

UNIVERSIDAD DE SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm²
sustituyendo cemento por ceniza de cola de caballo y
concha de abanico - 2024.**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Olivos Gonzales, Sonya Brigitte

Asesor:

Solar Jara, Miguel Ángel

Codigo Orcid:0000-0002-8661-418x

Chimbote – Perú

2025

Índice general

Índice general	i
Índice de tablas	ii
Índice de figuras.....	iii
Palabras clave:	iv
Constancia de Originalidad	v
Título.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	28
III. RESULTADOS.....	31
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	47
V. CONCLUSIONES	52
VI. RECOMENACIONES	53
VII. AGRADECIMIENTO	54
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
IX. ANEXOS.....	57

Índice de tablas

Tabla 1. Componentes Químicos del Cemento y Procedencia usual.....	7
Tabla 2. Porcentajes de Óxidos en el Cemento Portland	8
Tabla 3. Componentes Químicos del cemento Portland tipo 1	10
Tabla 4. Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088.....	11
Tabla 5. Composición Química de la Cola de Caballo	23
Tabla 6. Composición elemental de ceniza de concha de abanico en % de la masa total	33
Tabla 7. Composición elemental de ceniza de cola de caballo en % de la masa total.....	34
Tabla 8. pH de los componentes activos de la pasta.....	35
Tabla 9. Resistencia promedio del mortero en kg/cm2 obtenidos a los 7, 14 y 28 días	42
Tabla 10. Resistencia promedio del mortero a la Compresión – Experimental 9%.....	43
Tabla 11. Resistencia promedio del mortero a la Compresión – Experimental 12%	44

Índice de figuras

Figura 1. Ensayo de Cono de Abrams.....	15
Figura 2. Curva de pérdida de masa – Análisis Termo Gravimetrico	31
Figura 3. Curva Calorimétrica DSC.....	32
Figura 4. Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón.....	42
Figura 5. Resistencia a la Compresión – Experimental 9%	43
Figura 6. Resistencia a la Compresión – Experimental 12%	44
Figura 7. Comparación de los resultados de la Resistencia a la Compresión entre Prueba Patrón y Pruebas Experimentales	45
Figura 8. Resumen de los resultados de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Pruebas Experimentales	46

Palabras clave:

Tema : Resistencia del concreto
Especialidad : Tecnología de concreto

Key words:

Theme : Resistance of concrete
Speciality : concrete technology

Línea de investigación - OCDE

Línea Construcción y Gestión de la Construcción
Área Ingeniería, Tecnología
Sub-área Ingeniería Civil
Disciplina Ingeniería Civil

Constancia de Originalidad



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

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

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "Resistencia a la compresión del concreto $f_c=210$ kg/cm² sustituyendo cemento por ceniza de cola de caballo y concha de abanico - 2024," del (a) estudiante: **OLIVOS GONZALES SONYA BRIGITTE**, identificado(a) con Código N° 1113000173, se ha verificado un porcentaje de similitud del 30 %, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USPCU 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, 02 de febrero de 2026

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



DR. JAVIER MARTÍNEZ CARRÓN
Vicerrector de Investigación



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

Título

Resistencia a la compresion del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo cemento por ceniza de cola de caballo y concha de abanico.

Resumen

La presente tesis titulada: “Resistencia A La Compresión Del Concreto F’C 210kg/Cm² Sustituyendo Cemento Con Ceniza De Cola de Caballo Y Concha De Abanico”, pretende sustituir al cemento por la ceniza de cola de caballo y concha de abanico, para así mejorar el medio ambiente utilizando los residuos y no usar recursos no renovables, mejorar la problemática que existe en nuestra provincia, Así ayudará a reducir costo y mejorará la resistencia en las futuras construcciones de concreto. Se realizó la calcinación de la concha de abanico a una temperatura de 900° C y la cola de caballo a 450°C, el tipo de investigación es experimental. La población es en 2 grupos de control, que son patrón (9 probetas) y experimental (9 probetas), la muestra tiene 18 probetas de concreto.

Abstract

This thesis entitled: "Compressive Strength of Concrete F'C 210kg / Cm² Replacing Cement with Horsetail Ash and Fan Shell", aims to replace cement with horsetail ash and fan shell, in order to improve the environment by using waste and not using non-renewable resources, improve the problems that exist in our province, Thus it will help reduce costs and improve resistance in future concrete constructions. The fan shell was calcined at a temperature of 900 ° C and the horsetail at 450 ° C, the type of research is experimental. The population is in 2 control groups, which are pattern (9 test tubes) and experimental (9 test tubes), the sample has 18 concrete test tubes.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto ha llegado a ser el material más empleado en el sector de la construcción, pero a pesar de ser resistente, presenta fallas al momento de su rotura.

En el medio existe la falsa afirmación que un concreto de alto desempeño es solo aquel que posee la característica de alta resistencia y durabilidad, sin embargo, la definición de concreto de alto desempeño es mucho más amplia y alcanza una gran variedad de concretos, pudiendo ser un concreto de alto desempeño aquel concreto optimizado en su costo y trabajabilidad, que cumpla los requerimientos de resistencia y durabilidad.

Con el aporte de nuevas investigaciones realizadas, se han implementado nuevos procesos de construcción y combinación de distintos materiales tanto comerciales como reciclados que hace al concreto aumentar su resistencia.

Al respecto y como parte de esta investigación tenemos como antecedente nacional a Guzman (2023), en su investigación titulada Diseño de mezcla de concreto modificado para reducir la huella de carbono del cemento incorporando residuos de desechos de abanico en la ciudad de Paracas, donde logro Determinar el impacto ambiental, propiedades mecánicas y viabilidad económica de reemplazar un 15% de cemento por conchas de abanico trituradas en concreto, comparado con un concreto patrón. Se concluye que, la mezcla que reemplaza un 15% de cemento por conchas de abanico trituradas es viable mecánicamente. También ofrece beneficios ambientales al reducir la huella de carbono del concreto y presenta ventajas económicas al requerir menos gasto de materiales para su producción.

Tambien tenemmos a Velasquez (2020), en su investigación titulada Evaluación de la resistencia del concreto mediante el uso de las conchas de abanico – Lambayeque 2020 Universidad Señor de Sipán, teniendo como objetivo principal de la investigación fue evaluar la resistencia del concreto al incorporar conchas de abanico, sustituyendo parcialmente el agregado fino en diferentes porcentajes. Finalmente se obtuvo que los resultados indican que al sustituir el 20% del peso total del agregado fino por conchas de abanico, el concreto mostró mejoras significativas en sus

propiedades mecánicas, la resistencia a la compresión, tracción y flexión del concreto mejoró notablemente con la adición de conchas de abanico en este porcentaje. Sin embargo, al utilizar porcentajes mayores (30%), la resistencia del concreto mostró una disminución en comparación con el grupo de control. Se concluye que el uso de conchas de abanico como reemplazo parcial del agregado fino puede ser beneficioso hasta cierto punto, siendo el 20% el porcentaje óptimo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, teniendo como resultados sugieren que el aprovechamiento de las conchas de abanico en la industria del concreto puede ser una práctica viable y sostenible.

Tenemos a Vargas (2022), en su investigación titulada Evaluación de Propiedades del Mortero Incorporando Ceniza de Cola de Caballo y Hojas de Espino para Muros Portantes, Ayacucho, tuvo como objetivo Determinar la resistencia que logran los muros portantes al agregarle Ceniza de Cola de Caballo (CCC) y Hojas de Espino en dosificaciones del 5%, 7%, 9% y 11%. Se empleo una metodología aplicada con diseño experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo compuesta por mortero y pilas de ladrillos. Concluyo que los porcentajes de 7% y 9% de adición de CCC y Hojas de Espino presentan un incremento en la resistencia a la compresión: Mortero: 7%: De 217.6 kg/cm² a 240 kg/cm² y 9%: De 217.6 kg/cm² a 243.5 kg/cm². Pilas de ladrillo: 7%: De 67.8 kg/cm² a 86.8 kg/cm² y 9%: De 67.8 kg/cm² a 83.6 kg/cm². Se mejora las propiedades físicas y mecánicas del mortero para muros portantes.

Asimismo, Tello (2023), en su investigación titulada Desarrollo su tesis titulado Comportamiento de la concha de Argopecten Purpuratus triturado y la fibra de Sisal en las Propiedades Mecánicas del Concreto, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, con el objetivo evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en diseños de 210 kg/cm² y 28 kg/cm², al sustituir porcentajes variables de conchas de Argopecten Purpuratus trituradas y agregar diferentes cantidades de fibra de sisal. Se buscó determinar los porcentajes óptimos de estas variables para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto. Como resultados el porcentaje óptimo encontrado fue un 5% de reemplazo de conchas de Argopecten Purpuratus y una adición del 0.75% de fibra de sisal. Estos resultados sugieren que la combinación de conchas trituradas y fibra de sisal puede mejorar las propiedades mecánicas del

concreto, especialmente en términos de resistencia y durabilidad, así mismo se observó un incremento en la resistencia y durabilidad del concreto al introducir pequeños porcentajes de estos materiales adicionales. Concluye que, tanto las conchas de *Argopecten Purpuratus* trituradas como la fibra de sisal contribuyeron significativamente a mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

Por otro lado, Santivañez (2021), realizó su trabajo de investigación titulado *Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural*, Lima 2021; Universidad Privada del Norte, Lima, Perú. Como objetivo utilizar la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y las cenizas de conchas de abanico (CCAB) como sustitutos del cemento en la fabricación de bloques de concreto estructurales. El objetivo era evaluar cómo estas adiciones afectan las propiedades físicas y mecánicas de los bloques y determinar si cumplen con los requisitos del reglamento nacional de edificaciones norma E0.70. Obteniéndose como resultado y conclusión: Después de 28 días, los bloques de control superan a los bloques con adición de CCA en un 13.84% y los bloques con adición de CCAB en un 10.95% en resistencia a la compresión axial. La mezcla de CCAB es un 2.38% más resistente que la mezcla de CCA. Se determina que la adición de CCA y CCAB en la fabricación de bloques de concreto estructurales cumple con los requisitos del reglamento nacional de edificaciones norma E0.70.

En resumen, la investigación de Santivañez evaluó el uso de ceniza de cascarilla de arroz y cenizas de conchas de abanico como sustitutos del cemento en bloques de concreto estructurales. Los resultados mostraron que los bloques con estas adiciones cumplieron con los requisitos de resistencia según la norma E0.70, siendo los bloques con CCAB ligeramente más resistentes que los de CCA. Esto sugiere una viabilidad en la utilización de estos materiales como sustitutos del cemento en la fabricación de bloques de concreto estructurales.

También Paredes (2022), realizó una investigación de tesis titulada *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua*, Cajamarca 2021; Universidad Privada del Norte, Cajamarca. La investigación tuvo como objetivo principal determinar si la

adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua afecta la resistencia a la compresión del concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Se buscó evaluar cómo diferentes porcentajes de polvo de madera reciclado y la presencia del aditivo reductor de agua influyen en la resistencia del concreto. Según los resultados La resistencia a la compresión del concreto sin adición de polvo de madera y con aditivo reductor de agua a los 28 días fue de 213 kg/cm^2 . También que la resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua: 117.67 kg/cm^2 para 5% de polvo de madera reciclado, 78 kg/cm^2 para 10% de polvo de madera reciclado, 21.67 kg/cm^2 para 15% de polvo de madera reciclado. Concluye que, a medida que aumenta el porcentaje de polvo de madera reciclado, la resistencia del concreto disminuye. Y que las resistencias obtenidas con adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua fueron menores a 140 kg/cm^2 y 175 kg/cm^2 , lo que indica que no es adecuado para su uso en elementos estructurales.

Al respecto y como parte de esta investigación tenemos como antecedente local el autor Paredes (2020), en su tesis Resistencia a la compresión de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cascara de arroz y conchas de abanico. El objetivo de esta investigación fue determinar y comparar la resistencia a la compresión de un concreto estándar con resistencia de $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, y otro concreto en el cual se adicionó cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico, previamente activadas mecánica y térmicamente en un 10% y 5% respectivamente. Se buscaba lograr una resistencia a la compresión óptima en el concreto experimental. Concluye que: Se observa un aumento en la resistencia a la compresión en el concreto experimental con adiciones de cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico. Los valores obtenidos para el concreto experimental son 21.76%, 15.07%, y 11.71% superiores a los del concreto estándar. La adición de cenizas de cáscara de arroz (10%) y conchas de abanico (5%) resultó en una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Según Wilberth (2018) en su tesis Resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y cascara de arroz en 12% en la relación 3:1. La investigación tuvo como objetivo sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y cáscara de arroz en un 12%, en una

relación 3:1, en un concreto con resistencia de $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Se buscaba mejorar el medio ambiente utilizando residuos y recursos renovables, reducir costos y mejorar la resistencia en futuras construcciones de concreto. Obteniéndose como resultado: Tras la sustitución del cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de abanico en un 12% (relación 3:1), se observó una baja del 10% en la resistencia. Resistencia a la compresión: Concreto patrón: $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Y que el Concreto experimental: Resistencia inferior, a $F'_c=189 \text{ kg/cm}^2$.

Por otro lado, Altamirano (2022), en su tesis Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo el cemento por concha de abanico para pavimento rígido, Chimbote – 2022 Universidad Cesar Vallejo. La investigación tiene como objetivo lograr la sustitución del cemento por ceniza de conchas de abanico en porcentajes del 7%, 9% y 11%, en la mezcla de concreto para pavimento rígido con una resistencia objetivo de $f'_c=280 \text{ kg/m}^2$. Se busca mejorar la resistencia a la compresión del concreto para obtener un pavimento rígido más resistente, aprovechando las propiedades de las cenizas de concha de abanico debido a su alto contenido de óxido de cal. Resultados menores al valor crítico en el análisis ANOVA, validando la hipótesis nula de que la sustitución no mejora la resistencia. Se encontró que, al sustituir más cemento por ceniza de concha de abanico, se pierde resistencia a la compresión. Conclusiones: No se observa una mejora en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido $f'_c=280 \text{ kg/m}^2$ al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico en porcentajes del 7%, 9% y 11%. Al contrario, se observa una pérdida de resistencia a medida que se sustituye más cemento.

Asimismo, Carranza (2020) en su investigación titulada Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento de ceniza de paja de trigo y ceniza de conchas de abanico universidad San Pedro, Chimbote. El proyecto de investigación se enfocó en elaborar un concreto sustituyendo al cemento por ceniza de paja de trigo y ceniza de concha de abanico, con el objetivo de modificar la resistencia a la compresión en comparación con un concreto convencional. Se buscó también asegurar que el concreto cumpla con las normas técnicas peruanas y las especificaciones técnicas de ASTM. De los resultados se obtuvo que, los porcentajes de sustitución (8% y 16%) del concreto experimental no superaron la resistencia del concreto patrón. Concluye

que, aunque se utilizó ceniza de paja de trigo y ceniza de concha de abanico como sustitutos del cemento, los porcentajes de sustitución no fueron efectivos para mejorar la resistencia a la compresión. Este proyecto se destaca por utilizar materiales reutilizables y sustituir parte del cemento por residuos crustáceos y vegetales, contribuyendo así a la sostenibilidad y reutilización de recursos.

También Figueroa (2020), en su investigación titulada Resistencia del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo grava por residuos de conchas de abanico 3%, 7% y 11%, Nuevo Chimbote, Ancash-2020- Universidad Cesar Vallejo. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al sustituir grava por residuos de conchas de abanico en porcentajes del 3%, 7% y 11%. Se evaluaron las propiedades mecánicas del concreto mediante la rotura de 4 probetas a los 7 días, 4 probetas a los 14 días y 4 probetas a los 28 días, con un total de 48 probetas preparadas para el ensayo. Concluye que, se observa que al sustituir grava por residuos de conchas de abanico en porcentajes del 3%, 7% y 11%, la resistencia a la compresión del concreto disminuye en comparación con el concreto patrón a lo largo de los días de curado. Aunque se obtienen resistencias menores con la sustitución, el estudio muestra el comportamiento del concreto con diferentes porcentajes de sustitución.

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

Resistencia a la Compresión del concreto. La resistencia a la compresión del concreto es una propiedad fundamental que se utiliza para evaluar su calidad y su capacidad para soportar cargas. Esta resistencia se refiere a la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión antes de fallar. Hay varios factores que influyen en la resistencia a la compresión del concreto, como la calidad de los materiales utilizados, la relación agua-cemento, el curado y las condiciones ambientales. (Neville y Brooks, 2010).

La tecnología del concreto es un campo de estudio que abarca todos los aspectos relacionados con el concreto, desde su composición y propiedades hasta su uso en diversas aplicaciones de construcción. La tecnología del concreto abarca los

siguientes aspectos: Composición y propiedades de los materiales componentes (cemento, agregados, agua y aditivos). Mezcla y diseño de mezclas de concreto. Tecnología de la producción y transporte del concreto fresco. Procesos de curado y endurecimiento. Y Pruebas de control de calidad y evaluación de la resistencia y durabilidad del concreto. (Neville y Brooks, 2010).

