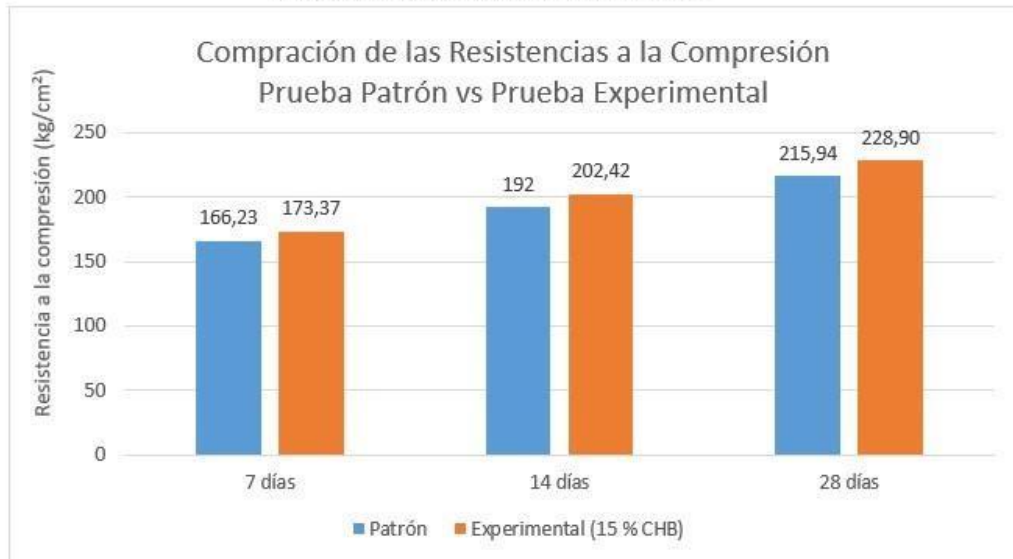
Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el Figura N°14 se observa la Comparación de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental, obteniéndose una mayor resistencia de concreto en la probeta experimental obteniendo 228.90 kg/cm². Este resultado indica que el concreto experimental con la sustitución de 15% de ceniza de hoja de brócoli proporciona un mejor comportamiento en la resistencia a la compresión a los 28 días.

Resumen de Resultado de Resistencia a la Compresión

Gráfico N°15: Resumen de los resultados de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental

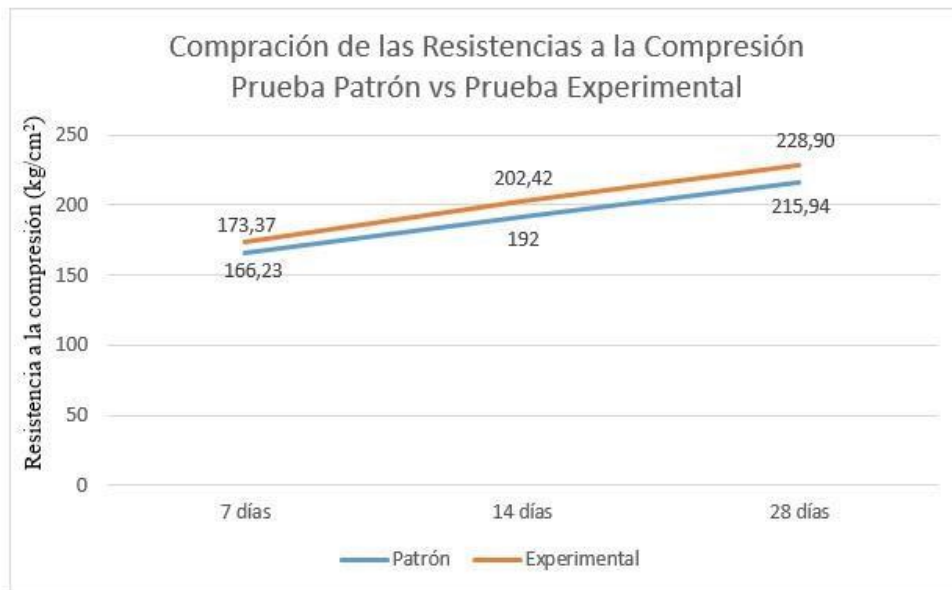


Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el Figura N°15 se observa la obtención de una resistencia de 173.37 kg/cm², de la probeta experimental, siendo esta la mayor resistencia a los 7 días. A los 14 días se consiguió una mayor resistencia de 202.42 kg/cm² en la probeta experimental y la mayor resistencia a los 28 días es de 228.90 kg/cm² de la probeta experimental. Los resultados muestran que el concreto experimental con la sustitución de 15% de ceniza de hoja de brócoli un mejor comportamiento de la resistencia a la compresión en 28 días.

Gráfico N°16: Resumen de los resultados de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Prueba Experimental



Fuente: *Elaboración propia*

Descripción:

De esta forma, en el Figura N°16 se observa la obtención de resultados que indican que el concreto experimental con la sustitución de 15% de ceniza de hoja de brócoli un mejor comportamiento de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Este capítulo comprende la contrastación con otros autores y la normatividad vigente. De esta forma, se procedió a analizar los resultados de los objetivos: Realizar el ATD y el FRX de la ceniza de hoja de Brócoli, determinar la relación A/C de la muestra patrón y experimental, para determinar el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión de la muestra patrón y experimental y Comparar resultados con interpretación estadística edad 7,14 y 28 días.

De esta manera, se llevó a cabo el ATD de la ceniza de hoja de brócoli a través del análisis térmico diferencial. La muestra presenta dos pérdidas de masa en rangos de temperatura entre 80 y 130 °C y 220 °C, según el análisis gravimétrico mostrado en la figura número 1, donde el material pierde aproximadamente el 63% de su masa original a la temperatura máxima de ensayo. Según la Figura N°2, el análisis calorimétrico muestra algunas bandas endotérmicas ligeras a 110°C y 220°C, y luego un líquido pido de absorción de calor a 380°C., o que podría indicar la posibilidad de que el material sufra algún cambio estructural, como la deshidroxilación de la ceniza de hoja de brócoli y la creación de un material aproximado de amorfo y puzolánico.

En la discusión lo comparamos con la investigación de Matienzo, J. (2018) donde obtuvo como resultado de su primer objetivo específico, el análisis térmico diferencial de la concha de abanico muestra una estabilidad térmica hasta los 700°C y una disminución de la masa hasta los 920°C, lo que significa que la muestra pierde un 43% de su masa respecto a su comienzo. Según el análisis calorimétrico, en la curva se observa un pico endotérmico, indicando una absorción de calor durante una reacción, luego, hay un segundo pico endotérmico que comienza a 890°C, señalando otra fase de cambio térmico. Durante un periodo de cuatro horas a 890°C, se llevó a cabo la activación térmica del polvo de concha de abanico, este proceso provoca la conversión del contenido de carbonato de calcio (CaCO_3) en su fase activa de óxido de calcio (CaO). Según la Activación Térmica el óxido de calcio (CaO) obtenido puede ser un componente clave para el cemento puzolánico y al agregar este óxido de calcio a la

mezcla de concreto, se proporcionarían elementos puzolánicos, especialmente hidróxidos de calcio, que son esenciales para las propiedades del cemento puzolánico.

