

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**“Resistencia a Compresión de un Concreto $F'_C=210$
Kg/cm² con Cemento Sustituido al 6% por la Combinación
de Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo”**

Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil

Autor:

Espinoza Ninaquispe, Marlon Jhair

Asesor:

Flores Reyes, Gumercindo

Código ORCID 0000-0002-2305-7339

Chimbote – Perú

2021

Palabras clave

Tema : Diseño de Concreto
Especialidad : Tecnología del Concreto

Keywords

Topic : Concrete Design
Specialty : Concrete technology

Línea de Investigación

Programa : Ingeniería Civil
Línea de Investigación : Construcción y Gestión de la construcción
OCDE : Ingeniería y tecnología
Ingeniería Civil
Ingeniería de la Construcción

Título

Resistencia a Compresión de un Concreto $F'C=210 \text{ Kg/cm}^2$ con Cemento
Sustituido al 6% por la Combinación de Concha de Choro y Ceniza de Cola de
Caballo

Resumen

El presente proyecto de investigación, tiene por objetivo realizar un diseño de un concreto sustituyendo el cemento por la concha de choro y cola de caballo en un 6 % como materiales puzolánicos, la cual ayudaría a mejorar la resistencia a la compresión, a un concreto convencional que cumpla las mejores especificaciones técnicas ASTM.

La metodología que le corresponderá a esta investigación será la experimental, porque se evaluarán mediante ensayos los resultados de dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental, en donde se utilizará como materiales la concha de choro y cola de caballo, en relación al proceso de diseño de concreto experimental con el de diseño de concreto convencional.

Los problemas de durabilidad han afectado diferentes tipos de estructuras, razón por lo que es indispensable buscar nuevas soluciones para evaluar, modificar y evitar en la medida posibles daños, para ello se tendrá que activar mecánicamente y térmicamente la concha de choro y la ceniza de cola de caballo para sustituir en un porcentaje al cemento portland tipo 1, en el concreto tratando de aumentar o por lo menos llegar a la resistencia a la compresión $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Con los resultados arrojados en la Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo, obtendríamos una comparación en la resistencia con el concreto convencional verificando si nuestra investigación es óptima, ya que la concha de choro contiene altas propiedades de calcio (CAO) y la cola de caballo contiene altas propiedades de silicio (SIO₂), las cuales ayudan a superar la resistencia y durabilidad de soporte del concreto convencional.

Abstract

This research has as a main objective to make a design of a concrete substituting cement for the woolly shell and horsetail in 6% as pozzolanic materials, which would help to improve the resistance to the compression, to a conventional concrete that gets the best ASTM technical specifications.

This research will have as the experimental methodology because the results of two study groups called: Control Group and Experimental Group will be evaluated by means of tests, where the woolly shell and horsetail will be used as materials, in relation to the experimental concrete design process with that of conventional concrete design.

Durability problems have affected different types of structures, which is why it is essential to seek new solutions to evaluate, modify and avoid possible damage to the extent possible, for this the woolly shell and tail ash will have to be mechanically and thermally activated. of horse to substitute in a percentage the portland cement type 1, in the concrete trying to increase or at least reach the compressive strength $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$.

With the results obtained in the Choro Shell and Horsetail Ash, we would obtain a comparison in the resistance with conventional concrete verifying if our research is optimal, since the woolly shell contains high properties of calcium (CAO) and the glue of horse contains high properties of silicon (SIO₂), which help to overcome the resistance and durability of support of conventional concrete.