Concreto. El cemento Portland se define en la forma como el producto obtenido por la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual del sulfato de calcio. Admitiéndose la adición de otros productos que no excedan el 1% en peso total, siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker (Rivva, E. 2000).

Es importante mencionar que la composición química del cemento puede tener variaciones, y los fabricantes pueden ajustarla para lograr ciertas propiedades específicas del cemento, como la resistencia, el tiempo de fraguado, la durabilidad, entre otros factores, está compuesto principalmente por cuatro elementos:

Tabla 1.

Componentes Químicos del Cemento y Procedencia usual

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas calizas
	Oxido de Sílice (SiO_2)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al_2O_3)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe_2O_3)	Arcillas, Mineral de Hierro, piritas
5%>	Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

Los porcentajes típicos en que intervienen los óxidos mencionados en el cemento Portland son:

Tabla 2.

Porcentajes de Óxidos en el Cemento Portland

COMPUESTO	PORCENTAJE	NOMBRE
CaO	61 % - 67 %	Oxido de Calcio
SiO₂	20% - 27%	Oxido de Silicio
Al₂O₃	4 % - 7 %	Oxido de Aluminio
Fe₂O₃	2 % - 4 %	Oxido de Fierro
SO₃	1 % - 3 %	Oxido de Azufre
MgO	1 % - 5 %	Oxido de Magnesio
K₂O y Na₂O	0.25 % - 1.5 %	Álcalis

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

La composición química del cemento Portland, que es el tipo más común de cemento utilizado en la construcción, típicamente incluye los siguientes componentes principales: Silicato Tricálcico (C3S): Es el compuesto más abundante en el cemento Portland, y es responsable de proporcionar resistencia temprana al concreto. Su fórmula química es $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Silicato Bicálcico (C2S): También contribuye a la resistencia del concreto, pero su fraguado y endurecimiento son más lentos que el C3S. Su fórmula química es $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$. Aluminato Tricálcico (C3A): Acelera el tiempo de fraguado del cemento, pero puede causar problemas de expansión y contracción. Su fórmula química es $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Ferrito Aluminato Tetracálcico (C4AF): Contribuye a la resistencia del cemento y es responsable de su color grisáceo. Su fórmula química es $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Además de estos componentes principales, el cemento Portland puede contener pequeñas cantidades de otros componentes como sulfatos, óxidos de magnesio, óxidos de calcio, óxidos de potasio y sodio, entre otros. La proporción exacta de estos componentes puede variar según el tipo de cemento Portland (como el Tipo I, Tipo II, Tipo III, etc.) y las especificaciones del fabricante.

Clasificación del cemento: Cemento Portland Tipo I: También conocido como cemento normal, es el tipo más común de cemento utilizado en la construcción

general. Es adecuado para una amplia variedad de aplicaciones, desde hormigón armado hasta mampostería y revestimientos. Tiene una resistencia inicial y final normal.

Cemento Portland Tipo II: Este tipo de cemento Portland es resistente a los sulfatos. Es adecuado para áreas donde el suelo o el agua contienen cantidades moderadas de sulfatos, lo que podría dañar el concreto normal. Se usa comúnmente en estructuras subterráneas, como cimientos y alcantarillas.

Cemento Portland Tipo III: También conocido como cemento de alta resistencia inicial, este tipo de cemento tiene una resistencia inicial mayor que el Tipo I y el Tipo II. Es útil en construcciones donde se requiere una rápida resistencia a la compresión inicial, como en la construcción de carreteras y puentes.

Cemento Portland Tipo IV: Este tipo de cemento Portland tiene una baja velocidad de calor de hidratación, lo que lo hace adecuado para grandes estructuras de concreto masivo, como presas o represas, donde el control de la temperatura es crucial para evitar grietas por calor.

Cemento Portland Tipo V: Es un cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos. Se utiliza en aplicaciones donde el suelo o el agua contienen niveles muy altos de sulfatos, como en áreas costeras o en contacto con agua salina. Es adecuado para construcciones marinas y estructuras expuestas a entornos altamente agresivos.

La selección del cemento Portland a utilizar en la elaboración de concretos es de gran importancia. Las diversas marcas y tipos presentarán diferentes propiedades de resistencia en su proceso de curado debido a variaciones en su composición y en su grado de finura, dentro de los parámetros permitidos por la Norma ASTM C 150.

El cemento que se empleará para la presente tesis será el cemento Portland Tipo 1.

Tabla 3.

Componentes Químicos del cemento Portland tipo 1

COMPONENTES	Cemento Tipo 1
Cal combinada: CaO	62.50%
Sílice: SiO ₂	21%
Alúmina: Al ₂ O ₃	6.50%
Hierro: Fe ₂ O ₃	2.50%
Óxido de Azufre: SO ₃	2.00%
Cal Libre: CaO	0.00%
Magnesio: MgO	2.00%
Perdida al Fuego: P. F	2.00%
Residuo Insoluble: R. I	1.00%
Álcalis: Na ₂ O + K ₂ O	0.50%

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

Agua

El agua es un componente esencial que se utiliza en la mezcla para hidratar el cemento y activar el proceso de fraguado y endurecimiento. Su cantidad y calidad son críticas para determinar las propiedades finales del concreto, como resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

En este libro, los autores discuten en detalle cómo el agua afecta las propiedades del concreto y cómo su cantidad y relación con el cemento (relación agua-cemento) son factores críticos en el diseño de mezclas de concreto. Se mencionan aspectos como la relación agua-cemento óptima para diferentes aplicaciones, la influencia del agua en la trabajabilidad y la resistencia del concreto, y la importancia del curado adecuado para garantizar una hidratación completa y un buen desarrollo de las propiedades mecánicas.

Tabla 4.

Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088

DESCRIPCION	LIMITE PERMISIBLE
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de Magnesio	150 ppm.
Sales Solubles Totales	1500 ppm.
pH.	Mayor de 7
Solidos en Suspensión	1500 ppm.
Materia Organiza	10 ppm.

Fuente: Tópico de tecnología de concreto de Enrique Pasquel

Agua de mezclado

El agua para mezclar y preparar concreto es un componente esencial que inicia la hidratación del cemento, activa el proceso de fragüe, y permite ajustar la trabajabilidad de la mezcla.

En el proceso de mezcla, el agua cumple varias funciones importantes:

Hidratación del Cemento

El agua reacciona químicamente con el cemento Portland en un proceso llamado hidratación. Esta reacción forma compuestos cristalinos que contribuyen a la resistencia y durabilidad del concreto.

Activación del Proceso de Fragüe

El agua es esencial para iniciar y activar el proceso de fraguado del cemento. Una vez que el cemento y el agua se mezclan, comienza la hidratación, lo que resulta en el endurecimiento gradual del concreto.

Trabajabilidad

El agua se utiliza para ajustar la trabajabilidad del concreto, que se refiere a la facilidad con la que se puede mezclar, colocar y compactar. La cantidad adecuada de agua es crucial para lograr una mezcla que sea manejable y que pueda ser colocada sin problemas en los encofrados.

Es importante destacar que la cantidad de agua utilizada en la mezcla debe ser cuidadosamente controlada. Demasiada agua puede resultar en una mezcla demasiado fluida, lo que puede debilitar el concreto, reducir su resistencia y aumentar su

contracción y fisuración durante el secado. Por otro lado, muy poca agua puede hacer que el concreto sea difícil de trabajar y compactar, lo que también puede afectar negativamente su resistencia y durabilidad.

Calidad del agua

La calidad del agua utilizada para mezclar concreto es un factor crítico que puede afectar significativamente las propiedades y durabilidad del concreto. A continuación, se detallan algunas características que deben tenerse en cuenta para asegurar una calidad adecuada del agua para el concreto:

Limpieza: El agua debe estar libre de materiales extraños como arcilla, limo, aceites, grasas, ácidos, alcalis y materia orgánica. La presencia de estos materiales puede afectar negativamente la resistencia y durabilidad del concreto.

Contenido de sólidos disueltos: El contenido de sólidos disueltos en el agua, como sales y minerales, debe ser bajo. Altos niveles de sólidos disueltos pueden causar eflorescencia (depósitos blancos en la superficie del concreto) y corrosión de refuerzos metálicos.

PH: El pH del agua debe estar dentro del rango adecuado, generalmente entre 6 y 8. Un pH fuera de este rango puede afectar la hidratación del cemento y la resistencia del concreto.

Cloruros: El contenido de cloruros en el agua debe ser bajo, ya que altos niveles de cloruros pueden causar corrosión de refuerzos metálicos, especialmente en estructuras expuestas a ambientes marinos o con alto contenido de cloruros.

Sulfatos: El agua no debe contener sulfatos en concentraciones elevadas, ya que pueden reaccionar con ciertos componentes del cemento y provocar la expansión y deterioro del concreto.

Temperatura: La temperatura del agua debe estar dentro del rango adecuado para evitar cambios bruscos de temperatura en la mezcla de concreto, lo que puede afectar su fraguado y resistencia final.

Para garantizar la calidad del agua para el concreto, es recomendable realizar pruebas de laboratorio en muestras representativas del agua que se utilizará. Además, en áreas donde la calidad del agua es desconocida o cuestionable, se puede optar por utilizar

agua potable o agua que cumpla con las normativas locales para el suministro de agua potable.

Relación agua / cemento

La relación agua-cemento (a/c) es un factor crítico en el diseño y la mezcla del concreto. Esta relación se refiere a la cantidad de agua utilizada en proporción a la cantidad de cemento en una mezcla de concreto. Por lo general, se expresa como una proporción en peso o en volumen.

Aquí hay algunos puntos importantes sobre la relación agua-cemento:

Resistencia: Una relación agua-cemento más baja tiende a producir un concreto más resistente. Esto se debe a que menos agua significa que hay menos espacio para que el cemento se hidrate, lo que resulta en una mayor densidad y resistencia del concreto.

Trabajabilidad: Una relación agua-cemento más alta produce un concreto más trabajable, es decir, más fácil de mezclar, colocar y compactar. Sin embargo, demasiada agua puede resultar en una mezcla demasiado fluida y difícil de controlar, lo que puede afectar negativamente la resistencia final.

Durabilidad: Una relación agua-cemento baja suele ser mejor para la durabilidad del concreto. Menos agua significa menos porosidad en la pasta de cemento, lo que reduce la posibilidad de que el agua y agentes agresivos penetren y dañen el concreto con el tiempo.

Permeabilidad: Una relación agua-cemento baja también está asociada con una menor permeabilidad del concreto. Esto significa que hay menos posibilidad de que el agua y otros líquidos penetren a través del concreto, lo que puede ser importante en aplicaciones donde se requiere impermeabilidad.

La relación agua-cemento óptima varía según el tipo de concreto, las condiciones de curado y las especificaciones del proyecto. Por ejemplo, para concreto de alta resistencia, la relación agua-cemento suele ser más baja (alrededor de 0.35 a 0.45), mientras que para concreto convencional puede estar en el rango de 0.45 a 0.60.

Es importante señalar que la relación agua-cemento debe ser controlada cuidadosamente durante el proceso de mezcla para garantizar que se logren las propiedades deseadas del concreto. Esto se logra mediante pruebas de laboratorio y ajustes en la mezcla según sea necesario.

Agente curador

El curado del concreto es un proceso crucial que se lleva a cabo después de la colocación y el fraguado inicial del concreto fresco. Consiste en mantener la humedad y la temperatura adecuadas en la superficie del concreto durante un período de tiempo específico para permitir una hidratación adecuada del cemento y el desarrollo de la resistencia y las propiedades deseadas.

Durante el proceso de curado, el concreto está expuesto a condiciones controladas que promueven una hidratación continua y adecuada del cemento. Esto asegura que el concreto alcance su máxima resistencia y durabilidad potencial. El curado adecuado es esencial para evitar la contracción excesiva, el agrietamiento prematuro y la baja resistencia del concreto.

Aquí hay algunos puntos clave sobre el curado del concreto:

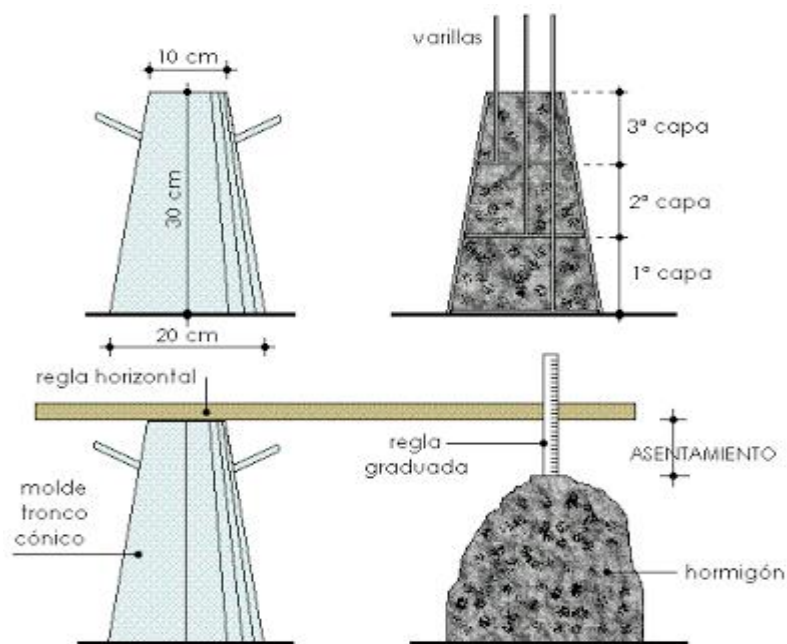
- Mantener la humedad:** Uno de los aspectos más importantes del curado es mantener la superficie del concreto húmeda. Esto puede lograrse mediante métodos como rociado de agua, mantas húmedas, membranas de curado, entre otros.
- Control de temperatura:** La temperatura también es un factor crítico en el curado. El concreto cura mejor a temperaturas moderadas y uniformes. Temperaturas extremas, tanto altas como bajas, pueden afectar negativamente el proceso de curado y las propiedades del concreto.
- Duración del curado:** El tiempo de curado varía según las condiciones climáticas y las especificaciones del concreto, pero generalmente se recomienda un mínimo de 7 días de curado para concreto estructural. Algunos concretos de alta resistencia pueden requerir un curado más prolongado.
- Métodos de curado:** Hay varios métodos de curado disponibles, incluyendo curado por agua, curado con vapor, membranas de curado, mantas térmicas, entre otros. El método seleccionado dependerá de factores como las condiciones climáticas, el tipo de estructura y las preferencias del contratista.

El objetivo final del curado del concreto es asegurar que el concreto alcance su máxima resistencia y durabilidad. Un curado adecuado puede marcar la diferencia en la longevidad y el rendimiento de una estructura de concreto. Es una etapa crítica en el proceso de colocación y acabado del concreto que no debe pasarse por alto.

Medida de la consistencia - Ensayo de cono de Abrams (Prueba de slump)

Esta es una de las pruebas más utilizadas para medir la consistencia del concreto. Consiste en llenar un cono troncocónico con concreto fresco en capas y luego levantar el cono verticalmente. La diferencia en la altura entre la parte superior del cono y la parte más alta del concreto caído (asentamiento) se mide en milímetros. Esta diferencia indica la fluidez del concreto y su capacidad para ser moldeado y conformado.

Figura 1.
Ensayo de Cono de Abrams



Fuente: Ingenieraiymas

Agregados para el concreto

Agregado Grueso

El agregado grueso es un componente esencial en la mezcla de concreto que consiste en partículas de tamaño grande que se añaden para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto. Estas partículas generalmente consisten en roca triturada, grava o piedra triturada y pueden variar en tamaño desde fracciones de pulgada hasta varias pulgadas de diámetro.

El agregado grueso desempeña varios roles importantes en el concreto:

- Resistencia mecánica: Las partículas grandes de agregado grueso proporcionan resistencia mecánica al concreto. Ayudan a aumentar la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción del concreto.
- Distribución de esfuerzos: El agregado grueso ayuda a distribuir las cargas aplicadas al concreto, lo que ayuda a prevenir la concentración de esfuerzos en áreas específicas y reduce el riesgo de agrietamiento.
- Reducción de la contracción: Al incluir agregado grueso en la mezcla, se reduce la cantidad de pasta de cemento necesaria, lo que ayuda a controlar la contracción durante el proceso de curado.
- Estabilidad dimensional: El agregado grueso ayuda a mejorar la estabilidad dimensional del concreto, lo que significa que el concreto es menos propenso a deformarse o expandirse debido a cambios en la temperatura y la humedad.
- Economía: El uso de agregado grueso en la mezcla de concreto también puede ser económico, ya que ayuda a reducir la cantidad de cemento necesario para una mezcla dada, lo que puede resultar en costos de producción más bajos.