Según el análisis químico realizado, el FRX, para la muestra de cenizas de hoja de brócoli nos da los contenidos más relevantes de sus óxidos activados los cuales son: 22.307% de Óxido de Calcio, 12.317% de dióxido de Silicio, 11.641% de Óxido de Aluminio, 1.007% de Óxido de Hierro y 14.803% Dioxido de Azufre, la suma de las mismas dan un valor de 62.075% que supera al criterio de puzolanas establecido en la NTP 334.004 1997 (Cementos Puzolanicos), así como también cuenta con una proporción de Oxido de Potasio de 16.678% donde se puede ver que el potación en gran cantidad afecta la durabilidad del concreto a largo plazo . Con lo cual se elaboró la muestra con características puzolanicas. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Matienzo, J. (2018) donde como resultado de su objetivo específico indica que el análisis químico de la muestra de concha de abanico nos da como resultado Oxido de Calcio (CaO): 73.014%, Trióxido de Aluminio (Al₂O₃): 15.477% y Dióxido de Silicio (SiO₂): 10.084%, La suma de estos porcentajes es 98.68%, y se menciona que este valor supera al criterio de puzolanas establecido en la NTP 334.004 1997 para Cementos Puzolánicos. Esto sugiere que la muestra de concha de abanico tiene propiedades que la hacen adecuada como material precursor del cemento puzolánico, que es un tipo de cemento que incorpora materiales puzolánicos para mejorar sus propiedades. Los resultados del análisis químico indican que la concha de abanico contiene una cantidad significativa de componentes que son beneficiosos para la producción de cemento, cumpliendo con los estándares establecidos en la normativa mencionada. Esto implica que la concha de abanico podría ser utilizada como un material valioso en la fabricación de cemento puzolánico.

Al mismo tiempo, con respecto al análisis de la relación agua – cemento experimental, fue de 0.684, y esta coincide con la relación agua-cemento del patrón, esta coincidencia podría ser considerada positiva, ya que indica que la mezcla experimental tiene una proporción de agua y cemento similar a la mezcla estándar, y no se observa una diferencia significativa en los resultados en comparación con el cemento sin ceniza.

Esto sugiere que la ceniza de hoja de brócoli no afecta la hidratación del cemento en términos de requerimientos de agua. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Matienzo, J. (2018) donde como resultado de análisis de la relación agua – cemento experimental, su resultado fue de 0.684 y la relación agua- cemento del patrón es de 0.684. dando un resultado similar a esta investigación.

De antes dicho, se pudo analizar los resultados de determinar el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión de muestra patrón y experimental. Según la relación al tiempo de fraguado en la Figura N°5 se indica que el tiempo de fraguado entre el ensayo patrón y experimental; en el minuto 330, el ensayo experimental obtiene una resistencia a la penetración de 770.4 kg/cm², con el 15% de CHB acelera más el fraguado. Y con relación a la resistencia a la compresión de concreto de la muestra patrón y experimental, se tiene que al día 7, el promedio de las muestras de patrón es de 166.23 kg/cm², las muestras experimentales es 173.37 kg/cm², de igual forma la resistencia a la compresión de concreto de las muestras patrón y experimental, al día 14 se tiene, el promedio de las muestras de patrón es 192 kg/cm², las muestras experimentales es 202.42 kg/cm²; por último, la resistencia a la compresión de concreto de las muestras patrón y experimental, a los 28 días se tiene, el promedio de las muestras de patrón es de 215.94 kg/cm² y en de las muestras experimentales es de 228.90 kg/cm². En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Villanueva, J. (2018), donde en la Figura N° 08, se visualiza que el concreto con La sustitución del 15% de ceniza de eucalipto aumenta la resistencia del concreto al día 7 en un 0.2%, al día 14 un 1.2% y a día 28 días un 1.5%, obteniendo un máximo de 215.2 Kg/cm²; La presencia de silicato tricálcico se evidencia en la sustitución al observar una gran velocidad de hidratación, con características hidráulicas favorables, produciendo un rápido endurecimiento que contribuye significativamente a las resistencias iniciales en la sustitución del 15%, De acuerdo con la velocidad de hidratación, fraguado y endurecimiento más lento, la presencia de silicatos dicálcicos permite alcanzar resistencias superiores desde 7 días y alcanzar el máximo valor a los 28 días.

Finalmente, se realizó la comparación de resultados con interpretación estadística edad 7,14 y 28 días, en donde la Figura N° 15, detalla la obtención de una resistencia 173.37 kg/cm², de probeta experimental, siendo esta la mayor resistencia al día 7; y al día 14 obtuvo una resistencia de 202.42 kg/cm² en la probeta experimental siendo esta la mayor; y una alta resistencia al día 28, de 228.90 kg/cm² de la probeta experimental. Estos resultados demuestran que, a los 28 días, el concreto experimental que reemplazó el 15% de ceniza de hoja de brócoli demostró dominante comportamiento en la resistencia a la compresión.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que el análisis térmico diferencial (ATD) permitió determinar la adecuada temperatura a las cenizas de la hoja de Brócoli deberían calcinarse para activar óxido de calcio y dióxido de sílice. En un lapso de tres horas, las cenizas de la hoja de Brócoli debían calcinarse a 380 ° C.

Se concluye que mediante el análisis de fluorescencia de rayos X (FRX) que las cenizas de hoja de Brócoli contenían un porcentaje de 22.307% de óxido de calcio, 12.317% de dióxido de silicio, 11.641% de dióxido de aluminio y 14.803% de dióxido de azufre. Esto se debió a que el cemento contiene estos elementos químicos y puede sustituirlos posteriormente.

Se concluye que, para el análisis patronal y experimental, la dosificación y la proporción agua-cemento de la mezcla eran suficientes para producir concreto plástico.

Se concluye en base a la conclusión anterior sobre la propiedad mecánica de la resistencia a la compresión, se descubrió que al sustituir el 15% de ceniza de hoja de Brócoli a los 28 días, el concreto demostró el mejor comportamiento de esta propiedad mecánica al tener una resistencia promedio de 228,90 kg/cm².

Se concluye, que podemos decir que la sustitución de cenizas de hoja de Brócoli funcionó bien, demostrando una alta resistencia para reemplazar el 15% de la ceniza de hoja de brócoli.

VI. RECOMENDACIONES

Por los resultados obtenidos se recomienda continuar investigando la ceniza de hoja de Brócoli, probando diferentes temperaturas y tiempos para su calcinación.