Índice

Tema	Pag
Palabras clave	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
Índice	v
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	vii
I. INTRODUCCION	1
II. METODOLOGÍA	24
III. RESULTADOS	28
IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	41
V. CONCLUSIONES	43
VI. RECOMENDACIONES	44
Referencias bibliográficas	45
Anexos y apéndices	47

Índice de tablas

Tabla 1. Componentes químicos principales del cemento	6
Tabla 2. Porcentajes Típicos que intervienen en el cemento	6
Tabla 3. Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088	8
Tabla 4.: Composición Química de residuos de conchas activadas	12
Tabla 5. Composiciones químicas expresada en óxidos	14
Tabla 6. Composiciones químicas expresada como elementos.	15
Tabla 7. Distribución de probetas de concreto	25
Tabla 8. Observación Científica.	26
Tabla 9. Resultado De Fluorescencia De Rayos X de las cenizas de cola de caballo	30
Tabla 10. Resultado De Fluorescencia De Rayos X de las cenizas de concha de choro	31
Tabla 11. Ph Del Cemento, Ceniza de Concha de Choro, Ceniza de Cola de Caballo y sus Combinaciones.	31
Tabla 12. Diseños de mezcla de probetas patrón y experimental.	32
Tabla 13. Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 7 días de curado.	33
Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 14 días de curado.	33
Tabla 15. Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 28 días de curado	34
Tabla 16. Resultados del ensayo de compresión del concreto experimental a los 7 días de curado.	36
Tabla 17. Resultados del ensayo de compresión del concreto experimental a los 14 días de curado.	36
Tabla 18. Resultados del ensayo de compresión del concreto experimental a los 28 días de curado.	36

Índice de figuras

Figura 1. Análisis termo gravimétrico de la concha de choro	28
Figura 2. Curva calorimétrica ATD de concha de choro	28
Figura 3. Análisis termo gravimétrico de la cola de caballo	29
Figura 4. Curva calorimétrica ATD de cola de caballo	30
Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto patrón 7, 14 y 28 días	35
Figura 6. Resistencia a la compresión del concreto experimental 7, 14 y 28 días.	37
Figura 7. Resistencias promedias de patrón vs experimental 7, 14 y 28 días	38
Figura 8. Resistencias promedias de patrón vs experimental 7, 14 y 28 días	38

I. INTRODUCCION

Antecedentes y fundamentación científica

Según las investigaciones bibliográficas relacionadas con el tema del proyecto se ha encontrado las siguientes investigaciones.

A nivel internacional:

En la presente investigación se encontraron los siguientes antecedentes internacionales, donde Buasri A. (2013), obtiene como resultado un 97.52% de óxido de calcio (CAO) de parte de los residuos de la concha de abanico, esto a partir de una calcinación de la concha de abanico por 4 horas de 700° a 1000° C.

En el artículo de Carneiro, M., et al. (2015): “Preparación y caracterización de nanosílice de equisetum arvense”, su objetivo principal extraer pequeñas partículas de óxido de silicio de la “cola de caballo”. Ente los procedimientos que emplearon estaba el lavado ácido y la calcinación de 500 y 600 °C. El investigador obtuvo dos resultados, a una calcinación de 500°C por 120 minutos produce 59.60% de Dióxido de Silicio (SiO₂), mientras que, a 600°C, también por el mismo tiempo, pero con un lavado previo, produce una mayor concentración de Dióxido de Silicio (SiO₂) al 93.50%, dando a su vez entender que la calcinación con temperaturas más altas generará un mayor porcentaje de óxidos, pero no contribuirá con el medio ambiente ya que no habrá el ahorro energético deseado.

La investigación de W., Avendaño, S., Prieto, M. (2002): “Aprovechamiento de residuos en el procesamiento de la concha de abanico en la Bahía de Paracas”, donde el objetivo principal fue plantear alternativas de solución para aprovechar los residuos de este proceso y así disminuir la contaminación ambiental de la bahía. El resultado fue una resistencia promedio de 155 Kg/cm², a partir de ensayos donde la arena fue sustituida por un 30% de conchas de abanico en polvo, esto equivale a un 74% de 210 Kg/cm². Estos datos interesantes requieren un mayor análisis ya que puede haber una reducción de costos en la aplicación de un producto con las resistencias que se han alcanzado.