Es importante seleccionar cuidadosamente el tipo y tamaño del agregado grueso para satisfacer los requisitos específicos del proyecto. La elección del agregado grueso adecuado puede afectar significativamente las propiedades y el rendimiento del concreto, por lo que se debe considerar la resistencia, la durabilidad, la trabajabilidad y otros factores al tomar esta decisión.

Características de un buen Agregado Grueso para el Concreto

Un buen agregado grueso para el concreto debe cumplir con varias características importantes para garantizar un concreto de calidad. Estas características incluyen:

Resistencia: El agregado grueso debe ser lo suficientemente resistente para soportar las cargas aplicadas al concreto. Esto es crucial para garantizar la resistencia a la compresión y a la tracción del concreto.

Durabilidad: El agregado grueso debe ser duradero y resistente a la intemperie, la abrasión y otros factores ambientales que puedan afectar su resistencia con el tiempo.

Un agregado duradero ayuda a garantizar la longevidad del concreto.

Limpieza: El agregado grueso debe estar libre de impurezas como arcilla, limo, materia orgánica y materiales extraños. La presencia de estas impurezas puede afectar negativamente la resistencia y la durabilidad del concreto.

Forma y textura: Un buen agregado grueso debe tener una forma y textura adecuadas para garantizar una buena adherencia con la pasta de cemento. Las partículas deben ser angulares o redondeadas, no planas, para proporcionar una buena interacción entre el agregado y la pasta.

Tamaño y gradación: El tamaño del agregado grueso y su gradación en la mezcla de concreto deben ser adecuados para garantizar una buena trabajabilidad y resistencia. La gradación se refiere a la distribución de tamaños de partículas, y una gradación adecuada mejora la resistencia y la compacidad del concreto.

Liberación de calor: Algunos agregados pueden generar calor durante el proceso de hidratación del cemento. Un buen agregado grueso debe tener una capacidad de liberación de calor adecuada para evitar problemas de agrietamiento por calor en el concreto.

Absorción de agua: La absorción de agua del agregado grueso debe ser controlada. Un alto contenido de agua en el agregado puede afectar la trabajabilidad y la resistencia del concreto.

Compatibilidad: El agregado grueso debe ser compatible con otros materiales de la mezcla de concreto, como el cemento y el agregado fino, para garantizar una buena trabajabilidad y resistencia final.

En resumen, un buen agregado grueso para el concreto debe ser resistente, duradero, limpio, tener la forma y textura adecuadas, tener un tamaño y gradación apropiados, controlar la liberación de calor y la absorción de agua, y ser compatible con otros materiales de la mezcla. Estas características aseguran un concreto de calidad que cumple con los requisitos de resistencia, durabilidad y trabajabilidad.

Agregado fino

El agregado fino es un componente esencial en la mezcla de concreto que consiste en partículas de tamaño pequeño que se añaden para mejorar la trabajabilidad y la resistencia del concreto. Este tipo de agregado está compuesto principalmente por

arena natural o arena de trituración, y sus partículas son más pequeñas que las del agregado grueso.

El agregado fino desempeña varias funciones importantes en el concreto:

Relleno de vacíos: Las partículas finas de arena llenan los espacios vacíos entre las partículas de agregado grueso y los granos de cemento, lo que ayuda a mejorar la compacidad y la densidad de la mezcla de concreto.

Trabajabilidad: El agregado fino mejora la trabajabilidad del concreto al proporcionar una mezcla más fácil de colocar, compactar y conformar. Esto es especialmente importante en aplicaciones donde se requiere una superficie lisa y uniforme, como en losas y pavimentos.

Resistencia: Aunque el agregado fino no contribuye significativamente a la resistencia mecánica del concreto, su presencia ayuda a mejorar la resistencia a la compresión y a la tracción, así como la durabilidad del concreto.

Economía: El uso de agregado fino en la mezcla de concreto también puede ser económico, ya que ayuda a reducir la cantidad de cemento necesaria para una mezcla dada, lo que puede resultar en costos de producción más bajos.

Es importante seleccionar cuidadosamente el tipo y la calidad del agregado fino para satisfacer los requisitos específicos del proyecto. La elección del agregado fino adecuado puede afectar significativamente las propiedades y el rendimiento del concreto, por lo que se debe considerar la granulometría, la limpieza, la forma de las partículas y otras características al tomar esta decisión.

El agregado fino utilizado en nuestro medio se denomina “Arena”, este resulta de la desintegración y abrasión naturales de la roca o procede de la trituración de esta. Las Arenas se pueden clasificar en:

- Arenas gruesas, con tamaños de partícula entre el tamiz N°4 y N°10 y el módulo de finura > 3.0 .
- Arenas medias, con tamaños de partícula entre el tamiz N°10 y N°40 y el módulo de finura ≈ 2.5 .
- Arenas finas, con tamaños de partícula entre el tamiz N°40 y N°200 y el módulo de finura < 2.0 .

Materiales Cementantes

Los materiales cementantes son sustancias que tienen la capacidad de unirse y solidificarse cuando se mezclan con agua y forman una pasta que se endurece con el tiempo. Estos materiales son esenciales en la fabricación del concreto y otros materiales de construcción. Los principales materiales cementantes son: Cemento Portland: Es el material cementante más comúnmente utilizado en la construcción. El cemento Portland es un polvo fino que, cuando se mezcla con agua, forma una pasta que se endurece gradualmente mediante un proceso de hidratación, convirtiéndose en una piedra sólida y resistente. Cemento de Escoria: Se produce mediante la mezcla de clínker de cemento Portland con escoria granulada de alto horno. La escoria se obtiene como un subproducto en la fabricación del acero y, cuando se combina con el cemento Portland, mejora la resistencia y durabilidad del concreto. Cemento de Puzolana: Se produce mediante la mezcla de clínker de cemento Portland con puzolana, que es un material silíceo o aluminoso que reacciona con el cal en presencia de agua. La puzolana puede ser ceniza volante, arcilla calcinada o tierra de diatomeas. Este tipo de cemento mejora la resistencia a largo plazo y la resistencia a los sulfatos del concreto. Cemento de Alta Resistencia Inicial: Este tipo de cemento tiene una mayor proporción de clínker y está diseñado para lograr resistencias tempranas rápidas. Es útil en aplicaciones donde se necesita una resistencia inicial rápida, como en la construcción de carreteras y puentes. Cemento Hidráulico: Este tipo de cemento tiene la capacidad de endurecerse y desarrollar resistencia incluso cuando está sumergido en agua. El cemento Portland es un ejemplo de cemento hidráulico. Geo polímeros: Son materiales cementantes alternativos que se basan en la reacción química de materiales alcalinos y silicatos para formar un enlace sólido. Los geo polímeros tienen la ventaja de una huella de carbono más baja en comparación con el cemento Portland, pero aún están en proceso de desarrollo y uso comercial.

En resumen, los materiales cementantes son sustancias que, cuando se mezclan con agua, forman una pasta que se endurece con el tiempo para unir y unir los agregados en el concreto. Estos materiales son esenciales en la construcción de estructuras duraderas y resistentes.

En resumen, los materiales cementantes son sustancias que, cuando se mezclan con agua, forman una pasta que se endurece con el tiempo para unir y unir los agregados en el concreto. Estos materiales son esenciales en la construcción de estructuras duraderas y resistentes.

Conchas de abanico: Las conchas de abanico, o conchas de vieira, son estructuras marinas que tienen diversas características y usos, tanto en la naturaleza como en aplicaciones humanas: **Características de las Conchas de Abanico:** **Diversidad de Especies:** Existen numerosas especies de moluscos bivalvos que producen conchas de abanico, cada una con sus propias características específicas. **Forma Distintiva:** Tienen una forma semicircular o en abanico, con una valva superior cóncava y una inferior plana. Esta forma les permite cerrarse herméticamente para proteger al molusco. **Textura y Color:** La textura de las conchas puede variar, desde lisa hasta estriada o con costillas radiales. Los colores también son diversos, incluyendo blanco, crema, marrón, rosa, naranja y rojo, con patrones de rayas, manchas o diseños. **Estructura Interna:** Las conchas están compuestas principalmente de carbonato de calcio en forma de aragonito, lo que les confiere dureza y resistencia. **Tamaño:** Las dimensiones de las conchas varían según la especie, desde unos pocos centímetros hasta más de 15 cm de diámetro en algunas especies más grandes. **Bordes Festoneados:** Los bordes de las conchas suelen ser ondulados o festoneados, con pequeñas muescas o "orejas" a lo largo del borde.

Usos de las Conchas de Abanico: **En la Naturaleza:** **Refugio y Protección:** Las conchas de abanico son el hogar y refugio de los moluscos que las producen, ofreciéndoles protección contra depredadores y condiciones ambientales adversas. **Regulación del Ecosistema:** Estas conchas también desempeñan un papel importante en la ecología marina al proporcionar hábitats y áreas de alimentación para otras especies marinas. **En Aplicaciones Humanas:** **Artesanía y Decoración:** Las conchas de abanico se utilizan en artesanías, decoración y diseño de interiores debido a sus hermosos colores y formas únicas. **Alimentos:** En muchos lugares del mundo, las vieiras y otros moluscos que producen conchas de abanico son considerados manjares y se consumen como alimentos. **Construcción y Arquitectura:** En algunas regiones, las conchas de abanico se utilizan en la construcción y la arquitectura como agregado en concreto y mortero,

proporcionando un aspecto decorativo y ayudando a reducir el peso del material.

Fabricación de Cal: Históricamente, las conchas de abanico se han utilizado para producir cal al ser quemadas y convertidas en óxido de calcio.

Productos de Belleza: En la industria cosmética, el polvo de conchas de abanico se utiliza en algunos productos de belleza debido a sus propiedades exfoliantes y suavizantes. En resumen, las conchas de abanico son estructuras marinas con formas y colores fascinantes. Tienen usos tanto en la naturaleza, proporcionando refugio y regulando el ecosistema marino, como en aplicaciones humanas como artesanías, alimentos, construcción y belleza. Su belleza y versatilidad las hacen apreciadas en diversas culturas y contextos.

Composición química de la concha de abanico: La composición química de la concha de abanico, también conocida como vieira, está compuesta principalmente por carbonato de calcio en forma de aragonita, junto con otros elementos y compuestos en menor proporción. A continuación, se presenta la composición química típica de las conchas de abanico:

Carbonato de Calcio (CaCO_3): Es el componente principal de las conchas de abanico y suele representar alrededor del 95% al 99% de su composición. La aragonita es una forma cristalina del carbonato de calcio que se encuentra en las conchas de abanico y es responsable de su dureza y estructura.

Magnesio (Mg): El magnesio puede estar presente en pequeñas cantidades en la composición de las conchas de abanico, generalmente en forma de dolomita, un mineral que contiene carbonato de calcio y magnesio.

Otros Minerales y Elementos Traza: Además del carbonato de calcio y el magnesio, las conchas de abanico pueden contener pequeñas cantidades de otros minerales y elementos como: Hierro (Fe), Fósforo (P), Sodio (Na), Potasio (K), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Silicio (Si), Aluminio (Al), Bario (Ba), Estroncio (Sr).

Estos elementos y minerales pueden variar ligeramente dependiendo de la especie de concha de abanico y del entorno marino en el que se encuentren.

Es importante destacar que la presencia de estos elementos y minerales en las conchas de abanico puede tener implicaciones en su resistencia, dureza y otras propiedades físicas. Además, la composición química de las conchas de abanico también es relevante cuando se utilizan en aplicaciones industriales, como en la fabricación de concreto o productos cosméticos.

Cola de Caballo, Propiedades de la cola de caballo: La cola de caballo posee una serie de características interesantes para la construcción, su composición es $\text{SiO}_2 + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$ y es similar a la composición química del cemento $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO}$ que alcanza un porcentaje de 93%; garantizando que puede sustituir al cemento en un porcentaje alto. Pueden utilizarse como material resistente sin añadir sustancias químicas (Kestur, 2015).

Características químicas de la cola de caballo: También ha sido bien establecido que esta especie contiene sales / minerales de potasio, magnesio, calcio, fósforo, sodio y aluminio como sus constituyentes, que tiene más del 10% de los componentes inorgánicos, así como compuestos fenólicos, flavonoides, entre otros. También está bien establecida la posibilidad de concentraciones de silicio alcanzando aproximadamente el 25% de su peso seco en estas especies. De sílice se ha encontrado que se han acumulado en los mandos en forma amorfa y como una capa.

Tabla 5.

Composición Química de la Cola de Caballo

Componentes Químicos	Resultado (%)
Oxido de silicio: SiO ₂	76.838%
Óxido de Hierro: Fe ₂ O ₃	4.50%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	8.835%
Oxido de Calcio: CaO	3.123%
Dióxido de Azufre: SO ₂	0.957%
Dióxido de Cloro: ClO ₂	0.206%
Óxido de Potasio: K ₂ O	4.723%
Óxido de titanio: TiO ₂	0.387%
Óxido de Vanadio: V ₂ O ₅	0.005%
Óxido de Cromo: Cr ₂ O ₃	0.015%
Óxido de Magnesio: MnO	0.112%
Óxido de Zinc: ZnO	0.086%
Óxido de Estroncio: SrO	0.025%
Óxido de Rubidio: Rb ₂ O	0.008%
Óxido de Itrio: Y ₂ O ₃	0.003%
Óxido de Circonio: ZrO ₂	0.031%
Óxido de Bario: BaO	0.091%

Fuente: Laboratorio de Arqueometría –San Marcos – Lima

Producciones de la cola de caballo

El incremento en la demanda de los mercados por plantas y productos derivados de ellas aumenta simultáneamente el riesgo de la identificación errada. Esta situación describe el caso de la “cola de caballo”, la cual es exportada a diversos mercados en países vecinos, Europa y los Estados Unidos de N.A. Ministerio de Agricultura (2011). La exportación de esta planta alcanzó 21820 kg/año.

Obtención de la cola de caballo

La cola de caballo es extraída mediante corte manual cerca de los lugares húmedos, se la puede encontrar en los alrededores de ríos, riachuelos y lugares húmedos de la zona.

La materia prima (Cola de caballo) será recolectada de los riachuelos del distrito de santa, cerca de la huaca Choloque, Distrito de Santa.

Accesibilidad

A nivel Local: La Huaca choloque se ubica a unos 2.28 km de la plaza de armas de Santa en dirección norte, constituye una zona agrícola ubicada cerca de un canal de regadío.

El presente estudio se justifica teóricamente la sustitución del cemento por ceniza de concha de abanico y cola de caballo) se basa en la investigación previa que ha demostrado las propiedades cementantes de estos materiales. La ceniza de cáscara de huevo, rica en compuestos como el óxido de calcio, y el vidrio molido, con alto contenido de óxido de silicio, se han estudiado por su capacidad para mejorar la resistencia y durabilidad del concreto. Esta justificación se apoya en la teoría de la sustentabilidad y la búsqueda de alternativas más ecológicas en la industria de la construcción.

Así mismo, el estudio también se justifica de manera practica porque La sustitución parcial del cemento por ceniza de cáscara de huevo y vidrio molido en la producción de concreto puede ofrecer beneficios prácticos significativos. Esta investigación podría ayudar a reducir la dependencia de los materiales de construcción convencionales, promoviendo así la conservación de recursos naturales y la gestión sostenible de residuos. Además, podría contribuir a la reducción de costos en la industria de la construcción al utilizar materiales alternativos más económicos.

Por otro lado, se justifica de manera social porque Desde una perspectiva social, esta investigación tiene el potencial de generar impactos positivos en varias áreas. En primer lugar, podría mejorar la calidad de vida de las comunidades al reducir el impacto ambiental asociado con la producción de cemento y la disposición de residuos de concha de abanico y cola de caballo. Además, al promover prácticas constructivas más sostenibles, se podrían crear empleos en sectores relacionados con la gestión de residuos y la producción de materiales alternativos. Además, la implementación exitosa de esta técnica podría llevar a la disponibilidad de viviendas más asequibles y resistentes en comunidades de bajos ingresos.

Asimismo, la presente investigación se justifica en la metodología debido a que, esta investigación se basa en un enfoque experimental que implica la manipulación controlada de variables, como la proporción de sustitución de cemento por ceniza de

concha de abanico y cola de caballo. Se emplearían técnicas de ensayo de laboratorio estándar para evaluar la resistencia a la compresión del concreto modificado. Este enfoque riguroso garantizará la validez y la fiabilidad de los resultados obtenidos, permitiendo conclusiones sólidas sobre la viabilidad técnica de la sustitución parcial del cemento en el concreto.

Asimismo, la presente investigación se justifica en forma científica debido a que, esta investigación busca llenar un vacío en el conocimiento sobre el uso de materiales alternativos en la producción de concreto. El estudio de la resistencia a la compresión del concreto con sustitutos parciales de cemento como la ceniza de concha de abanico y cola de caballo tiene el potencial de contribuir al avance de la ciencia de los materiales de construcción. Además, podría proporcionar información valiosa sobre la interacción entre estos materiales y las propiedades físicas y mecánicas del concreto, lo que podría llevar a innovaciones en el diseño y la formulación de mezclas de concreto más sostenibles.