Se recomienda tener cuidado con los materiales al activarlos para no contaminar la muestra y evitar alterar los resultados deseados.

Se recomienda crear nuevas dosis para mejorar la resistencia del concreto.

Se recomienda investigaciones para examinar la sustitución en edades superiores a los 28 días, y lograr la comparación de mayores resistencias al sustituir el material.

En futuras investigaciones, se propone utilizar cantidades adicionales de ceniza de hoja de Brócoli para reemplazar y realizar análisis de fluorescencia de rayos X (FrX) para obtener sus componentes químicos, lo que podría tener un impacto positivo en el concreto.

VII. AGRADECIMIENTO

Esta investigación lo dedico a Dios y a mi familia por el apoyo emocional; a Moisés y Matheo por su apoyo y motivación siempre, por su apoyo incondicional

Huaranga Nazario, Daysi Paola

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto, T. (2017). *Tecnología del concreto*. (Tercera edición). Lima: San Marcos.

Al-Rousan, T., E. Masad, E. Tutumluer y T. Pan. (2007). *Evaluation of image analysis techniques for quantifying aggregate shape characteristics*, *Construction and Building Materials*, Volumen 21, pp. 978-990, EE.UU.

Álvarez, J. (2014). *Hormigón Autocompactante con Nano Adiciones y Fibras*. [Tesis de grado].

Ambrosie, J. y Pera, J. (2001). *Propiedades del Concreto Autonivelante*. (I. M. Concreto, Ed.) *Construcción y Tecnología en Concreto*, págs. 16-22.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (2009). *Standard Specification for Portland cement*. ASTM C 150/C 150 M-16. 2016.

Arimana, I. A. y Taquiri, L. A. (2020). *Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c$: 210kg/cm², mediante la adición de residuos de mármol, Lima 2020*. [Tesis de grado]. Universidad César vallejo, Lima Perú.

ARQHYS. (2012). *Mármol y su construcción*.

Recuperado de:

<http://www.arqhys.com/construcciones/marmolconstruccion.html>.

Aspilcueta, M. (2015) *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto estimada a partir de la utilización del método de madurez*.

[Tesis de pregrado]. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
Betancourt, J. (2019) *Comportamiento de mezclas de mortero con residuos de mármol (polvo), cáscara de nuez y mucílago de nopal* [en línea]. Cuba (artículo) Universidad Juárez del Estado de Durango Gómez Palacio, Durango, México (2019). Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193958877005/>

Briceño, C. A. y Navarro, P. R. (2021). *Influencia de la adición de polvo de mármol reciclado y tipo de cemento sobre los estados fresco y endurecido de los concretos $f'c=175$ kg/cm² y $f'c=210$ kg/cm², Trujillo - 2021*. [Tesis de grado]. Universidad César Vallejo. Trujillo, Perú.

Chumioque, B. y Villegas, L. (2019). *Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y bagazo de caña de azúcar, Chimbote, 2019*, [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo. Chimbote Perú.

Chochos, E. L. y Jácome, I. D. (2020). *Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas entre el hormigón tradicional y el hormigón con inclusión de residuos de mármol*. [Tesis de grado]. Universidad Central del Ecuador.

Chután, R. (2004). *Concreto autocompactado experimentación en Guatemala*. [Tesis de grado].

Efnarc, F. E. (2002). *Especificaciones y Directrices para el Hormigón Autocompactable - HAC*.

Ferrel, H. y Moreano, E. (2019). *Evaluación de la calidad de los agregados*

provenientes de las canteras en el sector de Pachachaca-Abancay y su influencia en la resistencia del concreto empleado en obras civiles de Abancay-Apurímac, 2018. Tesis de grado. Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay, Apurímac, Perú.

Garavito, E. (2017). *Control de calidad de los agregados*. Grupo Argos, 360 en Concreto. Colombia.
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/control-de-calidadde-los-agregados-1>

Goicochea, K. B. y Inga, N. J. (2018). *La marmolina y su influencia en las propiedades de concretos de alta resistencia $f'c= 350 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 400 \text{ kg/cm}^2$ para la ciudad de Trujillo*. [Tesis de grado]. Universidad privada Antenor Orrego. Trujillo Perú.

Gutiérrez, L. (2003). *El Concreto y otros Materiales para la Construcción*. 2° ed. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. 227 pp. ISBN 9589322824

Hernández, L.; Gómez P.; Contreras, C.; Bravo L. y Padilla, S. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto*. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/328199242_RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION_DEL_CONCRETO

Hernández, R, Fernández, C y Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores.

Huamán, D. O. y Maza, S. J. (2021). *Polvo de mármol y aditivo superplastificante para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto autocompactante*. [Tesis de grado]. Universidad Ricardo Palma. Lima. Perú.

Izquierdo, I; Soto, O. y Ramalho, M. (2018). *Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento*. Artículo científico. Universidade Federal do Tocantis. Brasil. Revista de Ingeniería y Construcción. ISSN 0718-5073.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300229>

Matienzo, J. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cascara de arroz – 2017*. [Tesis de grado]. Universidad San Pedro. Chimbote Peru
http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDR/O/5476/Tesis_57380.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mastali A. & Dalvand, A. (2017). *Fresh and hardened properties of selfcompacting concrete reinforced with hybrid recycled steelpolypropylene fiber*. Recuperado de:
<https://lu.ac.ir/usersfiles/963063.1803476.3266551.78618.pdf>

Mehta, K. (2000). *Avances en la tecnología del concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. Obtenido de
<http://www.imcyc.com/revista/2000/octubre2000/concreto.htm>

Metha, P. y Monteiro, P. (2013). *Concrete: Microstructure, Properties and Materials*. Third edition. California: McGraw- Hill.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (2016). *Manual de ensayo de materiales*, Lima, Perú.

Moreno, A.; Ponce, C.; Múzquiz, E.; y Avalos, F. (2022). *Residuos de mármol en materiales para la construcción: una revisión del uso del polvo de mármol en morteros, concretos y ladrillos*. Universidad Autónoma de Coahuila, México. Revista ALCONPAT. eISSN 2007-6835.

DOI:

<https://revistaalconpat.org/index.php/RA/article/view/522>

Naveda, J. E. y Muñoz, J. P. (2019) *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² al sustituir porcentajes de cemento por la combinación de arcilla con ceniza de concha de abanico, Chimbote 2019*. [Tesis de grado]. Universidad César Vallejo. Chimbote, Perú.

Neville, A. y Brooks, J. (2010). *Tecnología del Concreto* (Segunda ed.). Techbooks.

NORMA TÉCNICA PERUANA. NTP 400.043. (2015). *Agregados practica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo* (2 ed.). Lima: Dirección de Normalización - INACAL.

Okamura, H. (1997). *Diseño de Hormigones Autocompactables de Alta Resistencia*. Revista Cemento Hormigón, 32-33.