A nivel local:

Entre los antecedentes encontrados a nivel local, se encuentran como la investigación de Cribillero M. (2016): “Propuesta de un biofiltro compuesto de choro-arcilla para el sistema de agua en el caserío de tomeque-distrito de yautan-provincia de Casma”, teniendo por objetivo analizar la falta de tratamiento del agua potable en Tomeque, con una muestra de diez viviendas y se determinó cuántas están siendo perjudicadas. Uno de los procedimientos es la calcinación de la concha de mejillón a una temperatura de 800°C por 3 horas con un lavado previo, que se obtuvo 89.37% de óxido de calcio (CaO), esto indica que el agua de esta población tiene alta actividad bacteriana.

La investigación de Julián, C, et al. (2011): “Sustitución parcial del cemento por residuos calcáreos de conchas de abanico en mezclas de concreto”, tiene como objetivo principal reemplazar el cemento con la concha de abanico y probar la resistencia en la mezcla de concreto en 28 días. Se obtuvo tres resultados, en la primera semana la resistencia de la mezcla sustituida llegó a 167.9 kg/cm² y la estándar llegó a 159,6 kg/cm². A las dos semanas, la primera resistencia alcanza el valor de 225,4, mientras que la segunda 193,1 kg/cm². Finalmente, la mezcla sustituida llegó a una resistencia de 273,37 kg/cm² y la mezcla convencional llegó a una resistencia de 225,83 kg/cm² en el tiempo de 28 días.

La tesis de Balarezo A. (2016), titulada: “Resistencia en mortero con cemento sustituido en 5% por ceniza de ramas de cola de caballo”, teniendo por objetivo principal determinar el mayor componente de óxidos en el proceso. La cola de caballo se activa de 260°C a 340°C. El procedimiento para obtener esas partículas duró 2 horas donde la temperatura promedio de 300°C, donde se encontró un 51.36% de dióxido de silicio (SiO₂), los demás con una gran diferencia son el Óxido de magnesio (MgO) con un 14.526%, el Óxido de potasio (K₂O) con un 13.75% y, por último, sólo un 11.93% de óxido de calcio (CaO). Otro resultado obtenido es que se logró un material alcalino, ya que el PH de la ceniza de la cola de caballo activada fue de 10.89 y el PH del cemento tipo I sustituido con el 5% de las cenizas fue de 12.53. En fin, la conclusión de la investigación fue que, al sustituir el cemento con

las ramas de cola de caballo, la resistencia está en un 1.73% más que el mortero estándar.

La tesis de Velásquez J. (2018), titulada: “Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituido 15% el cemento por ceniza de cola de caballo”. A raíz de que ambos materiales tienen similitud en sus propiedades químicas, el primer objetivo es someter a la cola de caballo a una calcinación con la temperatura adecuada, luego es necesario la alcalinidad de los materiales y su mezcla. Después, obtener la composición de la planta para obtener el concreto estándar y el aplicado. Finalmente, hacer una comparación de las resistencias de los diseños a los 7, 14 y 28 días. Como resultado se obtuvo un 51.36% de óxido de silicio y 11.93% de óxido de calcio, así mismo en la primera semana llegó a 190.62 kg/cm^2 , en la segunda semana 218.53 kg/cm^2 y, por último, una resistencia de 245.02 kg/cm^2 en los 28 días.

La tesis de Pérez N. (2018), titulada: “Resistencia a la compresión de un concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo”. El primer objetivo es someter a los materiales a una calcinación con la temperatura adecuada, luego obtener la composición química de ambos materiales, después es necesario la alcalinidad de ambos con su mezcla. Finalmente, hacer una comparación de las resistencias en 7, 14 y 28 días. Los resultados fueron los siguientes: en el diseño convencional, a la semana de 158.12 kg/cm^2 , a las dos semanas de 186.65 kg/cm^2 y al último, 223.26 kg/cm^2 a los 28 días, mientras que, con el diseño aplicado de concreto, a los 7 días 154.50 kg/cm^2 , a las dos semanas 207.15 y a los 28 días 246.55 Kg/cm^2 , además, 60.51% de óxido de silicio y 14.60% de óxido de calcio.