Por otro lado, la realidad problemática La problemática radica en la búsqueda de alternativas sostenibles y eficaces para la producción de concreto con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm². La sustitución del cemento por materiales como la ceniza de concha de abanico y cola de caballo) en una proporción de 3:1 plantea desafíos técnicos y logísticos significativos. Estos incluyen la necesidad de evaluar la efectividad de esta sustitución en términos de rendimiento estructural y durabilidad del concreto. Además, se deben abordar preocupaciones relacionadas con la resistencia, la adherencia y la estabilidad a largo plazo del material modificado. La aceptación y adopción generalizada de esta práctica por parte de la industria de la construcción también puede enfrentar obstáculos debido a consideraciones económicas, reglamentarias y de disponibilidad de materiales a gran escala. En última instancia, la resolución exitosa de esta problemática requiere un equilibrio entre la innovación en materiales, la viabilidad técnica y económica, y el cumplimiento de estándares de calidad y seguridad en la construcción. En tal sentido se formula la siguiente pregunta:

¿En qué medida la sustitución al cemento por la combinación de la CCA y CCC permitirá obtener una resistencia mayor o igual del orden $F'_c=210\text{kg/cm}^2$ La conceptualización de variables se indica en el cuadro siguiente:

Resistencia del Concreto

Definición conceptual: Mediante ensayos de compresión uniaxial en especímenes normalizados de concreto, donde se aplica una carga gradual hasta que se produce la falla por compresión del material. La resistencia se mide en kg/cm^2 .

Definición Operacional: Para esta variable se realizará un diseño de mezcla patrón el cual será curado durante 7, 14 y 28 días para que llegue a la resistencia patrón. Para la muestra patrón se tendrá una resistencia de $F'_c=210\text{kg/cm}^2$

Concha de abanico cola de caballo

Definición conceptual: La sustitución del cemento se realizará en porcentajes por CCA y CCC, lo cual será quemado en un horno eléctrico. La ceniza de cascara de huevo esta rica en calcio, y el vidrio molido contiene sílice

Definición Operacional: La fabricación del concreto con la nueva sustitución estará constituido por cemento, agregados finos y gruesos, agua en porcentajes

En esta investigación se tiene como hipótesis Sustituyendo al cemento por la combinación de ceniza de concha de abanico y cola de caballo se lograría tener una resistencia mayor a lo establecido $f_c=210\text{ kg/cm}^2$

Y como objetivo general se indica: Determinar la resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210\text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por ceniza de concha de abanico y cola de caballo). Y los siguientes objetivos específicos: Determinar la temperatura y tiempo de calcinación de la CCA. Determinar la composición química de la CCA y CCC mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X. Determinar el grado de alcalinidad pH de la muestra patrón, en la experimental y su combinación. Determinar la relación A/C. Determinar la resistencia de los patrones y los

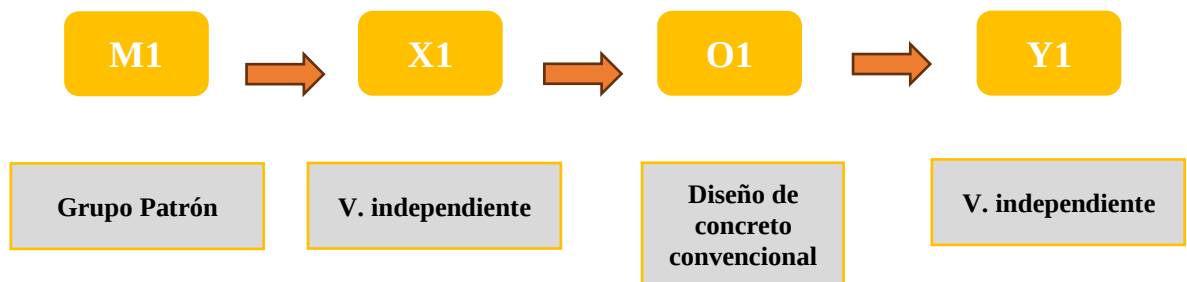
experimentales de los 7, 14 y 28 días. Comparar los resultados mediante la determinación estadística.

II. METODOLOGÍA

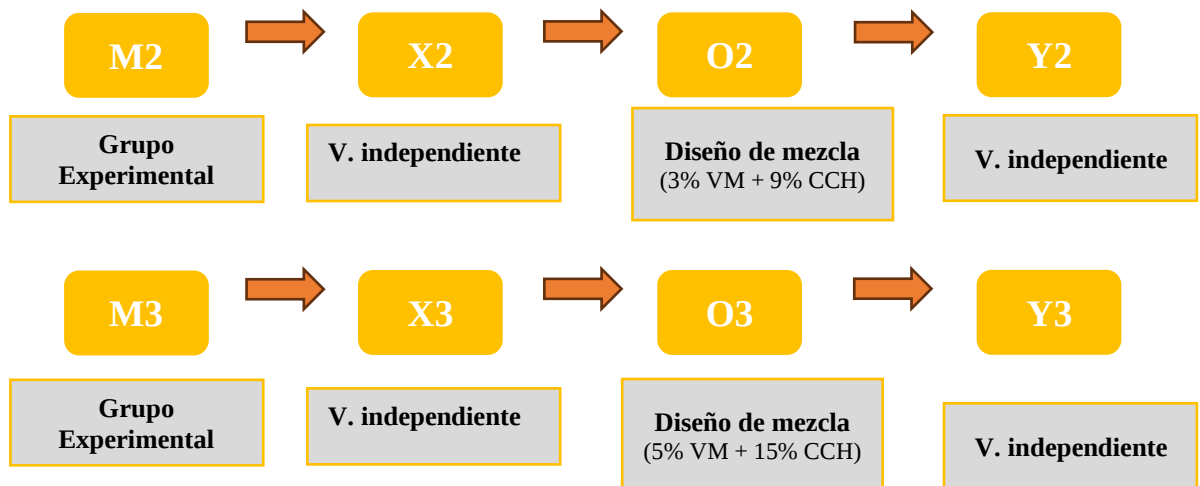
El tipo de investigación que se aplicara es experimental, específicamente cuasiexperimental, ya que implica la manipulación de una variable independiente (sustitución de cemento por ceniza de concha de abanico y cola de caballo) para observar su efecto en la variable dependiente (resistencia a la compresión del concreto).

El diseño de esta investigación corresponde a un diseño cuasi experimental, ya que la variable dependiente va a sufrir un cambio de material por los porcentajes (3% CCC + 9% CCA) y (5%CCC + 15% CCA), donde la CCA contiene un alto contenido de calcio y el CCC cuenta con un cierto porcentaje de sílice lo que espera pueda ayudar a aumentar la resistencia del concreto patrón. El esquema fue el siguiente:

GRUPO CONTROL



GRUPO EXPERIMENTAL



M1: Grupo control, Muestras de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Xi: Diseño de concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

O1: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación diseño de concreto patrón.

Yi: Niveles de resistencia de las muestras del concreto patrón.

M2: Grupo Experimental, Muestras de concreto sustituyendo al cemento en (3% VM + 9% CCH)

Xi: Diseño de concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en (3% VM + 9% CCH)

O2: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación con el diseño de concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ experimental.

Yi: Niveles de resistencia de las muestras de concreto donde se ha sustituido al cemento en (3% VM + 9% CCH)

M2: Grupo Experimental, Muestras de concreto sustituyendo al cemento en (5% VM + 15% CCH)

Xi: Diseño de concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en (5% VM + 15% CCH)

O2: Observaciones Obtenidas por dicha muestra, son los resultados anotados en la guía de observación con el diseño de concreto patrón $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ experimental.

Yi: Niveles de resistencia de las muestras de concreto donde se ha sustituido al cemento en (5% VM + 15% CCH)

Población y muestra:

La población estará compuesta por 27 probetas, donde se añadirá diferentes proporciones de los materiales propuestos con la única finalidad de cumplir la resistencia a la compresión del concreto, lo cual es plasmado en las NTP; siendo la siguiente distribución: 9 probetas de concreto patrón, 9 probetas de concreto experimental de sustitución (3% VM + 9% CCH), 9 probetas de concreto experimental de sustitución de (5% VM + 15% CCH).

Técnicas e Instrumentos de Investigación

El presente estudio se aplicará la técnica de la observación, en los concretos patrones y experimental, donde se visualizará los agregados existentes y otros materiales necesarios para la aplicación del diseño de mezcla sin ser alterados.

Mientras que, los instrumentos de recolección de datos serán las fichas de recolección de datos, reportes de laboratorio normalizado y estandarizadas por el laboratorio a cargo siendo los siguientes instrumentos:

- Contenido de Humedad (NTP 339.185)
- Análisis granulométrico (NTP 400.012 y ASTM C33)
- Peso específico y absorción del agregado grueso y fino (NTP 400.021, 400.022 y ASTM C127, C128)
- Peso unitario de los agregados (NTP 400.017 y ASTM C29)
- Ensayos de resistencia a compresión (NTP 339.034:2015)

III. RESULTADOS

Del **primer objetivo específico**: Determinar la temperatura y tiempo de calcinación de la CCA se tuvo como resultado lo siguiente:

ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL (ADT): CENIZA DE CONCHA DE ABANICO

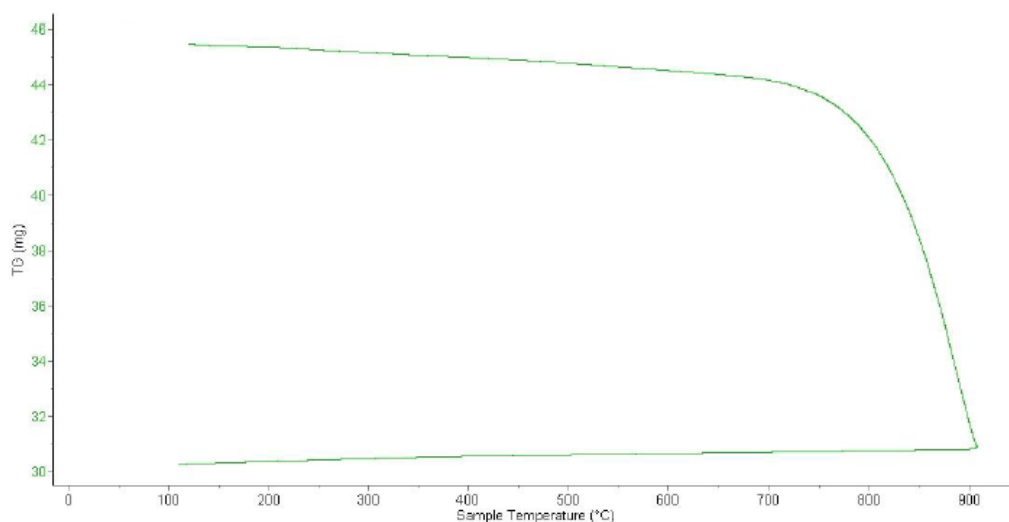
Próxima iniciativa: se examinó la temperatura ideal calcinación por análisis térmico diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un analizador termoeléctrico simultáneo (T G_DTA_DSC) con una temperatura máxima de 1600°C. Configure Sys_Evolution. El rango de temperatura utilizado para el experimento fue de 25 a 1000 °C, la masa de la muestra que se analizó fue de 45.8 mg y los caudales de gas de trabajo y nitrógeno fueron de 10 ml/min.

Los resultados de este análisis aparecen en los Grafico 1 y 2.

Figura 2.

Curva de pérdida de masa – Análisis Termo Gravimetrico

I- Curva Análisis Termo gravimétrico (TGA).



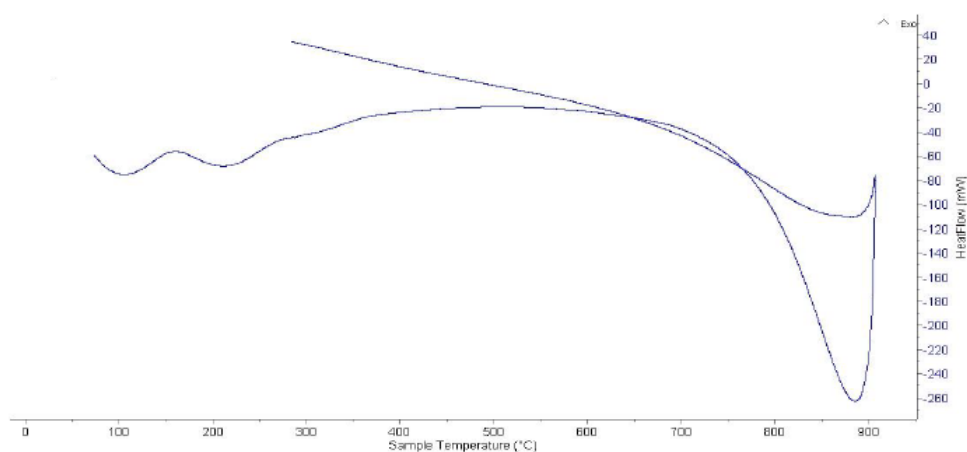
Fuente: Laboratorio de Polímeros – UNT

Descripción:

De esta forma, de acuerdo al Gráfico N°1, del análisis termogravimétrico revela una buena estabilidad térmica del material hasta una temperatura 700 °C marcando el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material. Tan pronto como el material de prueba alcanza su temperatura máxima, presenta una pérdida de aproximadamente el 34% con respecto a su masa inicial.

Figura 3.

Curva Calorimétrica DSC

II- Curva Calorimétrica ATD

Fuente: Laboratorio de Polímeros – UNT

Descripción:

De esta forma, de acuerdo al Gráfico N°2, del rango de 110°C y 210°C, el análisis calorimétrico revela un pico intenso de absorción térmica a 890°C, reflejando una muestra de caída intensa representa absorción termoquímica, que puede indicar un posible cambio de fase o cambio en las propiedades del material.

A continuación, se desarrolla el **segundo objetivo específico** de Determinar la composición química de la CCA y CCC mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X, se tuvo como resultado lo siguiente:

ANÁLISIS DE MUESTRA DE CCA POR FRXDE

El Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos analizó los materiales como forma química para determinar la conclusión. Se utilizó un espectrómetro Amptek FRXDE, operando con una corriente de 10 uA y un voltaje de 30 kV para oro.

La muestra de concha de abanico previamente calcinada y se encuentra en forma de polvo fino de color gris claro.

Tabla 6.

Composición elemental de ceniza de concha de abanico en % de la masa total

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Óxido de Aluminio (Al_2O_3)	4.446	4.026
Dióxido de Silicio (SiO_2)	12.606	11.416
Dióxido de Azufre(SO_2)	0.076	0.069
Dióxido de Cloro (ClO_2)	0.854	0.774
Óxido de Potasio (K_2O)	3.165	2.866
Hidróxido de Calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$	88.639	80.271
Óxido de Manganeseo (MnO)	0.039	0.035
Óxido Férrico (Fe_2O_3)	0.489	0.443
Óxido de Níquel (Ni_2O_3)	0.017	0.015
Óxido de Zinc (ZnO)	0.014	0.012
Óxido de Estroncio (SrO)	0.070	0.063
Dióxido de Zirconio(ZrO_2)	0.011	0.010
Total	110.425	100.00

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

Descripción:

De acuerdo a la Tabla N°6 muestra de concha de abanico en % de la masa total, donde se encontró en primer lugar al Hidróxido de Calcio con un porcentaje de 80.271, seguido del Dióxido de Silicio con un porcentaje de 11.416, del Óxido de Aluminio con un porcentaje de 4.026, y del Óxido de Potasio con un porcentaje de 2.866, siendo estos sus componentes principales.

ANÁLISIS DE MUESTRA DE CCC POR FRXDE

El Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos analizó los materiales como forma química para determinar la conclusión. Se utilizó un espectrómetro Amptek FRXDE, operando con una corriente de 15 uA y un voltaje de 30 kV para oro.

La muestra de concha de abanico previamente calcinada a 390°C durante 90 minutos.

Tabla 7.

Composición elemental de ceniza de cola de caballo en % de la masa total

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Óxido de Aluminio (Al_2O_3)	10.083	11.633
Dióxido de Silicio (SiO_2)	37.083	42.715
Dióxido de Azufre (SO_2)	7.879	9.090
Dióxido de Cloro (ClO_2)	5.836	6.733
Óxido de Potasio (K_2O)	9.794	11.300
Óxido de Calcio (CaO)	12.028	13.877
Óxido de Titanio (TiO_2)	0.356	0.411
Óxido de Vanadio (V_2O_5)	0.020	0.023
Óxido de Manganeseo (MnO)	0.078	0.090
Óxido Férrico (Fe_2O_3)	3.040	3.507
Óxido de Níquel (Ni_2O_3)	0.030	0.034
Óxido Cúprico (CuO)	0.263	0.304
Óxido de Zinc (ZnO)	0.176	0.206
Dióxido de Bromo (BrO_2)	0.021	0.024
Óxido de Estroncio (SrO)	0.035	0.041
Dióxido de Zirconio (ZrO_2)	0.011	0.012
Total	86.674	100.00

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

Descripción:

De acuerdo a la Tabla N°7 muestra de cola de caballo en % de la masa total, donde se encontró en primer lugar al Dióxido de Silicio con un porcentaje de 42.715, seguido del Óxido de Calcio con un porcentaje de 13.877, del Dióxido de Aluminio con un porcentaje de 11.633, y del Óxido de Potasio con un porcentaje de 11.300, siendo estos sus componentes principales.