Okamura, H., & Ouchi, M. (2003). *Self-compacting concrete*. Journal of advanced concrete technology (Vol. 1).

Okamura, H., Maekawa, K. & Mishima, T. (2000). *Performance based design for selfcompacting structural high-strength concrete*. ACI special publication.

Omary, S., Ghorbel, E., & Wardeh, G. (2016). *Relationships between recycled concrete aggregates characteristics and recycled aggregates concretes properties*. Construction and Building Materials, 108, 163–174.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.01.042>

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto* (Segunda ed.). Perú.

Quiliche, J. S. (2018). *Influencia del polvo de mármol y superplastificante sobre la compresión, porosidad, capacidad al paso y relleno de un concreto autocompactante, Trujillo 2018*. [Tesis de grado]. Universidad privada del Norte. Trujillo, Perú.

Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas. Tercera edición*. Lima. Perú.

Rivva, E. (2015). *Tecnología del Concreto: Diseño de Mezclas* (Tercera ed.). Lima.

Sánchez, H. (2014). *Efecto del Aditivo Superplastificante Sika Viscocrete en la Resistencia Mecánica del Concreto Autocompactante*. [Tesis de grado].

Santos, A., Betancourt, J., & Villegas, N. (2012). *Residuo de mármol como insumo en la construcción civil*. Durango. México.

Serrano, M. F. (2010) *La calidad del concreto: responsabilidad del diseñador y del constructor, Innovación y Ciencia*, Volumen XVII, No. 2, Asociación.

Steven, K., Kerkhoff, B., Panarese, W. y Tanesi, J. (2004). *PCA: Diseño y Control de Mezclas de Concreto* (Primera ed.).

Villanueva, A. E. (2022) *Factibilidad del aprovechamiento sostenible del polvo de mármol como filler en la elaboración de concreto autocompactante*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Wendner, R., Vorel, J., Smith, J., Hoover, C. G., Bazant, Z. k. P., & Cusatis, G. (2014). *Characterization of concrete failure behavior: a comprehensive experimental database for the calibration and validation of concrete models*. *Materials and Structures*. doi:10.1617/s11527-014-0426-0

IX. ANEXOS

ANEXO N°1

INFORME DE ATD



Trujillo, 03 de abril del 2023

INFORME N.° 01 - ABR 23

Solicitante: Deysi Huaranga Nazario - Universidad San Pedro

RUC/DNI: 73460444

Supervisor:

Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

1. **MUESTRA:** hojas de brócoli (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	HB-3A	13.8 mg

2. **ENSAYOS A APLICAR**

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. **EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES**

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 13.8 mg.

LABORATORIO DE POLÍMEROS DPTO. INGENIERÍA
TRUJILLO, PERÚ
UNT

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

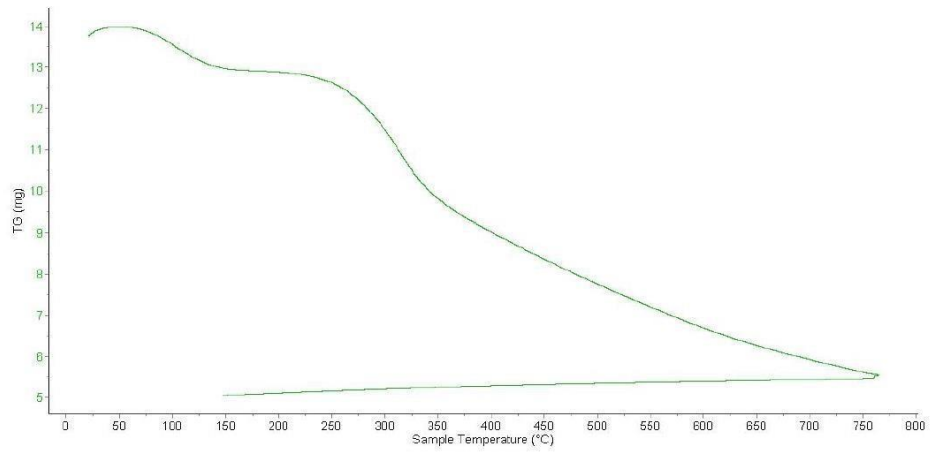


Trujillo, 03 de abril del 2023

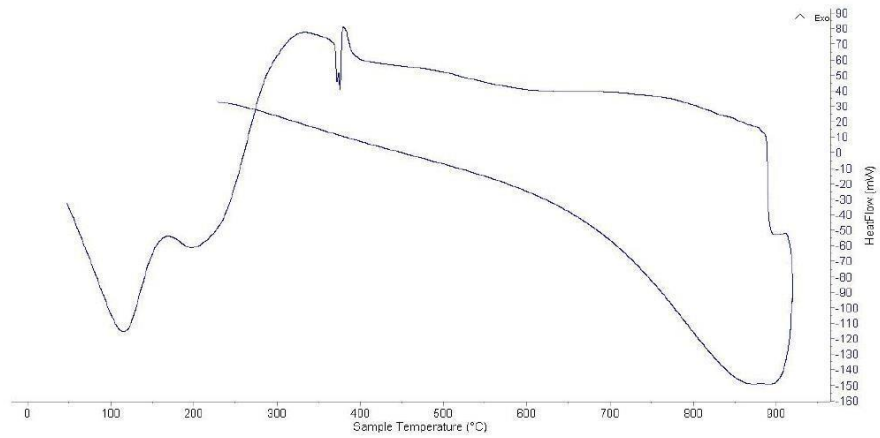
INFORME N.° 01 - ABR 23

Denny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

4. Resultados:
I- Curva - Análisis Termo gravimétrico (TGA)



II- Curva Análisis Térmico Diferencial (ATD)





Trujillo, 03 de abril del 2023

INFORME N.º 01 - ABR 23

5. CONCLUSION:

1. En el análisis termogravimétrico se muestra importantes caídas del peso del material como consecuencia del aumento de la temperatura del material. La primera caída se da entre 80 y 130°C y la segunda alrededor de 220°C. El material llega a perder un aproximado de 63% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en 110°C y cerca a 220 °C. Más adelante se muestra un ligero pico de absorción de calor a 380°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.



Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Trujillo, 03 de abril del 2023



Ing. Danny Mesias Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO N°2
INFORME FRXD



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 06 - LAQ/2023

Análisis de ceniza de hojas de brócoli por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de ceniza de hojas de brócoli a pedido de la Srta. Huaranga Nazario, Daysi Paola, estudiante del Curso de Titulación en Ingeniería Civil de la Universidad Privada San Pedro, como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Tiempo de Fraguado y Resistencia a la Compresión del Concreto 210 kg/cm² Utilizando Hojas Brócoli.”

La muestra de hojas de brócoli fue previamente calcinada a 500°C y está en la forma de grano fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo de 500 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 1950 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene.