Fundamentación científica:

Tecnología del concreto

Para Rivva L. (2010) es un producto que surge de la mezcla del cemento, agua y agregados como la arena y la grava, además de otro componente que se le conoce

como aditivo. La mezcla de todos estos componentes produce el “concreto”, simultáneamente en el proceso aparece el quinto componente que es el aire.

Al producirse la mezcla de los componentes para formar un concreto común, se forma una masa plástica que después de fraguar, pasa automáticamente con el tiempo toma una gran rigidez y toma las propiedades de un cuerpo sólido y resistente, durabilidad, impermeabilidad y resistencia mecánica entre sus características.

Concreto

Según Rivva L. (2010) el concreto es la unión del cemento, los agregados por su naturaleza, como el fino, grueso y hormigón, el agua y el aire que, junto con el aditivo químico, crean esa masa plástica que luego se convierte en una pasta dura y resistente.

Características del concreto

- **Trabajabilidad**

Se refiere a la manipulación del concreto sin llegar al riesgo de segregación.

- **Consistencia**

Se refiere al grado mayor o menor del concreto que tiene para deformarse y ocupa todos los espacios vacíos del molde, depende mucho del porcentaje de líquido que se usó.

- **Asentamiento**

El ensayo (Slump) es empleado para saber el comportamiento del concreto fresco de acuerdo a la consistencia, si es seca, plástica o fluida y también al tipo de construcción, es decir, se va a medir el grado de fluidez de la mezcla que va a indicar qué tan seco o ligero está el concreto.

- **Exudación**

Se entiende por la acumulación de agua en la superficie de una pieza que se observa cuando la mezcla ya alcanzó una parte sólida, esto por haber sido amasada con exceso de agua.

Cemento Portland

Este cemento es un material inorgánico que se forma al calcinar rocas y arcillas y se amasa con agua, formando una pasta resistente y estable, incluso bajo el aguare. Contiene más óxido de calcio, luego en menos proporciones está el sílice, aluminio y óxido de hierro. A diferencia del cemento común, que se pega a otros materiales, el cemento Portland se vuelve adhesivo por juntar materiales secos con el agua.

Composición química del cemento

Según Tacilla, Araujo y Cardozo (2004), expresa que para fabricar el cemento existen principales materiales principales como:

1. Silicato tricálcico, de abreviatura C3S, conocida como “Alita” y está constituido entre el 50% al 70% del Clinker, influye en el calor de hidratación y genera esas resistencias tempranas.
2. Silicato dicálcico, de abreviatura C2S, conocida como “Belita”, está constituido entre el 15% al 30% del Clinker, tiene bajo calor de hidratación y se endurece lentamente.
3. Aluminato tricálcico, de abreviatura C3A, conocida como “Celita”, está constituido entre el 15% al 30% del Clinker, y genera alto calor de hidratación.
4. Ferritoaluminato tetracálcico, se preocupa principalmente en la rapidez de la hidratación para después, concentrarse en su calor.
5. Menores componentes, que sólo comprenden un 5%, como el óxido de magnesio, sodio, potasio, etc.

Los componentes químicos principales junto con su procedencia para la fabricación del cemento y sus porcentajes son:

Tabla 1. Componentes químicos principales del cemento

%	COMPONENTE QUIMICO	PROCEDENCIA USUAL
95 %	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Fierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, pirita
	Oxido de Magnesio, Sodio, Potasio, titanio, azufre, Fósforo y magnesio	Minerales Varios

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, Tacilla (2004).

Tabla 2. Porcentajes Típicos que intervienen en el cemento

Compuestos	Porcentajes
CaO	61 % - 67 %
SiO₂	20 % - 27 %
Al₂O₃	4 % - 7 %
Fe₂O₃	2 % - 4 %
SO₃	1 % - 3 %
MgO	1 % - 5 %
K₂O y Na₂O	0.25 % - 1.5 %

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú, Flavio A. (2008)

Tipos de cemento

- **Tipo I**, normalmente en construcciones de concreto donde no se requiere características especiales, como pavimentos y estructuras.
- **Tipo II**, recomendado para ambientes agresivos y regular resistencia a los sulfatos que, si chocan con el concreto, tienden a deteriorarlo.