De esta manera, siguiendo con el **tercer objetivo específico** de Determinar el grado de alcalinidad pH de la muestra patrón, en la experimental y su combinación, se tuvo como resultado lo siguiente:

Tabla 8.

pH de los componentes activos de la pasta

Análisis	pH
Potencial de Hidrógeno(pH)= concreto	12.0
Potencial de Hidrógeno(pH)= Combinación C. Tipo I-91%+9% CCC+CA	13.3
Potencial de Hidrógeno(pH)= Combinación C. Tipo I.88%+12% CCC+CA	12.9

Fuente: Laboratorio Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales -
Universidad San Pedro

Descripción:

De acuerdo a la Tabla N°8 donde se muestra el pH de los componentes activos de la pasta los valores indican que todos los componentes son bastante alcalinos, lo cual es típico en productos a bases de cemento.

A continuación, se muestra el desarrollo del **cuarto objetivo específico**: Determinar la relación A/C, se tuvo como resultado lo siguiente:

Relación Agua/Cemento de Concreto Patrón:

Valores de Diseño a utilizar:

- Según los datos de los ensayos realizados a los materiales tanto en el agregado grueso y agregado fino se determinaron el peso unitario suelto, peso unitario compactado, contenido de humedad, absorción y gravedad específica, granulometría.
- Con los datos obtenidos de dichos ensayos se realizó el diseño de mezcla para un concreto de 210 kg/cm² a los 28 días.

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.10

Agua:

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso específico de masa: 2.74
- Peso unitario suelto: 1704 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1861 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.29 %
- Absorción: 0.77 %
- Modulo de fineza: 2.91

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4”
- Peso específico de masa: 2.80
- Peso unitario suelto: 1521 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1583 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.29 %
- Absorción: 0.58 %

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

Factor de Cemento

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

Valores de diseño corregidos

- Cemento: 299.708 kg/m³
- Agua efectiva: 212.194 lts/m³
- Agregado fino: 915.956 kg/m³
- Agregado grueso: 968.538 kg/m³

Proporciones en Peso

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 30.09 lts/bolsa
- Agregado fino: 3.06
- Agregado grueso: 3.23

Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 30.09 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.68
- Agregado grueso: 3.18

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 tipo I 91%+9%CCC+CA se realizó el diseño de mezcla experimental.

Cemento:

- *Cemento Tipo I 91%+9% CCC+CA*
- Peso específico: 3.12

Agua:

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso específico de masa: 2.74
- Peso unitario suelto: 1704 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1861 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.29 %
- Absorción: 0.77 %
- Modulo de fineza: 2.91

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
- Peso específico de masa: 2.80"
- Peso unitario suelto: 1521 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1583 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.29 %
- Absorción: 0.58 %

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

Volúmenes absolutos

- Cemento: 0.088 m³
- 9% CCC+CA: 0.009 m³
- Agua efectiva: 0.205 m³
- Agregado fino: 0.334 m³
- Agregado grueso: 0.345 m³
- Aire: 0.020 m³

Pesos Secos

- Cemento: 272.73 kg/cm³
- 9% CCC+CA: 26.974 kg/cm³
- Agua efectiva: 205.00 lts/bolsa
- Agregado fino: 913.55 kg/m³
- Agregado grueso: 965.70 kg/m³

Pesos corregido por humedad

- Cemento: 272.73 kg/cm³
- 9% CCC+CA: 26.974 kg/cm³
- Agua efectiva: 215.30 lts/bolsa
- Agregado fino: 915.96 kg/m³
- Agregado grueso: 968.54 kg/m³

Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- 9% CCC+CA: 0.099 kg/cm³
- Agregado fino: 3.358 kg/cm³
- Agregado grueso: 3.551 kg/cm³

Relación Agua/Cemento de Concreto Experimental:

Valores de Diseño a utilizar:

- Con los datos obtenidos del ensayo del peso específico combinación de cemento tipo I 88%+12 %CCC+CA se realizó el diseño de mezcla experimental.

Cemento:

- *Cemento Tipo I 88 % + 12 % CCC + CA*
- Peso específico: 3.23

Agua:

- Potable de la zona

Agregado Fino: CANTERA: VESIQUE

- Peso específico de masa: 2.74
- Peso unitario suelto: 1704 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1861 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.29 %
- Absorción: 0.77 %
- Modulo de fineza: 2.91

Agregado Grueso: CANTERA: RUBEN

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
- Peso específico de masa: 2.80"
- Peso unitario suelto: 1521 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1583 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.29 %
- Absorción: 0.58 %

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

Volúmenes absolutos

- Cemento: 0.085 m³
- 9% CCC+CA: 0.012 m³
- Agua efectiva: 0.205 m³
- Agregado fino: 0.334 m³
- Agregado grueso: 0.345 m³
- Aire: 0.020 m³

Pesos Secos

- Cemento: 263.74 kg/cm³
- 12 % CCC+CA: 35.965 kg/cm³
- Agua efectiva: 205.00 lts/bolsa
- Agregado fino: 913.35 kg/m³
- Agregado grueso: 965.70 kg/m³

Pesos corregido por humedad

- Cemento: 263.74 kg/cm³
- 12 % CCC+CA: 35.965 kg/cm³
- Agua efectiva: 220.55 lts/bolsa
- Agregado fino: 915.96 kg/m³
- Agregado grueso: 968.54 kg/m³

Proporciones en Volumen

- Cemento: 1.00
- 9% CCC+CA: 0.136 kg/cm³
- Agregado fino: 3.473 kg/cm³
- Agregado grueso: 3.672 kg/cm³

A continuación, se muestra el desarrollo del **quinto objetivo específico**: Determinar la resistencia de los patrones y los experimentales de los 7, 14 y 28 días, se tuvo como resultado lo siguiente:

Determinando la Resistencia a la Compresión – Prueba Patrón

Tabla 9.

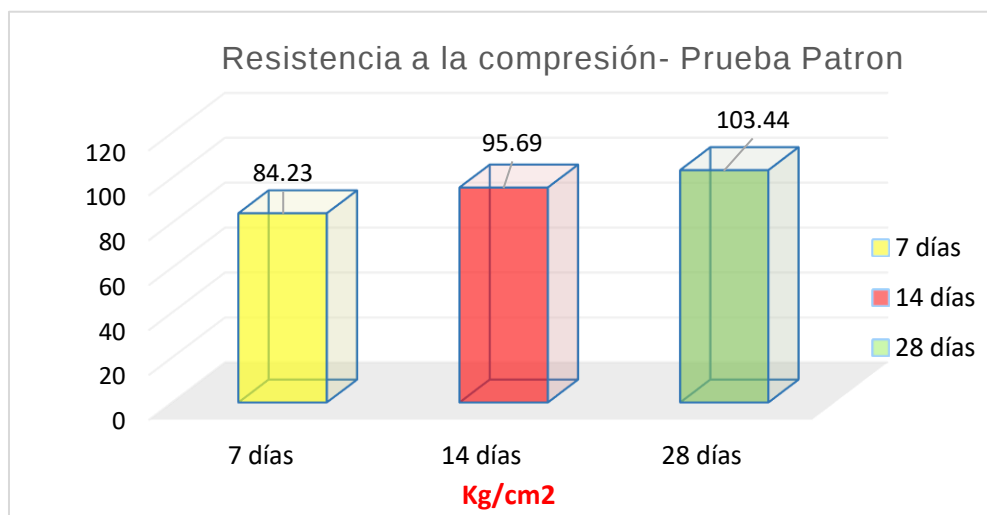
Resistencia promedio del mortero en kg/cm² obtenidos a los 7, 14 y 28 días

N°	ELEMENTO	DÍAS	RESISTENCIA f'c Kg/Cm2
1	PATRON	7 días	84.23
2		14 días	95.69
3		28 días	103.44

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.

Resistencia a la Compresión - Prueba Patrón



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Así, la mayor resistencia se obtuvo a los 7, 14 y días de curado para el concreto estándar, como se muestra en la Tabla N°9 y Gráfico N° 3 del Cuadro a la compresión en el día 28 con un valor de 103.44 kg/cm², y la menor resistencia se da en el día 7 con un valor de 84.23 kg/cm², estos resultados indican que la resistencia sube respecto a los días de tratamiento.

Determinando la Resistencia a la Compresión – Experimental 9%

Tabla 10.

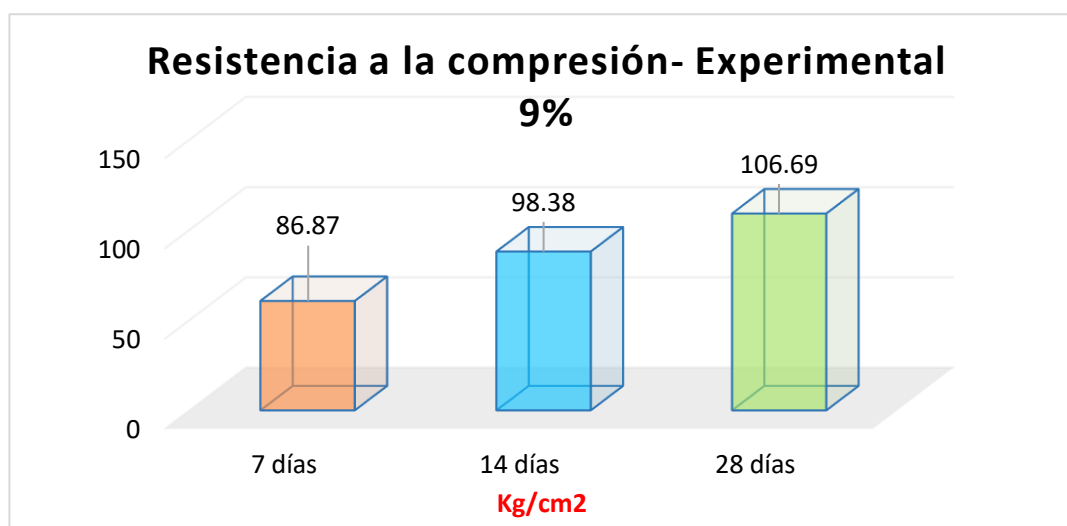
Resistencia promedio del mortero a la Compresión – Experimental 9%

N°	ELEMENTO	DÍAS	RESISTENCIA f'c Kg/Cm2
1	EXPERIMENTAL 9%	7 días	86.87
2		14 días	98.38
3		28 días	106.69

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.

Resistencia a la Compresión – Experimental 9%



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

Así, la resistencia a compresión intermedia del hormigón experimental al 9%, obtenida después de 7,14 y 28 días de curado, respectivamente, se muestra en la Tabla N° 10 y el Gráfico N° 4. Estas resistencias son superiores a la compresión en el día 28 con un valor de 106.69 kg/cm2, y la menor resistencia se da en el día 7 con un valor de 86.87 kg/cm2, estos resultados indican que la resistencia sube respecto a los días de tratamiento.

Determinando la Resistencia a la Compresión – Experimental 12%

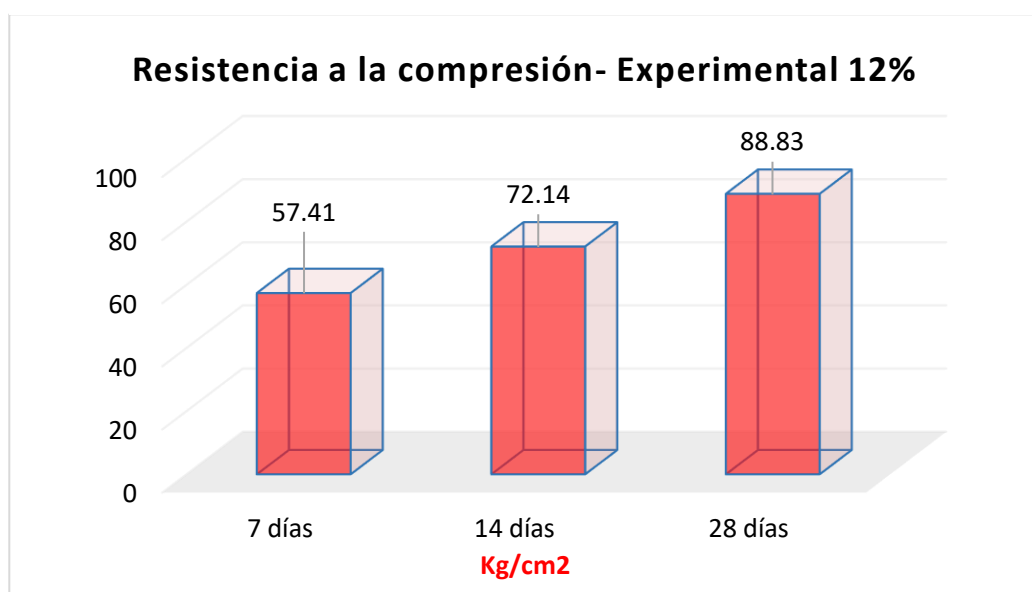
Tabla 11.

Resistencia promedio del mortero a la Compresión – Experimental 12%

N°	ELEMENTO	DÍAS	RESISTENCIA f'c Kg/Cm2
1	EXPERIMENTAL 12%	7 días	57.41
2		14 días	72.14
3		28 días	88.83

Figura 6.

Resistencia a la Compresión – Experimental 12%



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

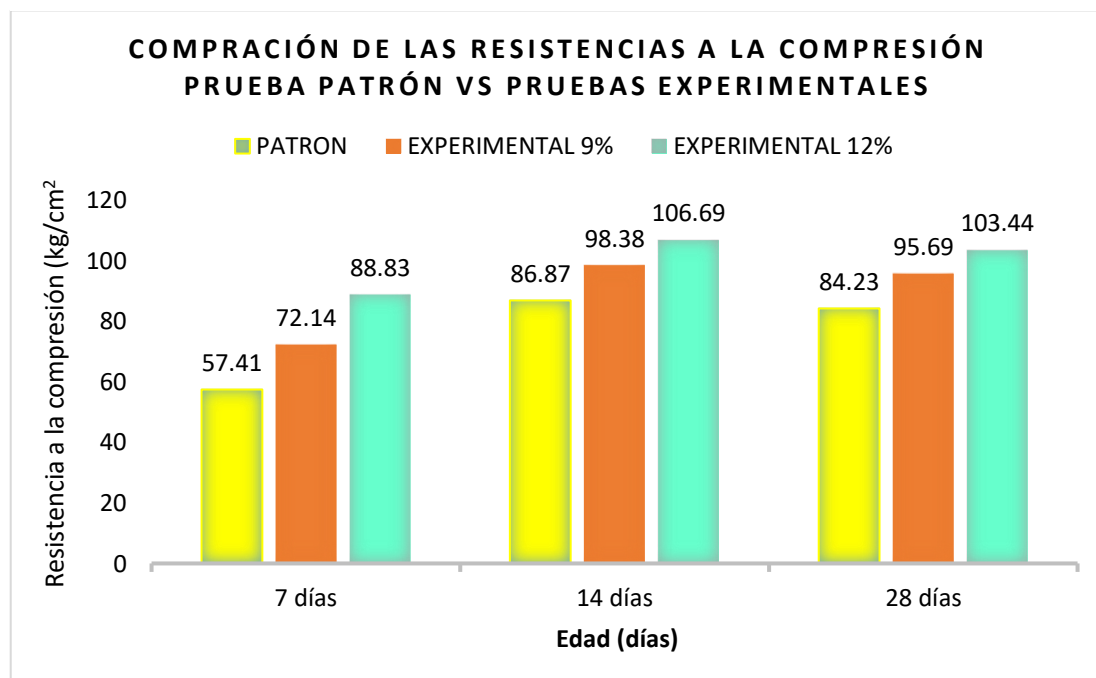
Así, la Tabla N°11 y la Gráfica N°5 presentan la resistencia promedio al 12% de resistencia a la compresión del concreto experimental después del 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente, arrojando una mayor resistencia a la compresión en el día 28 con un valor de 88.83 kg/cm2, y la menor resistencia se da en el día 7 con un valor de 57.41 kg/cm2, estos resultados indican que la resistencia sube respecto a los días de tratamiento.

Por último, se muestra el desarrollo del **sexto objetivo específico**: Comparar los resultados mediante la determinación estadística

Comparación de Resultados de Resistencia a la Compresión

Figura 7.