La presencia en el espectro de los rayos-X dispersados de oro por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de hojas de brócoli. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón (Ar), que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X. La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en una muestra





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

calcinada con elementos con números atómicos mayores que 12. La suma de estas concentraciones es menor que 100%. Es probable que la muestra contenga sodio y magnesio que el instrumento no detecta y/o compuestos diferentes de óxidos y/o se presenta una leve deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

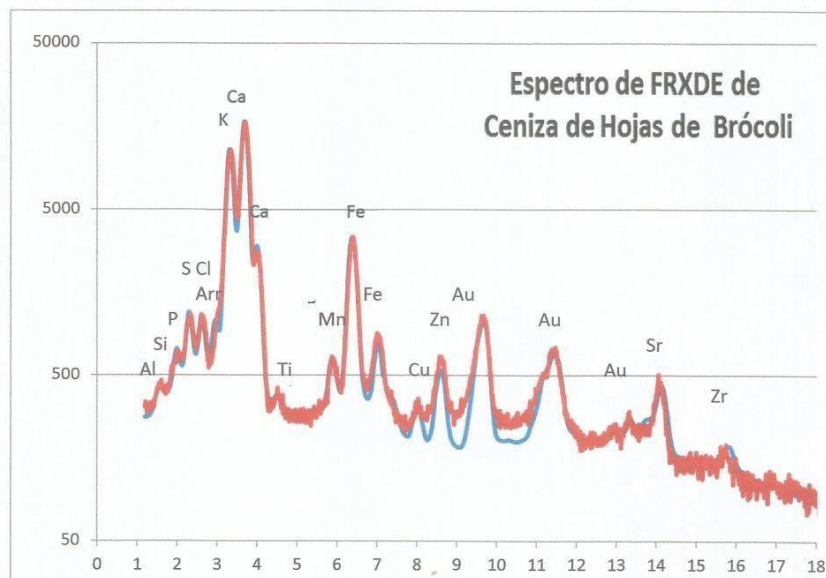


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de hojas de brócoli en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de hojas de brócoli en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	9.964	11.641
SiO ₂	10.542	12.317
P ₂ O ₅	12.228	14.288
SO ₂	12.669	14.803
ClO ₂	5.627	6.575
K ₂ O	14.274	16.678
CaO	19.092	22.307
TiO ₂	0.067	0.078
MnO	0.101	0.118
Fe ₂ O ₃	0.862	1.007
Ni ₂ O ₃	0.008	0.010
CuO	0.016	0.019
ZnO	0.050	0.058
SrO	0.079	0.093
ZrO ₂	0.007	0.008
Total	85.586	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 02 de junio del 2023

ANEXO N°3

**ANALISIS DE
LABORATORIO**



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS DE LABORATORIO

SOLICITADO POR : BACH:Daysi Paola Huaranga Nazario

ASUNTO : Calcinación de Muestras

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/05/2023

FECHA DE ENTREGA : 30/05/2023

Descripción	Proceso	Temperatura (°C)	Tiempo	Peso inicial (gr)	Peso final (gr)
Ceniza de hoja de Brocoli	Calcinación	500	90 min	1592.0	1437.3

Chimbote, 17 de julio de 2023

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°4

ANALISIS
GRANULOMETRICO
AGREGADO GRUESO Y
FINO



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-05)

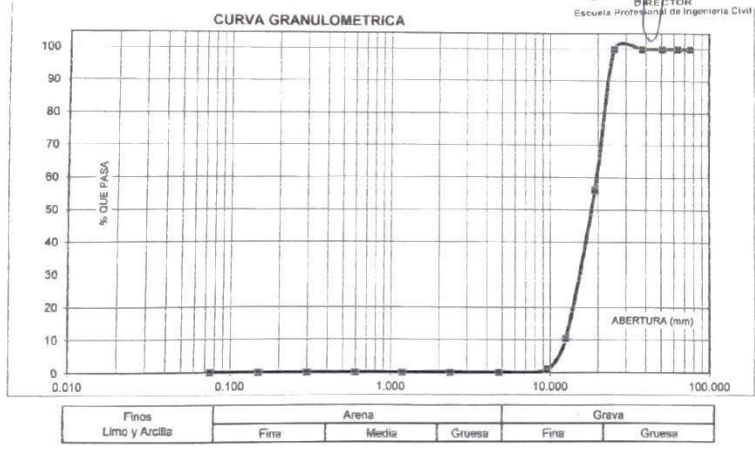
SOLICITA : BACH Daysi Paola Huaranga Nazario
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando
 ceniza de hojas brocoli
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 19/07/2023

TAMIZ	Abert. (mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.000	962.4	43.9	43.9	56.1
1/2"	12.500	1003.2	45.7	89.6	10.4
3/8"	9.520	206.2	9.4	99.0	1.0
N° 4	4.760	19.0	0.9	99.9	0.1
N° 8	2.360	0.0	0.0	99.9	0.1
N° 16	1.180	0.0	0.0	99.9	0.1
N° 30	0.600	0.0	0.0	99.9	0.1
N° 50	0.300	0.0	0.0	99.9	0.1
N° 100	0.150	0.0	0.0	99.9	0.1
N° 200	0.075	0.0	0.0	99.9	0.1
PLATO	ASTM C-117-04	3.2	0.1	100.0	0.0
TOTAL		2194.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 67 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solar Jara
 C.I.E.E. 1204
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-05)

SOLICITA : BACH Daysi Paola Huaranga Nazario
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocoli
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

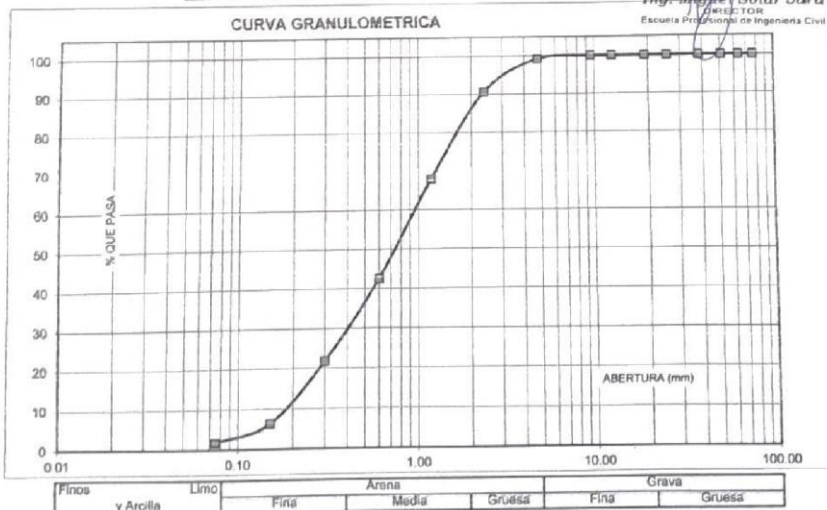
TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	10.3	0.8	99.2
N° 8	2.36	106.5	8.6	90.6
N° 16	1.18	265.6	22.6	66.0
N° 30	0.60	321.7	25.5	42.5
N° 50	0.30	260.3	20.8	21.9
N° 100	0.15	196.2	15.5	6.3
N° 200	0.08	57.5	4.6	98.2
PLATO ASTM C-117-04	22.5	1.8	100.0	0.0
TOTAL		1262.6	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Elasticidad	2.72