- **Tipo III**, ideal para ambientes fríos, por su alta resistencia, alto calor y puede sustituir al tipo I.
- **Tipo IV**, recomendado para usar en grandes espesores de concreto ya que genera poco calor.
- **Tipo V**, al igual que el tipo II, es resistente a los sulfatos, pero con alto grado de resistencia.

Características Físicas del Cemento

a) Peso Específico

Según la Norma ASTM C 188-95, se va a necesitar el frasco Le Chatelier. A partir de aquí es un procedimiento sencillo, llenamos gasolina en el frasco limpio hasta la marca de 0ml que es recomendable, se sumerge a Baño María hasta 0.2°C, luego echar 64 g de cemento y se vuelve a sumergir a Baño María y se toma nota del volumen. A través de este procedimiento, ya tendremos los valores del volumen inicial y final y podremos usar la fórmula para determinar la densidad del cemento, y posteriormente, su peso específico, que puede variar entre 2.90 a 3.20 g/cm³ normalmente.

b) Fineza

Según la Norma ASTM C 204-84, se debe manipular con mucho cuidado. Al ser el diámetro del grano muy pequeño, el grado de finura se va a medir con distintos aparatos como el Turbidímetro de Wagner, que para hallar la superficie específica se basa en la sedimentación para obtener partículas en distintos tamaños y el Aparato de Blaine, que usa la influencia del aire. Está claro que mientras más fino es el cemento, habrá una hidratación más temprana y por lógica, una alta resistencia a partir de los 7 días.

Agua

Es un factor fundamental en la humectación y propiedades del cemento, por eso es que debe contar con ciertos estándares de calidad para que no existencias problemas graves al realizar la masa líquida.

Agua para concreto

El agua de la mezcla se encarga de hidratar el cemento y la hace manipulable, además, para que el cemento se hidrate se requiere entre el 25% y 30% de la masa del cemento, pero para que sea manipulable se necesita el 40% de agua de la masa del cemento. Por eso mismo se debe respetar este porcentaje de agua en la mezcla, para que el concreto sea trabajable.

Curado

Según Salas R. (2011), describe al curado del concreto como el proceso de mantenimiento a edad temprana en cuanto a humedad y temperatura, con el fin de que pueda desarrollar sus propiedades. El curado comienza inmediatamente después del fraguado, ni bien se endureció lo suficiente para que la superficie no se vea afectada. Por eso mismo, se ha hecho estudios en un ambiente seco, donde el concreto pierde el 50% de su resistencia.

Tabla 3. Requisitos para agua de mezcla – NTP 339.088

Descripción	Limite Permisibl
Cloruros	300 ppm.
Sulfatos	300 ppm.
Sales de Magnesio	150 ppm.
Sales Solubles Totales	1500 ppm.
pH.	Mayor de 7
Sólidos en Suspensión	1500 ppm.
Materia Orgánica	10 pm.

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.088

Determinación de la resistencia a compresión del concreto

Para Juárez, E. (2005), es una característica donde se expresa la habilidad mecánica para aguantar un material bajo una carga de aplastamiento. Sin embargo,

hay materiales más resistentes, esto indica que hay un esfuerzo con la finalidad de deformar el material.

Mientras que, para Osorio, J. (2013), el inicio de la resistencia se da desde que el cemento se forma en unos granos pequeños, es aquí cuando poco a poco comienza a tomar una parte sólida, al principio de forma rápida pero conforme va transcurriendo el tiempo va bajando la velocidad de endurecerse.

Agregado fino

Son partículas pequeñas, que según la NTP 400.012, que pasan el tamiz 3/8" y se retienen en la malla N°200. El agregado fino más usado es la arena, que precisamente se desprende de las rocas.