Comparación de los resultados de la Resistencia a la Compresión entre Prueba Patrón y Pruebas



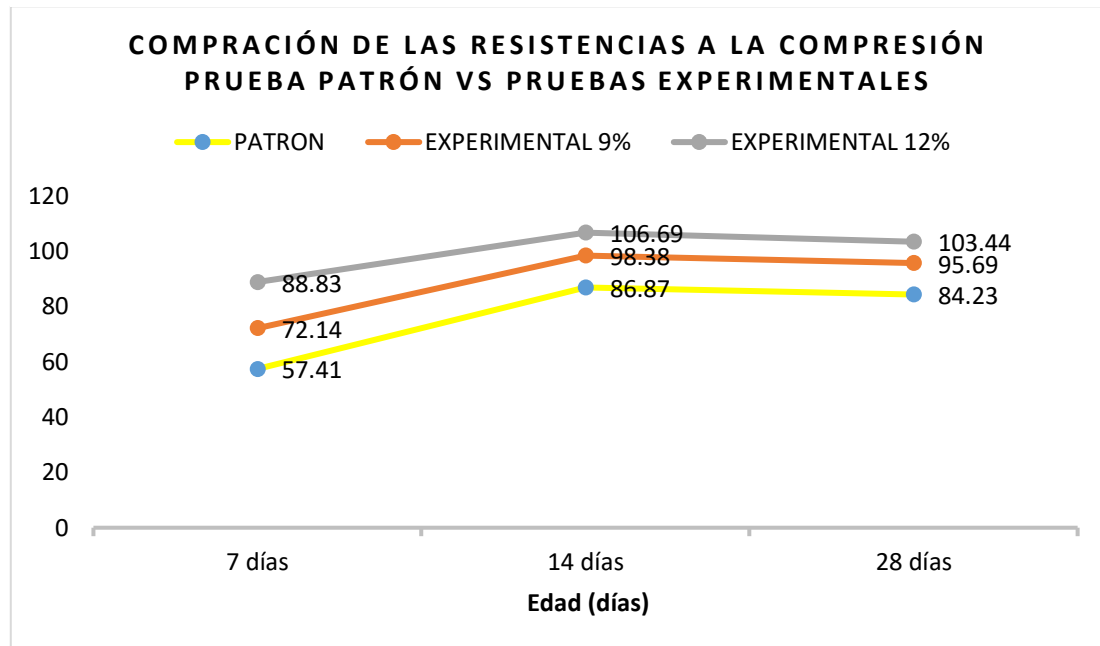
Fuente: Elaboración propia

Descripción:

De esta forma, en la Gráfico N°6 ilustra la resistencia del concreto estándar a la compresión y experimentos a los 7, 14 y 28 días después del curado, arrojando una resistencia de 106.69 kg/cm², de la probeta experimental al 12% siendo esta la mayor resistencia a los 14 días. A los 7 días se obtuvo una mayor resistencia de 88.83 kg/cm² en la probeta experimental al 12% y la mayor resistencia a los 28 días es de 103.44kg/cm² de la probeta experimental al 12%. El hormigón experimental con sustitución del 12% de cemento, según estos resultados de CCA y CCC tiene un mejor comportamiento de la

Figura 8.

Resumen de los resultados de la Resistencia a la Compresión en Prueba Patrón y Pruebas



Fuente: Elaboración propia

Descripción:

De esta forma, en la resistividad a la compresión de las pruebas estándar y experimental a los 7, 14 y 28 días de tratamiento se muestra en la Gráfica N°7. De acuerdo con estos resultados, se detalla que se obteniéndose una resistencia de 88.83 kg/cm², de la probeta experimental, siendo esta la mayor resistencia a los 7 días el montaje experimental que sustituye 12%. A los 14 días, se obtuvo una resistencia de 106.69 kg/cm² en la probeta experimental siendo esta la mayor; y una alta resistencia a los 28 días es de 103.44 kg/cm² de la probeta experimental. Estos resultados indican que el concreto experimental con la sustitución del 12% de la CCC y CCA tiene un tiene el mejor comportamiento en términos de resistencia a la compresión a los 14 días.

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se ejecutó el análisis y discusión de los resultados, además de la contrastación con otros autores y la normatividad vigente. Determinar la temperatura y tiempo de calcinación de la CCA. Determinar la composición química de la CCA y CCC mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X. Determinar el grado de alcalinidad pH de la muestra patrón, en la experimental y su combinación. Determinar la relación A/C. Determinar la resistencia de los patrones y los experimentales de los 7, 14 y 28 días. Comparar los resultados mediante la determinación estadística

De esta forma, de acuerdo al Gráfico N°1, del el análisis termogravimétrico revela una buena estabilidad térmica del material hasta una temperatura 700 °C marcando el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material. Tan pronto como el material de prueba alcanza su temperatura máxima, presenta una pérdida de aproximadamente el 34% con respecto a su masa inicial. Y de acuerdo al análisis calorimétrico en el Gráfico N°2, del rango de 110°C y 210°C, el análisis calorimétrico revela un pico intenso de absorción térmica a 890°C, reflejando una muestra de caída intensa representa absorción termoquímica, que puede indicar un posible cambio de fase o cambio en las propiedades del material.

Según el análisis químico realizado, el FRX, para la muestra de concha de abanico en % de la masa total, donde se encontró en primer lugar al Hidróxido de Calcio con un porcentaje de 80.271, seguido del Dióxido de Silicio con un porcentaje de 11.416, del Óxido de Aluminio con un porcentaje de 4.026, y del Óxido de Potasio con un porcentaje de 2.866, siendo estos sus componentes principales. Y para la muestra de cola de caballo en % de la masa total, donde se encontró en primer lugar al Dióxido de Silicio con un porcentaje de 42.715, seguido del Óxido de Calcio con un porcentaje de 13.877, del Dióxido de Aluminio con un porcentaje de 11.633, y del Óxido de Potasio con un porcentaje de 11.300, siendo estos sus componentes principales. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Altamirano (2022), en su tesis Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo el cemento por concha de abanico para pavimento rígido, Chimbote – 2022 Universidad Cesar Vallejo. La investigación tiene como objetivo lograr la sustitución

del cemento por ceniza de conchas de abanico en porcentajes del 7%, 9% y 11%, en la mezcla de concreto para pavimento rígido con una resistencia objetivo de $f'_c=280$ kg/m². Se busca mejorar la resistencia a la compresión del concreto para obtener un pavimento rígido más resistente, aprovechando las propiedades de las cenizas de concha de abanico debido a su alto contenido de óxido de cal. Resultados menores al valor crítico en el análisis ANOVA, validando la hipótesis nula de que la sustitución no mejora la resistencia. Se encontró que, al sustituir más cemento por ceniza de concha de abanico, se pierde resistencia a la compresión. Conclusiones: No se observa una mejora en la resistencia a la compresión del concreto para pavimento rígido $f'_c=280$ kg/m² al sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico en porcentajes del 7%, 9% y 11%. Al contrario, se observa una pérdida de resistencia a medida que se sustituye más cemento.

Al mismo tiempo, con respecto determinar grado de alcalinidad del pH patrón, experimental y su combinación (9%, 12%), Los resultados de análisis de alcalinidad (pH) del cemento es de 12.00. Los ingredientes puzolánicos se combinaron con el cemento tipo I, obteniéndose un pH de 13.3,% al 9%CCC+CCA y también se obtuvo un pH de 12.9% AL 12% CCA+CCA. Estos resultados indican que se trata de combinaciones bastantes alcalino activados, lo cual es típico en productos a bases de cemento. En consecuencia, la alta alcalinidad favorece ciertos procesos químicos, como la hidratación del cemento y la activación de materiales puzolánicos. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Wilberth (2018) en su tesis Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y cascara de arroz en 12% en la relación 3:1. La investigación tuvo como objetivo sustituir el cemento por ceniza de concha de abanico y cáscara de arroz en un 12%, en una relación 3:1, en un concreto con resistencia de $F'_c=210$ kg/cm². Se buscaba mejorar el medio ambiente utilizando residuos y recursos renovables, reducir costos y mejorar la resistencia en futuras construcciones de concreto. Obteniéndose como resultado: Tras la sustitución del cemento por ceniza de cáscara de arroz y concha de abanico en un 12% (relación 3:1), se observó una baja del 10% en la resistencia. Resistencia a la compresión: Concreto patrón: $F'_c=210$ kg/cm². Y que el Concreto experimental: Resistencia inferior, a $F'_c=189$ kg/cm².

Al mismo tiempo, con respecto al análisis de la relación agua – cemento experimental, su resultado fue de 0.684 y la relación agua- cemento del patrón es de 0.684, dentro del análisis, posteriormente, las muestras de ceniza de colca de caballo y concha de abanico no afectó su porosidad, contenido de humedad y absorción, quedando intacto el porcentaje de agua para el nuevo cemento, llegando a la conclusión que las cenizas de las muestras no necesitan ni más, ni menos agua para hidratarse, por ese motivo se debe que no hay diferencia en ambos resultados. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Paredes (2022), realizó una investigación de tesis titulada Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca 2021; Universidad Privada del Norte, Cajamarca. La investigación tuvo como objetivo principal determinar si la adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua afecta la resistencia a la compresión del concreto $F'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$. Se buscó evaluar cómo diferentes porcentajes de polvo de madera reciclado y la presencia del aditivo reductor de agua influyen en la resistencia del concreto. Según los resultados La resistencia a la compresión del concreto sin adición de polvo de madera y con aditivo reductor de agua a los 28 días fue de 213 kg/cm^2 . También que la resistencia a la compresión del concreto con adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua: 117.67 kg/cm^2 para 5% de polvo de madera reciclado, 78 kg/cm^2 para 10% de polvo de madera reciclado, 21.67 kg/cm^2 para 15% de polvo de madera reciclado. Concluye que, a medida que aumenta el porcentaje de polvo de madera reciclado, la resistencia del concreto disminuye. Y que las resistencias obtenidas con adición de polvo de madera reciclada y aditivo reductor de agua fueron menores a 140 kg/cm^2 y 175 kg/cm^2 , lo que indica que no es adecuado para su uso en elementos estructurales.

Asimismo, se realizó Determinar la resistencia de los patrones y los experimentales de los 7, 14 y 28 días, en donde el Grafico N° 6 se observa la resistencia del concreto estándar a la compresión y experimentos a los 7, 14 y 28 días después del curado, arrojando una resistencia de 106.69 kg/cm^2 , de la probeta experimental al 12% siendo esta la mayor resistencia a los 14 días. A los 7 días se obtuvo una mayor resistencia

de 88.83 kg/cm² en la probeta experimental al 12% y la mayor resistencia a los 28 días es de 103.44kg/cm² de la probeta experimental al 12%.El hormigón experimental con sustitución del 12% de cemento, según estos resultados de CCA y CCC tiene un mejor comportamiento de la resistencia a la compresión a los 14 días. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación Figueroa (2020), en su investigación titulada Resistencia del concreto $f'_c=210$ Kg/cm², sustituyendo grava por residuos de conchas de abanico 3%, 7% y 11%, Nuevo Chimbote, Ancash-2020- Universidad Cesar Vallejo. El objetivo principal de esta investigación fue determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² al sustituir grava por residuos de conchas de abanico en porcentajes del 3%, 7% y 11%. Se evaluaron las propiedades mecánicas del concreto mediante la rotura de 4 probetas a los 7 días, 4 probetas a los 14 días y 4 probetas a los 28 días, con un total de 48 probetas preparadas para el ensayo. Concluye que, se observa que al sustituir grava por residuos de conchas de abanico en porcentajes del 3%, 7% y 11%, la resistencia a la compresión del concreto disminuye en comparación con el concreto patrón a lo largo de los días de curado. Aunque se obtienen resistencias menores con la sustitución, el estudio muestra el comportamiento del concreto con diferentes porcentajes de sustitución.

Finalmente, se realizó la comparación de los resultados mediante la determinación estadística, en donde el Grafico N° 7 se detalla obteniéndose una resistencia de 88.83 kg/cm², de la probeta experimental, siendo esta la mayor resistencia a los 7 días el montaje experimental que sustituye 12%. A los 14 días, se obtuvo una resistencia de 106.69 kg/cm² en la probeta experimental siendo esta la mayor; y una alta resistencia a los 28 días es de 103.44 kg/cm² de la probeta experimental. Estos resultados indican que el concreto experimental con la sustitución del 12% de la CCC y CCA tiene un tiene el mejor comportamiento en términos de resistencia a la compresión a los 14 días. En la parte de discusión lo comparamos con la investigación de Paredes (2020), en su tesis Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=210$ kg/cm² adicionando cenizas de cascara de arroz y conchas de abanico. El objetivo de esta investigación fue determinar y comparar la resistencia a la compresión de un concreto estándar con resistencia de $f_c = 280$ kg/cm², y otro concreto en el cual se adicionó cenizas de cáscara

de arroz y conchas de abanico, previamente activadas mecánica y térmicamente en un 10% y 5% respectivamente. Se buscaba lograr una resistencia a la compresión óptima en el concreto experimental. Concluye que: Se observa un aumento en la resistencia a la compresión en el concreto experimental con adiciones de cenizas de cáscara de arroz y conchas de abanico. Los valores obtenidos para el concreto experimental son 21.76%, 15.07%, y 11.71% superiores a los del concreto estándar. La adición de cenizas de cáscara de arroz (10%) y conchas de abanico (5%) resultó en una mejora significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que el análisis térmico diferencial (ATD) nos permitió saber la temperatura adecuada a la que debe ser calcina de cenizas de concha de abanico de las cuales se activa el Óxido de Calcio y el Dióxido de Sílice con una temperatura 890°C en un periodo de 3 horas.

Se concluye que mediante el análisis de fluorescencia de rayos X (FRX), pudimos determinar que el contenido de cenizas concha de abanico en % de la masa total, donde se encontró en primer lugar al Hidróxido de Calcio con un porcentaje de 80.271, seguido del Dióxido de Silicio con un porcentaje de 11.416, del Óxido de Aluminio con un porcentaje de 4.026, y del Óxido de Potasio con un porcentaje de 2.866, siendo estos sus componentes principales.

Se concluye que la muestra de pH de los componentes activos de la pasta los valores indican que todos los componentes son bastante alcalinos, lo cual es típico en productos a bases de cemento.

Se concluye que la dosificación y proporción agua-cemento de la mezcla para poder fabricar el concreto plástico fue de 0.684, para el análisis patrón y experimental.

Se concluye que teniendo en cuenta la determinación de resistencia a compresión experimental, quien obtuvo el mejor desempeño de esta propiedad del concreto fue al 9% de CCC y CCA con una resistencia superiores a la compresión con un valor de 106.69 kg/cm² a los 28 días.

En general, encontramos que en la comparación de los resultados del CCA y CCC tuvo resultados positivos, con una resistencia al reemplazo del 12%; es decir tiene un mejor comportamiento de la resistencia a la compresión a los 14 días.

VI. RECOMENACIONES

Por los resultados obtenidos es recomendable seguir estudiando la ceniza de concha de abanico analizando a nuevas temperaturas y a diversos tiempos para su calcinación.

Se recomienda tener precaución al activar los materiales para no contaminar o modificar la muestra, ya que esto podría perjudicar los resultados deseados.

Se recomienda el desarrollo de nuevas dosificaciones del concreto es fundamental para mejorar significativamente su resistencia y adaptabilidad a distintas condiciones estructurales.

Es recomendable realizar evaluaciones del concreto a edades mayores a los 14 días con el fin de comprobar si la sustitución de materiales incide positivamente en su resistencia.

Es recomendable que el uso de distintos porcentajes de ceniza de concha de abanico, junto con análisis FRX complementarios, podría proporcionar información relevante sobre su composición química y su viabilidad como adición en mezclas de concreto.

VII. AGRADECIMIENTO

A dios por bendecirnos durante todo el proceso de nuestro proyecto de investigación, brindándonos su fuerza y sabiduría para seguir firmes con nuestro objetivo.

A nuestra familia por el apoyo incondicional y siempre mandarnos buenas vibras.