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Mayra Solar Jara
Directora
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ANEXO N°5

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO Y FINO



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH Dayvi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocolé
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUREN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 19/07/2023

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1186	1095	
TARA + SUELO SECO (gr)	1180.2	1090.2	
PESO DEL AGUA (gr)	5.8	4.8	
PESO DE LA TARA (gr)	202.3	162.9	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	977.9	927.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.59	0.52	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.56	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: Imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH Dayvi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² utilizando
ceniza de hojas brzoili
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 19/07/2023

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1216.3	1228.4	
TARA + SUELO SECO (gr)	1210.8	1223	
PESO DEL AGUA (gr)	5.5	5.4	
PESO DE LA TARA (gr)	65.2	66.2	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1145.6	1156.8	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.48	0.47	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.47	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: ImSyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N°6

DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletier)

(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : Bach. Daysi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocoli
MATERIAL : 85% DE CEMENTO 15% CENIZA DE HOJA DE BROCOLI
FECHA : 19/07/2023

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL (ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL (ml)	20.50	20.50
PESO DE MUESTRA (gr)	54.00	54.00
VOLUMEN DESPLAZADO (ml)	20.50	20.50
PESO ESPECIFICO	3.122	3.122
PESO ESPECIFICO PROMEDIO (gr / cm ³)	3.122	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N° 7

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION - AGREGADO GRUESO Y FINO



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. Daysi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocoli
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 19/07/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	880.10	875.70
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	567.50	570.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	312.60	305.70
D	Peso de material seco en estufa	876.20	872.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	308.70	302.00
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.803	2.852
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.815	2.865
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.838	2.887
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.45	0.42

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.828
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.840
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.863
Absorción (%) : 0.43

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN AGREGADO FINO
(Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH. Daysi Paola Huaranga Nazano
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocoli
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESICQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	669.70	669.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	969.70	969.70
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	858.20	858.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	111.50	111.50
F	Peso de material seco en estufa	gr	298.00	298.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.50	109.50
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.673	2.673
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.691	2.691
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.721	2.721
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.67	0.67

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.673
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.691
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.721
 Absorción (%) : 0.67

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Fig. Miguel Sblar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO N° 8

PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO Y FINO



PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH Daysi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² utilizando ceniza de hojas brocoli.
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 19/07/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19420	19720	19510
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14300	14600	14390
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1529	1561	1538
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1543		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1534		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20440	21320	20540
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	15320	16200	15420
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1638	1732	1648
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1673		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1663		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Ing. Miguel Solar Jara



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH Daysi Paola Huaranga Nazario
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocoti
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : VESIQUE
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 19/07/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7600	7650	7710
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4274	4324	4384
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1533	1551	1572
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1552		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1545		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8120	8140	8150
Peso de molde	3326	3326	3326
Peso de muestra	4794	4814	4824
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1720	1727	1730
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1725		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1717		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 9

**DISEÑO DE MEZCLA
PATRON Y
EXPERIMENTAL**



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH:Daysi Paola Huaranga Nazano
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² utilizando ceniza de hojas brocoli
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 19/07/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
 - La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
 - Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.67
 - Peso unitario suelto 1545 kg/m³
 - Peso unitario compactado 1717 kg/m³
 - Contenido de humedad 0.47 %
 - Absorción 0.67 %
 - Módulo de fineza 2.72

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
 - Tamaño Máximo Nominal
 - Peso especifico de masa 2.83
 - Peso unitario suelto 1534 kg/m³
 - Peso unitario compactado 1663 kg/m³
 - Contenido de humedad 0.56 %
 Absorción 0.43 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 l/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.708 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.364	lts/m ³
Agregado fino.....	827.878	kg/m ³
Agregado grueso.....	1053.768	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{827.878}{299.71} : \frac{1053.77}{299.71}$$

1 : 2.76 : 3.52 : 29.12 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.67 : 3.42 : 29.12 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CIUDAD UNIV.
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



DISEÑO DE MEZCLA
(15% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH Daysi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas brocoli
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 19/07/2023

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso específico de masa 2.67
- Peso unitario suelto 1545 kg/m³
- Peso unitario compactado 1717 kg/m³
- Contenido de humedad 0.47 %
- Absorción 0.67 %
- Módulo de fineza 2.72

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso específico de masa 2.83
- Peso unitario suelto 1534 kg/m³
- Peso unitario compactado 1663 kg/m³
- Contenido de humedad 0.56 %
- Absorción 0.43 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Laboratorio de Ingeniería Civil



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.082
15% CHB.....	(m ³)	0.014
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.308
Agregado grueso.....	(m ³)	0.371
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	254.75	kg/m ³
15% CHB.....	44.956	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	823.98	kg/m ³
Agregado grueso.....	1047.95	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	254.75	kg/m ³
15% CHB.....	44.956	kg/m ³
Agua efectiva.....	206.40	lts/m ³
Agregado fino.....	827.88	kg/m ³
Agregado grueso.....	1053.77	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{254.75}{254.75} : \frac{44.956}{254.75} : \frac{827.88}{254.75} : \frac{1053.77}{254.75}$$

$$1 : 0.18 : 3.25 : 4.14 \quad 29.26 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE

Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 10

TIEMPO DE FRAGUADO ENSAYO PATRON Y EXPERIMENTAL



TIEMPO DE FRAGUADO

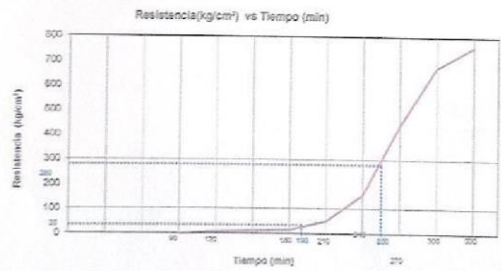
NORMA ASTM C- 403/ C403M-99 AASHTO T197

SOLICITA : BACH. Huaranga Nazario, Dayvi Paola
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm²,
 utilizando ceniza de hojas de Brocoli
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 19/10/2023

DESCRIPCION DE ENSAYO PATRON

Asentamiento : 3"
 e/c : 0.49 Cemento : 500.0 gramos
 Temperatura ambiente : 24 °C Arena : 1187.2 gramos
 Temperatura de Mortero : 26 °C Agua : 258.0 gramos
 Temperatura de Agua : 23 °C

HORAS	Lectura de Carga (Div)	Penetración de Carga (kg)	Área de Aguja (cm ²)	Resistencia a la Penetración (kg/cm ²)	Tiempo (min)	Promedio (kg/cm ²)
8:00 a.m.		0		0	90	0
	6.5	26.37	2.835	9.3		
	2.2	11.29	1.227	9.2	120	9.8
11:00 a.m.	0.5	6.70	0.713	9		
	14.7	53.58	2.835	18.9		
	4.8	18.98	1.227	15.8	180	16.7
12:00 a.m.	2.1	10.91	0.713	15.3		
	43.2	149.40	2.835	52.7		
	18.2	65.25	1.227	53.2	210	52.4
12:30 a.m.	9.7	38.58	0.713	51.3		
	154.7	624.48	2.835	185		
	54.6	187.73	1.227	153	240	157.7
1:00 p.m.	27.5	96.40	0.713	135.2		
	338.7	1136.84	2.835	401		
	153.1	519.14	1.227	423.1	270	440.0
1:30 a.m.	103.9	393.91	0.713	465.8		
	584.2	1969.76	2.835	694.8		
	247.2	826.83	1.227	681.2	300	676.6
2:00 p.m.	137.4	499.23	0.713	683.9		
	644.7	2173.31	2.835	766.6		
	275.3	920.19	1.227	758.1	330	761.3
2:30 p.m.	169.7	541.24	0.713	759.1		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Ingeniero Profesional de Ingeniería Civil



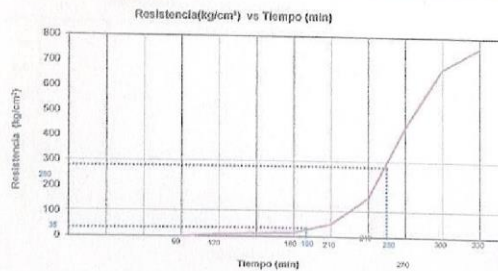
TIEMPO DE FRAGUADO
NORMA ASTM C-403/ C403M-99 AASHTO T197

SOLICITA : BACH. Huaranga Nazario, Dayal Paola
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm²,
 utilizando caniza de hojas de Brodiaea
 UBICACIÓN : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 16/10/2023

DESCRIPCION DE ENSAYO EXPERIMENTAL

Asentamiento : 3"
 a/c : 0.49
 Temperatura ambiente : 24 °C
 Temperatura de Mortero : 23 °C
 Temperatura de Agua : 23 °C
 Cemento : 500.0 gramos
 Arena : 1187.2 gramos
 Agua : 256.0 gramos

HORAS	Lectura de Carga (Dw)	Penetración de Carga (kg)	Area de Aguja (cm ²)	Resistencia a la Penetración (kg/cm ²)	Tiempo (min)	Promedio (kg/cm ²)
8:00 am	0	0	0	0	90	0
	9.8	27.04	2.835	9.54	120	9.3
	2.4	11.56	1.227	9.75		
11:00 a.m.	0.8	8.04	0.713	8.47	180	17.3
	15.1	54.93	2.835	19.37		
	4.9	20.05	1.227	19.35	210	53.4
12:00 a.m.	2.3	11.58	0.713	19.24		
	43.4	150.08	2.835	52.94	240	100.7
	18.7	68.95	1.227	54.57		
12:30 a.m.	10.0	37.59	0.713	52.72	270	446.3
	166.0	525.48	2.835	185.36		
1:00 p.m.	55.6	191.10	1.227	155.74	300	883.0
	28.7	100.44	0.713	140.89		
	337.7	1140.20	2.835	402.19	330	770.4
1:30 a.m.	164.3	523.18	1.227	426.39		
	107.0	393.94	0.713	510.43	300	883.0
	586.4	1977.16	2.835	697.41		
	249.3	842.00	1.227	688.66	330	770.4
2:00 p.m.	139.7	473.97	0.713	664.75		
	646.0	2184.42	2.835	770.52	330	770.4
	276.7	941.63	1.227	767.42		
2:30 p.m.	162.7	551.33	0.713	773.26		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

ANEXO N° 10

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PATRON Y EXPERIMENTAL



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH.Daysi Paola Huaranga Nazario
 TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm² utilizando ceniza de hojas brocoli
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 19/07/2023

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOULDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,6	01/06/2023	08/06/2023	7	165.44	78.78
02	PATRON	3,6	01/06/2023	08/06/2023	7	167.86	79.93
03	PATRON	3,6	01/06/2023	08/06/2023	7	165.39	78.76
04	PATRON	3,6	01/06/2023	15/06/2023	14	191.34	91.11
05	PATRON	3,6	01/06/2023	15/06/2023	14	193.93	92.35
06	PATRON	3,6	01/06/2023	15/06/2023	14	190.73	90.82
07	PATRON	3,6	01/06/2023	29/06/2023	28	215.54	102.64
08	PATRON	3,6	01/06/2023	29/06/2023	28	216.79	103.23
09	PATRON	3,6	01/06/2023	29/06/2023	28	215.49	102.61

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL-15%

SOLICITA : BACH:Daysi Paola Huaranga Nazario
TESIS : Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm2, utilizando ceniza de hojas brocoli
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 19/07/2023
F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FCT/C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	08/06/2023	7	173.03	82.39
02	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	08/06/2023	7	174.46	83.08
03	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	08/06/2023	7	172.65	82.21
04	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	15/06/2023	14	200.10	95.28
05	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	15/06/2023	14	205.08	97.66
06	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	15/06/2023	14	202.08	96.23
07	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	29/06/2023	28	229.07	109.08
08	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	29/06/2023	28	227.77	108.46
09	EXPERIMENTAL	3,4	01/06/2023	29/06/2023	28	229.86	109.46