Agradezco a los docentes de os escuela de ingeniería civil, por compartir su conocimiento a lo largo de la preparación de nuestro profesión.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano M. y Cupitan J. (2022). *Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo el cemento por concha de abanico para pavimento rígido*. [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Carranza S, J. (2020). *Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento de ceniza de paja de trigo y ceniza de conchas de abanico*. [Tesis de grado]. Universidad San Pedro
- Figueroa F. y Sevillano, B. (2020). *Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, sustituyendo grava por residuos de conchas de abanico 3% ,7% y 11%*. Universidad Cesar Vallejo .
- Guzman, E. y Zegarra, P. (2023). *Diseño de mezcla de concreto modificado para reducir la huella de carbono del cemento incorporando residuos de desechos de abanico en la ciudad de Paracas*. [Tesis de grado]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Neville, A.M. y Brooks, J.J.(Ed.2°). (2010). *Tecnología del hormigón*. Prentice Hall.
- Velasquez, A.G.J.(2023). *Evaluación de la resistencia del concreto mediante el uso de las conchas de abanico – Lambayeque 2020*. [Tesis de grado]. Universidad Señor de Sipán.
- Ore R,J.R. y Paz B,G.I. (2022). *Evaluación de propiedades del mortero incorporando ceniza de cola de caballo y hojas de espinos para muros portantes, Ayacucho*. [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo.
- Paredes, T. (2022). *Realizó una investigación de tesis titulada Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con la adición de polvo de madera reciclado y aditivo reductor de agua, Cajamarca*. [Tesis de grado]. Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Paredes, A.(2020). *Resistencia a la compresión de un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando cenizas de cascara de arroz y conchas de abanico*. [Tesis de grado]. Universidad Privada del Norte, Cajamarca

- Rivva, E. (2000). (Ed.1°). (2000). *Naturaleza y Materiales de Concreto*. ACI Perú
- Santivañez, I. (2021). *Realizó su trabajo de investigación titulado Influencia de la ceniza de cascarilla de arroz y ceniza de conchas de abanico sobre la resistencia a la compresión en bloques de concreto estructural, lima 2021*. [Tesis de grado]. Universidad San Pedro
- Tello, J. (2023). *Desarrollo su tesis titulado Comportamiento de la concha de Argopecten Purpuratus triturado y la fibra de Sisal en las Propiedades Mecánicas del Concreto*. [Tesis de grado]. Universidad Señor de Sipán.
- Wigberth A. y Ortiz V. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y cascara de arroz en 12% en la relación 3:1*. [Tesis de grado]. Universidad Cesar Vallejo.

IX. ANEXOS

Anexo 1: Matriz Operacional

variable	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	instrumento	Escala
Variable dependiente	Resistencia del concreto	Mediante ensayos de compresión uniaxial en especímenes normalizados de concreto, donde se aplica una carga gradual hasta que se produce la falla por compresión del material. La resistencia se mide en kg/cm ² .	Para esta variable se realizará un diseño de mezcla patrón el cual será curado durante 7, 14 y 28 días para que llegue a la resistencia patrón. Para la muestra patrón se tendrá una resistencia de $F'_c=210\text{kg/cm}^2$	Rotura de testigos en 7, 14 y 28 días de curado.	Resistencia a los 7 días, resistencia a los 14 días, resistencia a los 28 días.	TIPO DE VARIABLE: variable cuantitativa. POR SU ESCALA DE MEDICIÓN: Razón
Variable independiente	Concha de abanico cola de caballo	La sustitución del cemento se realizará en porcentajes por CCA y CCC, lo cual será quemado en un horno eléctrico. La ceniza de cascara de huevo esta rica en calcio, y el vidrio molido contiene sílice.	La fabricación del concreto con la nueva sustitución estará constituido por cemento, agregados finos y gruesos, agua en porcentajes.	Porcentaje de sustitución al cemento de la CCA y CCC.	3% de CCC +9% CCA 5% de CCC + 15% CCA	TIPO DE VARIABLE: variable cuantitativa. POR SU ESCALA DE MEDICIÓN: Razón

Anexo 2: Informe de ATD



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 13 de abril del 2024

INFORME N. 110 - ABR24

Solicitante: Sonya Olivos Gonzáles - Universidad San Pedro

RUC/DNI: 70215526

Supervisor:

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

1. MUESTRA: Ceniza de cola de caballo (1 gr)

Nº de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCC-10A	13.7 mg	Santa Ancash

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: 13.7 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



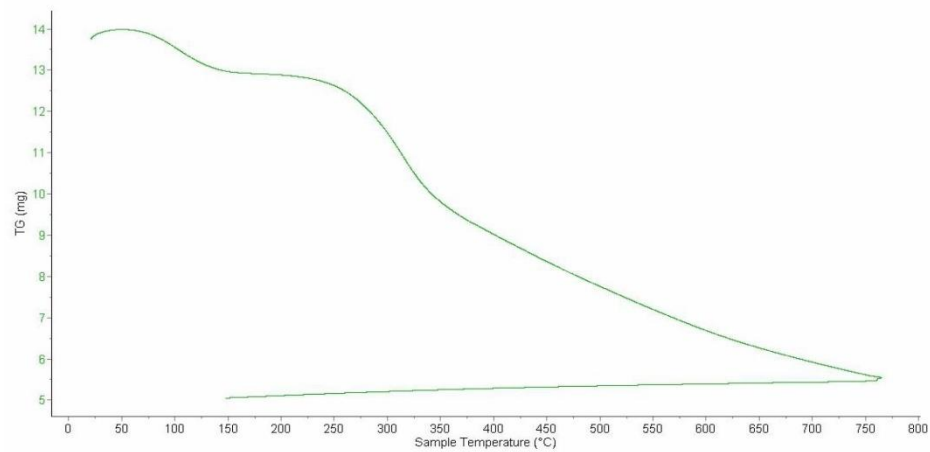
Danny M. Chávez Novoa
ING. MATERIALES
R. CIP. 84953

Trujillo, 13 de abril del 2024

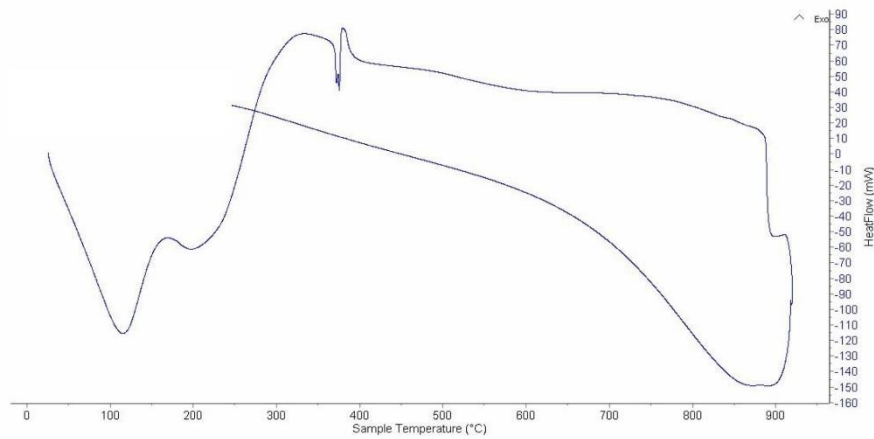
INFORME N. 110 - ABR24

4. Resultados:

I- Curva de Análisis Termo gravimétrico TGA.



II- Curva Calorimétrica ATD





Trujillo, 13 de abril del 2024

INFORME N. 110 - ABR24

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

5. CONCLUSION:

1. El análisis térmico gravimétrico muestra importantes caídas de masa como consecuencia de la exposición a la temperatura. La primera se desarrolla debido al desprendimiento de la humedad entre 80 y 110°C y la segunda se debe a la descomposición térmica en torno a 220°C que da inicio a ello. El material llega a perder un aproximado de 62% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas a 110°C y alrededor de 220 °C. Posteriormente se muestra un ligero pico de absorción de calor a 390°C con gran probabilidad de ocurrir algunos cambios estructurales y morfológicos del material, además de las propiedades en el material ensayado.

Trujillo, 13 de abril del 2024

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



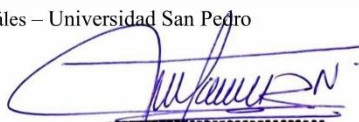
Trujillo, 13 de abril del 2024

INFORME N° 111 - ABR24

Solicitante: Sonya Olivos Gonzáles – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 70215526

Supervisor:


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

1. MUESTRA: Concha de abanico (1 gr)

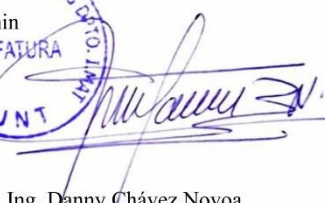
N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA111A	45.8 mg	

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 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 45.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

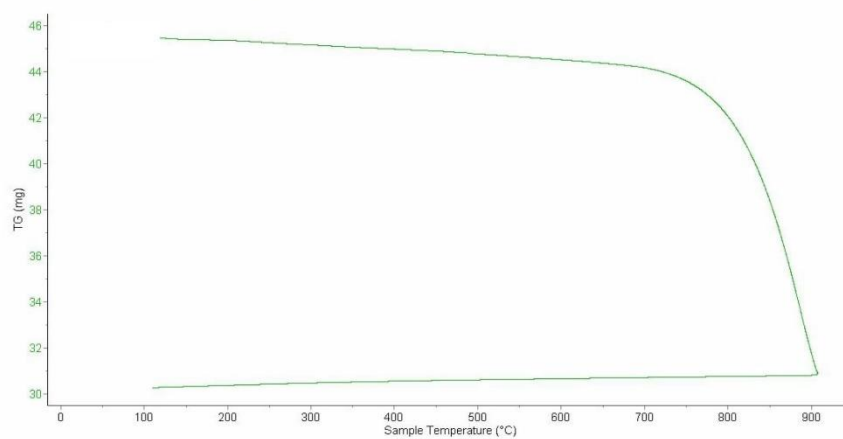


Trujillo, 13 de abril del 2024

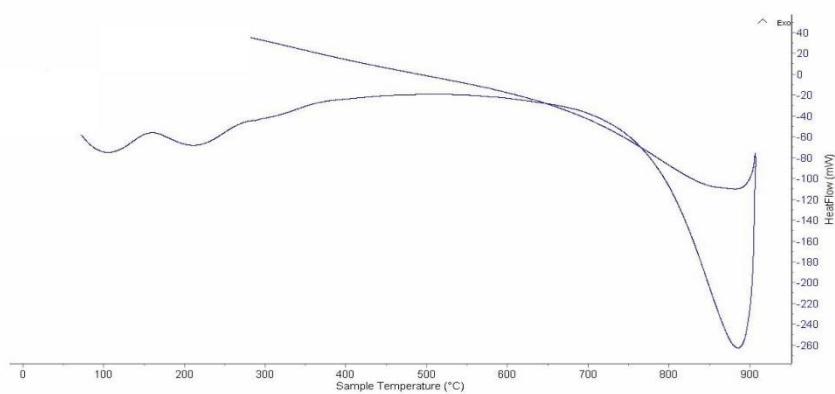
INFORME N° 111 - ABR24

4. Resultados:

I- Curva Análisis Termogravimétrico (TGA).



II- Curva Calorimétrica ATD






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

Trujillo, 13 de abril del 2024

INFORME N° 111 - ABR24

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 13 de abril del 2024




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

Anexo 3: Informe FRXD



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 012 - LAQ/2024

Análisis de ceniza de concha de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de concha de abanico a pedido de la Srta. Bach. **Olivos Gonzales, Sonya Brigitte**, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad Privada San Pedro, sede Chimbote, que se titula

“Resistencia a la Compresión de Concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo al Cemento por Ceniza de Cola de Caballo y Concha de Abanico.”

La muestra de concha de abanico fue previamente calcinada y se encuentra en forma de polvo fino de color gris claro.

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 10 μA . El espectro se acumuló 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 5 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 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 1850 cts/s. Se usa una tasa baja de conteo para reducir la intensidad de los picos suma.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 (aluminio) 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 y Al ($Z=13$) no pueden ser registrados en el espectro.





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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 L y M de oro que se producen por el bombardeo de su ánodo de oro 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 concha de abamico. 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





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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 de la muestra bajo el supuesto que los elementos presentes forman óxidos u otros compuestos ya previstos. Este modelo da lugar a una suma mayor que 100%, lo cual indica que la muestra pueda contener otros compuestos no previstos y/o a deficiencia en calibración. Luego estas concentraciones se normalizan al 100%.

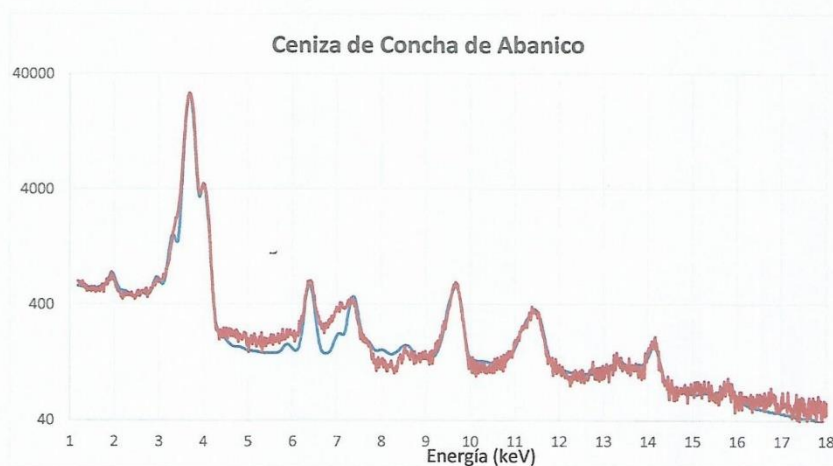


Figura 1. Espectro de FRXDE de la muestra de ceniza de concha de abanico en escala semilogarítmica. Incluye el pico suma de Ca y Ar a 7.2 keV, el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au primarios dispersados por la muestra.
La curva en azul muestra el espectro simulado





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la ceniza de concha de abanico en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	4.446	4.026
SiO ₂	12.606	11.416
SO ₂	0.076	0.069
ClO ₂	0.854	0.774
K ₂ O	3.165	2.866
Ca(OH) ₂	88.639	80.271
MnO	0.039	0.035
Fe ₂ O ₃	0.489	0.443
Ni ₂ O ₃	0.017	0.015
ZnO	0.014	0.012
SrO	0.070	0.063
ZrO ₂	0.011	0.010
Totañ	110.425	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 26 de abril de 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 014 - LAQ/2024

Análisis de ceniza de cola de caballo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) esta muestra de ceniza de cola de caballo a pedido de la Srta. Bach. **Olivos Gonzales, Sonya Brigitte**, como parte de su proyecto de tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil a ser sustentada en la Universidad Privada San Pedro, sede Chimbote, que se titula

“Resistencia a la Compresion del Concreto $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo Cement por Ceniza de Cola de Caballo y Concha de Abanico.”

La muestra ha sido previamente calcinada a 390°C durante 90 minutos y se encuentra en forma de polvo fino de color plomo.

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 $15 \mu\text{A}$. El espectro se acumuló 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 5 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 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 1200 cts/s. Se usa una tasa baja de conteo para reducir la intensidad de los picos suma.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 (aluminio) 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 y Al ($Z=13$) no pueden ser registrados en el espectro.





UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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 L y M de oro que se producen por el bombardeo de su ánodo de oro 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 cola de caballo. 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. También se puede apreciar el pico de escape de Ca (ECa) que es intenso debido a la alta concentración de Ca. En general, cada pico identifica un elemento químico,



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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 cuantitativo de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total de la muestra bajo el supuesto que los elementos presentes forman los óxidos mas estables en un proceso de calcinación u otros compuestos ya previstos. Este modelo da lugar a una suma menor que 100%, lo cual indica que la muestra pueda contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no puede detectar y/u otros compuestos no previstos y/o a deficiencia en calibración. Luego estas concentraciones se normalizan al 100%.

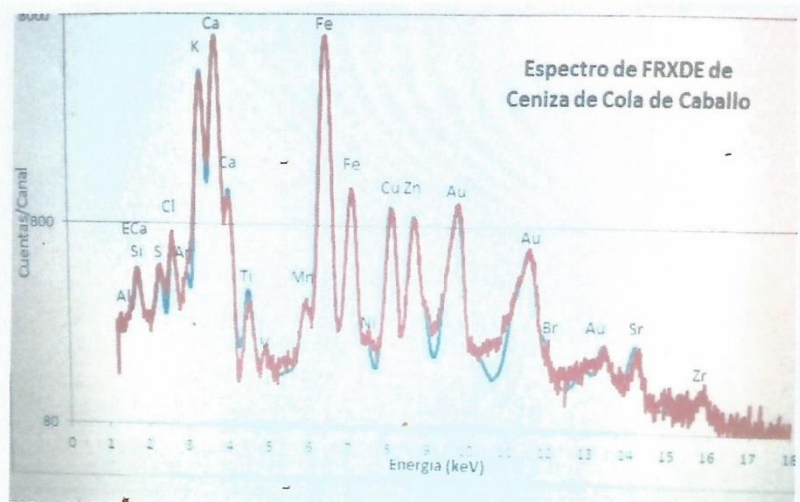
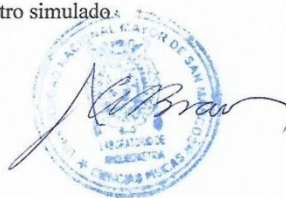


Figura 1. Espectro de FRXDE de la muestra de ceniza de cola de caballo en escala semilogarítmica. Incluye el pico de escape E de Ca y el pico de Ar del aire, y los picos de rayos-X de Au primarios dispersados por la muestra.