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

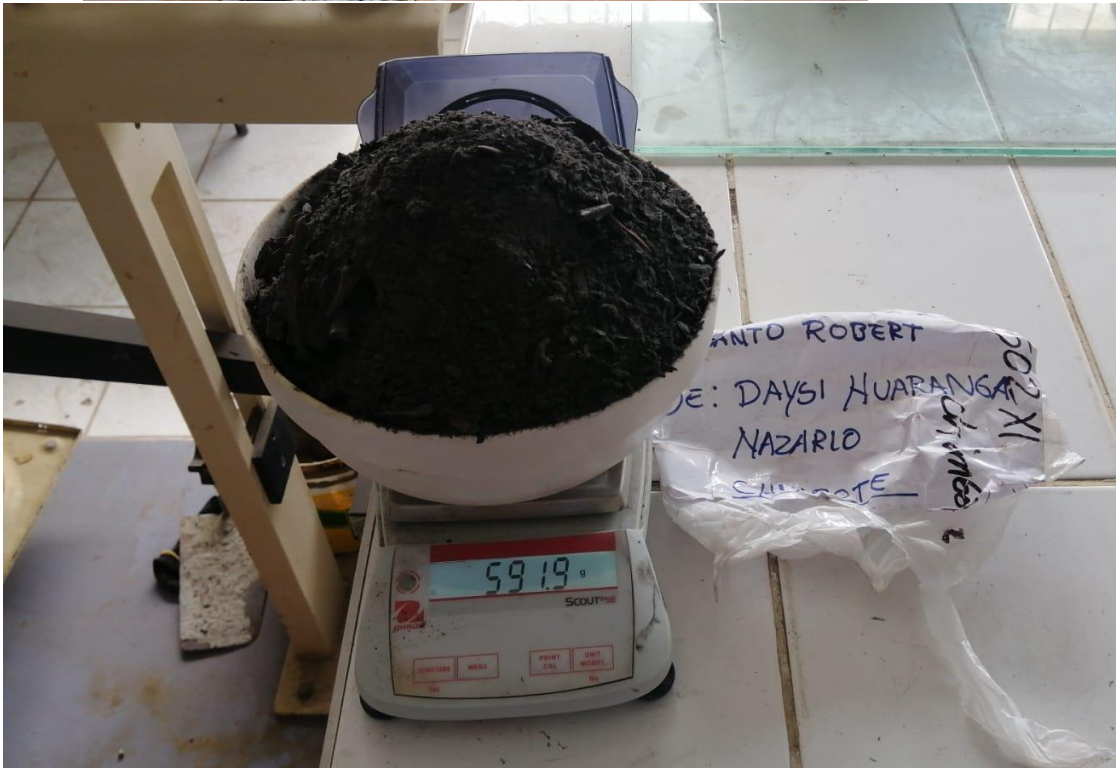
OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Solar Jara
DIRECTOR
ESCOOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ANEXO N° 11

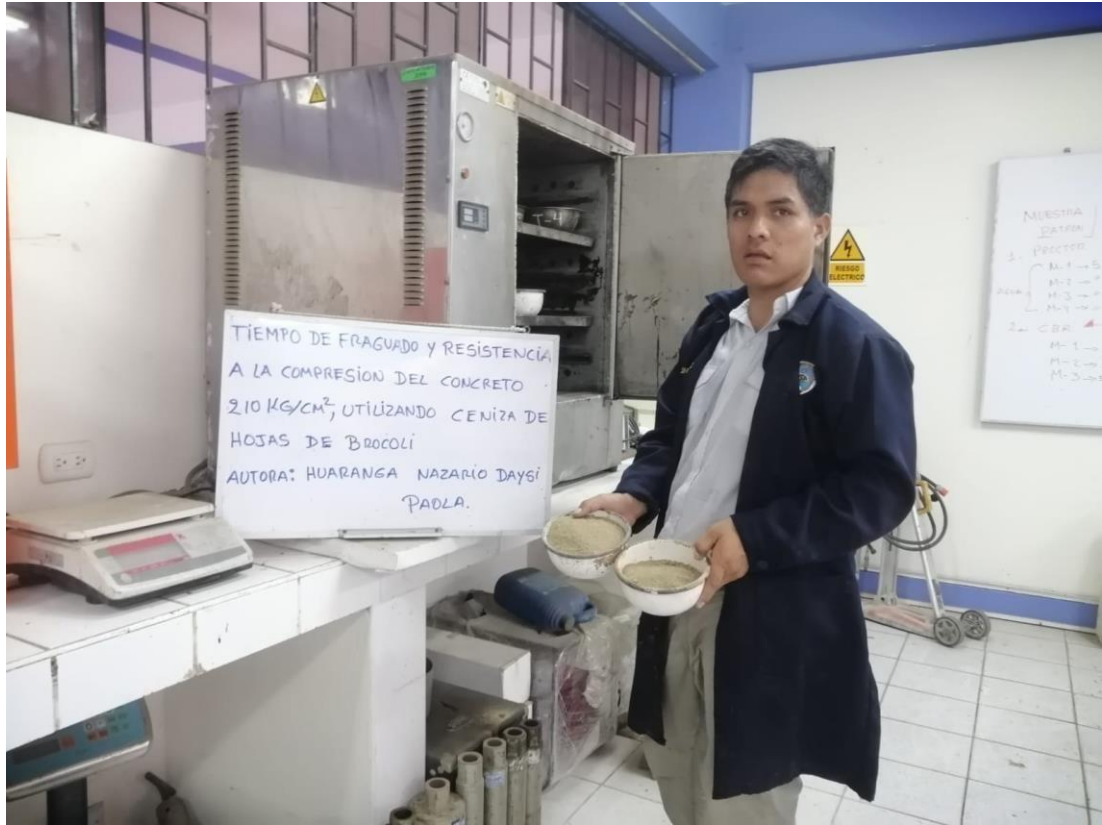
PANEL FOTOGRAFICO













REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
KUARANGA NAZARIO DAYSI PROLA	73460444	Deysi.np@unsp.edu.pe	
<small>Apellidos y Nombres</small>	<small>DNI</small>	<small>Correo Electrónico</small>	
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría
<input type="checkbox"/> Doctorado			
4. Título del Documento de Investigación			
TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ UTILIZANDO CANTERA DE HOJAS DE BROCOLI			
5. Programa Académico			
INGENIERIA CIVIL			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Acceso Público * (link en: repositorio.usp.edu.pe/acceso)		<input type="checkbox"/> Acceso restringido * (link en: repositorio.usp.edu.pe/restringido)	
<small>* En caso de restringido autorizar motivo:</small>			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS²

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.³

Huella Digital 



 Firma

Lugar: Chimbote Día: 15 Mes: 01 Año: 2024

Referencias

- Reglamento de Organización y Funciones (ROF) 0059-2009-0001-0001 Reglamento del Régimen de Funcionarios de Trabajo de Investigación y Asesoría Académica y Titular Profesional de la USP 2009-02
- Ley 27207 Ley que regula el Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro y establece los requisitos para que se pueda hacer uso del sistema de acceso y difusión en el Repositorio Institucional Digital. Repositorio Institucional Digital de la Universidad San Pedro
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.
- El autor declara que el contenido de este documento es original y no ha sido publicado anteriormente en ningún otro medio de comunicación o publicación.

ANEXO - En caso de fallecimiento de autor, se otorga la licencia de acceso a los datos de identificación de autor.

Tiempo de fraguado y resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm², utilizando ceniza de hojas de brócoli

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	1library.co Fuente de Internet	7%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
4	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.usanpedro.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	

1 %

10 repositorio.unach.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

11 repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

12 repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

13 Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

1 %

14 repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

15 Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

16 Submitted to Universidad Ricardo Palma

Trabajo del estudiante

<1 %

17 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

18 www.mincetur.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

19 repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

20	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
21	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
24	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 6 words

Excluir bibliografía

Activo