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 la ceniza de cola de caballo en % de la masa total.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	10.083	11.633
SiO ₂	37.083	42.715
SO ₂	7.879	9.090
ClO ₂	5.836	6.733
K ₂ O	9.794	11.300
CaO	12.028	13.877
TiO ₂	0.356	0.411
V ₂ O ₃	0.020	0.023
MnO	0.078	0.090
Fe ₂ O ₃	3.040	3.507
Ni ₂ O ₃	0.030	0.034
CuO	0.263	0.304
ZnO	0.176	0.206
BrO ₂	0.021	0.024
SrO	0.035	0.041
ZrO ₂	0.011	0.012
Totañ	86.674	100.00

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos.....

Laboratorio de Arqueometría



Lima, 26 de abril de 2024

Anexo 4: Análisis Granulométrico Agregado Grueso Y Fino



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 21/10/2024

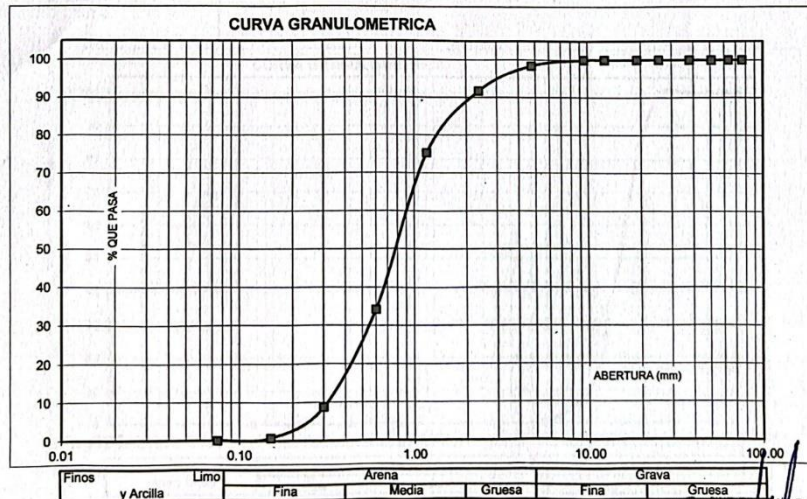
TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
¾"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
½"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
⅜"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	14.8	1.6	1.6	98.4
N° 8	2.36	62.5	6.8	8.4	91.6
N° 16	1.18	151.0	16.4	24.8	75.2
N° 30	0.60	378.0	41.0	65.7	34.3
N° 50	0.30	235.0	25.5	91.2	8.8
N° 100	0.15	74.0	8.0	99.2	0.8
N° 200	0.08	6.5	0.7	99.9	0.1
PLATO	ASTM C-117-04	0.5	0.1	100.0	0.0
TOTAL		922.3	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS

Módulo de Fineza : 2.91

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.



Finos y Arcilla Limo Arena Grava

Fina Media Gruesa Fina Gruesa

Mg. Miguel Solar Jara

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

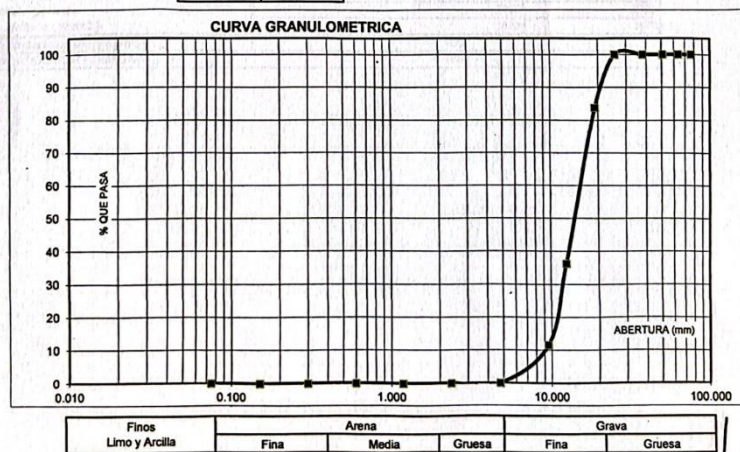
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/10/2024

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acum. (%)	% Que pasa (gr.)
N° 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"	19.100	246.8	16.2	16.2	83.8
1/2"	12.500	724.0	47.5	63.7	36.3
3/8"	9.520	375.3	24.6	88.4	11.6
N° 4	4.750	176.9	11.6	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1523.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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 5: Contenido de Humedad Agregado Grueso y Fino



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $FC=210\text{KG/CM}^2$ SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 21/10/2024

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1089.1	1063.9
TARA + SUELO SECO (gr)	1087	1061
PESO DEL AGUA (gr)	2.1	2.9
PESO DE LA TARA (gr)	187.5	202.3
PESO DEL SUELO SECO (gr)	899.5	858.7
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.23	0.34
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.29	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
(en Chicla de Chicla y Chicla de Chicla)
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

**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. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/10/2024

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1094.6	1083.6
TARA + SUELO SECO (gr)	1091.7	1081.3
PESO DEL AGUA (gr)	2.9	2.3
PESO DE LA TARA (gr)	204.4	202.2
PESO DEL SUELO SECO (gr)	887.3	879.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.26
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.29	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara

www.usanpedro.edu.pe

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

Scanned with
 CamScanner

Anexo 6: Gravedad Especifica y Absorción - Agregado Grueso Y Fino



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/10/2024

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	794.00	696.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	518.00	444.00
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	276.00	252.00
D	Peso de material seco en estufa	790.00	691.50
E	Volumen de masa (C-(A-D))	272.00	247.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.862	2.744
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.877	2.762
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.904	2.794
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.51	0.65

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.803
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.819
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.849
Absorción (%) : 0.58

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Polar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

Scanned with
CamScanner



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH.Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 21/10/2024

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	666.00	666.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm³	966.00	966.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	857.20	857.20
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm³	108.80	108.80
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.70	297.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))		106.50	106.50
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.736	2.736
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.757	2.757
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.795	2.795
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.77	0.77

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.736
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.757
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.795
Absorción (%) : 0.77


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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

Peso Unitario Agregado Grueso Y Fino



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 21/10/2024

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19250	18950	19500
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14200	13900	14450
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1527	1495	1554
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1525		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1521		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19850	19950	19650
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14800	14900	14600
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1591	1602	1570
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1588		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1583		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
CANTERA : VESIQUE
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 21/10/2024

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8000	8000	8000
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4700	4700	4700
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1709	1709	1709
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1709		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1704		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8400	8450	8450
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	5100	5150	5150
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1855	1873	1873
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1867		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1861		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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

DISEÑO DE MEZCLA PATRON Y EXPERIMENTAL



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 21/10/2024

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 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.74
- Peso unitario suelto 1704 kg/m³
- Peso unitario compactado 1861 kg/m³
- Contenido de humedad 0.29 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.91

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.80
- Peso unitario suelto 1521 kg/m³
- Peso unitario compactado 1583 kg/m³
- Contenido de humedad 0.29 %
- Absorción 0.58 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

FACTOR DE CEMENTO

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

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	212.194	lts/m ³
Agregado fino.....	915.956	kg/m ³
Agregado grueso.....	968.538	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{915.956}{299.71} : \frac{968.54}{299.71}$$

1 : 3.06 : 3.23 : 30.09 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.68 : 3.18 : 30.09 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA
(9% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH.Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 21/10/2024

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 :

- Combinacion C. Tipo I 91% + 9% CCC+CA
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.74
- Peso unitario suelto 1704 kg/m³
- Peso unitario compactado 1861 kg/m³
- Contenido de humedad 0.29 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.91

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 34"
- Tamaño Máximo Nominal 2.80
- Peso especifico de masa 1521 kg/m³
- Peso unitario suelto 1583 kg/m³
- Peso unitario compactado 1583 kg/m³
- Contenido de humedad 0.29 %
- Absorción 0.58 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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)	0.088
9% CCC+CA.....	(m ³)	0.009
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.334
Agregado grueso.....	(m ³)	0.345
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	272.73	kg/m ³
9% CCC+CA.....	26.974	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	913.35	kg/m ³
Agregado grueso.....	965.70	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	272.73	kg/m ³
9% CCC+CA.....	26.974	kg/m ³
Agua efectiva.....	215.30	lts/m ³
Agregado fino.....	915.96	kg/m ³
Agregado grueso.....	968.54	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{272.73}{272.73} : \frac{26.974}{272.73} : \frac{915.96}{272.73} : \frac{968.54}{272.73}$$


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
I. G. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA
(12% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH.Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 21/10/2024

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 :

- Combinacion C. Tipo I 88% + 12% CCC+CA
- Peso especifico 3.23

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : VESIQUE

- Peso especifico de masa 2.74
- Peso unitario suelto 1704 kg/m³
- Peso unitario compactado 1861 kg/m³
- Contenido de humedad 0.29 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.91

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 34"
- Tamaño Máximo Nominal 2.80
- Peso especifico de masa 1521 kg/m³
- Peso unitario suelto 1583 kg/m³
- Contenido de humedad 0.29 %
- Absorción 0.58 %

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



LABORATORIO USP

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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)	0.085
12% CCC+CA.....	(m ³)	0.012
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.334
Agregado grueso.....	(m ³)	0.345
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m³

PESOS SECOS

Cemento.....	263.74 kg/m ³
12% CCC+CA.....	35.965 kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00 lts/m ³
Agregado fino.....	913.35 kg/m ³
Agregado grueso.....	965.70 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	263.74 kg/m ³
12% CCC+CA.....	35.965 kg/m ³
Agua efectiva.....	220.55 lts/m ³
Agregado fino.....	915.96 kg/m ³
Agregado grueso.....	968.54 kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{263.74}{263.74} : \frac{35.965}{263.74} : \frac{915.96}{263.74} : \frac{968.54}{263.74}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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 9

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION PATRON Y EXPERIMENTAL



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 21/10/2024

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/FC' (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,7	23/05/2024	30/05/2024	7	180.79	86.09
02	PATRON	3,7	23/05/2024	30/05/2024	7	173.86	82.79
03	PATRON	3,7	23/05/2024	30/05/2024	7	176.22	83.91
04	PATRON	3,7	23/05/2024	06/06/2024	14	202.60	96.48
05	PATRON	3,7	23/05/2024	06/06/2024	14	201.09	95.76
06	PATRON	3,7	23/05/2024	06/06/2024	14	199.15	94.83
07	PATRON	3,7	23/05/2024	20/06/2024	28	218.16	103.89
08	PATRON	3,7	23/05/2024	20/06/2024	28	215.42	102.58
09	PATRON	3,7	23/05/2024	20/06/2024	28	218.09	103.85

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

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

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS EXACTAS
Escuela de Ingeniería y Ciencias Exactas
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 9%

SOLICITA : BACH.Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 21/10/2024

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	31/05/2024	7	182.52	86.91
02	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	31/05/2024	7	179.66	85.55
03	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	31/05/2024	7	185.10	88.14
04	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	07/06/2024	14	204.29	97.28
05	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	07/06/2024	14	206.04	98.12
06	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	07/06/2024	14	209.47	99.75
07	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	21/06/2024	28	226.70	107.95
08	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	21/06/2024	28	221.84	105.64
09	EXPERIMENTAL	3,2	24/05/2024	21/06/2024	28	223.58	106.47

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
FACULTAD DE INGENIERIA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

Scanned with
CamScanner



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 12%

SOLICITA : BACH.Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 21/10/2024

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	30/05/2024	7	116.97	55.70
02	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	30/05/2024	7	121.52	57.87
03	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	30/05/2024	7	123.16	58.65
04	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	06/06/2024	14	152.17	72.46
05	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	06/06/2024	14	153.58	73.13
06	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	06/06/2024	14	148.74	70.83
07	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	20/06/2024	28	188.27	89.65
08	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	20/06/2024	28	184.28	87.75
09	EXPERIMENTAL	3,0	23/05/2024	20/06/2024	28	187.11	89.10

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

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

Scanned with
CamScanner

ANEXO 10
ANÁLISIS QUIMICO



**LABORATORIO
USP**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ANALISIS QUIMICO

SOLICITA : BACH.Olivos Gonzales Sonya Brigitte
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO
CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE CABALLO Y CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
MATERIAL : CONCRETO
FECHA : 21/10/2024
MUESTRA : PATRON-EXPERIMENTAL

ANALISIS	RESULTADOS
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)- CONCRETO	13.0%
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) Combinacion C. Tipo I-91% + 9% CCC+CA	13.3%
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH) Combinacion C. Tipo I-88% + 12% CCC+CA	12.9%

NOTA : La muestra fue traída por el interesado a este Laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

www.usanpedro.edu.pe

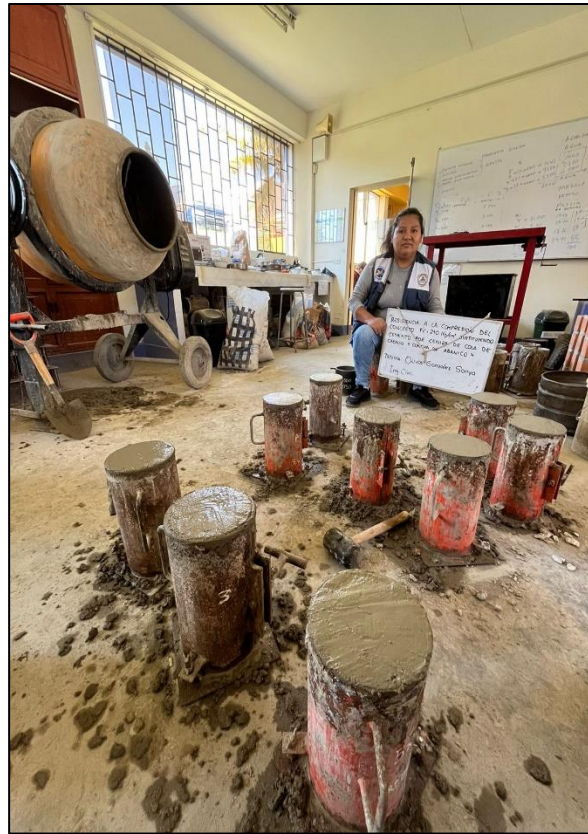
Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n -Chimbote
Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
Email: imsyem@usanpedro.edu.pe

ANEXO 11

PANEL FOTOGRAFIC











USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor				
Olivosbonzales Senyo Brigitte		70215526	smypagc4@gmail.com	
Apellidos y Nombres		DNI	Correo Electrónico	
2. Tipo de Documento de Investigación				
☒ Tesis	☐ Trabajo de Suficiencia Profesional	☐ Trabajo Académico	☐ Trabajo de Investigación	
3. Grado Académico o Título Profesional ¹				
☐ Bachiller	☒ Título Profesional	☐ Título Segunda Especialidad	☐ Maestría	☐ Doctorado
4. Título del Documento de Investigación				
Resistencia a la compresión del Concreto $F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Sustituyendo cemento por ceniza de cola de caballo y concha de abanico - 2024				
5. Programa Académico				
Programa de Estudios Ingeniería Civil				
6. Tipo de Acceso al Documento				
☒ Abierto o Público ² (info:cu-repo/semantics/openAccess)	☐ Acceso restringido ³ (info:cu-repo/semantics/restrictedAccess) (*)			
Embargo (Máximo 24 meses) (info:cu-repo/semantics/embargoedAccess)		Fecha de Liberación de embargo: ____ / ____ / ____ (Formato: día / mes / año)		
(*) En caso de restringido y embargo sustentar motivo				

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 COMMONS⁵

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.⁶

Huella Digital



Ciudad Día Mes Año
Cumbote 20 12 2025

Firma



Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUN DU-CT, Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales. Art. 8, inciso 8.2.
- Ley N° 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 000-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad intelectual de acuerdo y en el Marco de la ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CONITEC-DEGE (Normales 5.2 y 6.3) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que promueve la deposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas entre otros. (para licencia también garantiza que el autor obtenga el crédito por su obra).
- Según el inciso (2.2) del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales: RENATI "Las universidades, instituciones y unidades de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales presentando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".

Nota: - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley 8 ley 27444, art. 32, núm. 32.3)

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F'C=210
KG/CM2 SUSTITUYENDO CEMENTO POR CENIZA DE COLA DE
CABALLO Y CONCHA DE ABANICO.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	17%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	core.ac.uk Fuente de Internet	1%
5	www.promart.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
9	Submitted to Universidad Privada San Pedro Trabajo del estudiante	<1%
10	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1%
11	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%

12	repositorio.unc.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
13	publicaciones.usanpedro.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
14	repositorio.ucsm.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
15	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo	<1%
	Trabajo del estudiante	
16	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
	Trabajo del estudiante	
17	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota	<1%
	Trabajo del estudiante	
18	repositorio.uct.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	
19	www.coursehero.com	<1%
	Fuente de Internet	

☐ Excluir citas
 ☐ Apagado
 ☐ Excluir coincidencias
 < 6 words
☐ Excluir bibliografia
 ☐ Activo