- Propiedades físicas

Según las Normas Técnicas Peruanas, este tipo de agregado debe cumplir ciertos controles de calidad.

Peso Unitario

Depende del tamaño, forma y granulometría, el grado de humedad y la consolidación, de los agregados.

Peso Específico

Es la relación del peso con el aire del volumen de un agregado, donde se tiene que tener como condición el agua libre de gas con una temperatura adecuada.

- Contenido de Humedad

Esto indica la cantidad de líquido del agregado. Para tener una muestra, se seca a una temperatura de 110°C, entre su peso y el resultado se multiplica por 100.

- **Absorción**

Se expresa por la cantidad de agua que tiene internamente con la finalidad de llegar a ser espeso en una superficie seca.

- **Granulometría**

Esta propiedad es característica básica del agregado por el tamaño de las partículas que lo conforman. Para diferenciarlas por tamaño, se realiza una separación con un número de tamiz cuyas aberturas se duplican poco a poco.

- **Módulo de Fineza**

Según la norma, la arena debe tener una fineza en un rango de 2.35 - 3.15.

- **Superficie Específica**

Se refiere al diámetro como el promedio entre el tamiz inferior y el superior inmediato.

NTP 400.012. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Agregado grueso

Son materiales retenidos por la malla N°4, causado por cosas naturales o desprendimiento de rocas obtenidos. Además, en la fabricación de concreto, sus propiedades deben contar con los estándares de calidad que precisa en la **NTP 400.012**.

Propiedades Físicas

Se deben cumplir con los requerimientos establecidos en la NTP 400.012.

- **Peso Unitario:** Depende del tamaño, forma, granulometría, el grado de humedad, la consolidación, etc.
- **Peso Específico:** Depende de la calidad del agregado; si hay una buena calidad el peso va de 2.5 a 2.8 y si es de menor calidad, que contiene mucha cantidad de agua toma los menores valores.
- **Contenido de Humedad:** Es la cantidad de líquido que contiene el agregado. Para hallar una muestra, se seca a una temperatura de 110°C, entre su peso y el resultado se multiplica por 100.
- **Absorción:** Se expresa por la cantidad de agua que tiene internamente con la finalidad de llegar a ser espeso en una superficie seca.
- **Granulometría:** Es la distribución de las partículas de los agregados. Para diferenciarlas, se realiza una separación con un número de tamiz cuyas aberturas se duplican poco a poco.

NTP 400.037. (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso

Concha de choro

Definición

Conocido comúnmente como mejillón o choro son una familia de moluscos que se encuentran enterrados como habitantes fijos, en la zona costa de todo el mundo.

Características físicas

Está formada por dos valvas iguales en forma de triángulo, en un extremo en forma de punta y redondo del otro lado. Su superficie es plana marcado por unas líneas y de color negro azulado hacia el vértice.

Composición química

Durante la calcinación de la concha a 4 horas a una temperatura de 700 °C a 1000 °C produce un 98.37% de óxido de calcio (CaO) (Buasri, 2013).

Tabla 4.: Composición Química de residuos de conchas activadas

Compuesto	Concentración (%)		
	Concha Mejillón	Concha Cócale	Concha Vieira
CaO	98.367	99.170	97.529
Na₂O	0.937	0.438	0.565
SO₃	0.293	0.117	1.568
P₂O₅	0.163	0.096	0.204
SrO	0.158	0.132	0.107
ZrO₂	0.046	-	0.027
Cl	0.037	-	-
Fe₂O₃		0.026	-

Fuente: Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Facultad de Ingeniería y Tecnología Industrial, Universidad de Silpakorn, Nakhon Pathom 73000, Tailandia

Análisis: Como se puede observar en la tabla N ° 01, el óxido de calcio, óxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de hierro comprenden el 95% de los componentes químicos del cemento, aportan para que el concreto sea de buena calidad; si comparamos con la tabla N° 04 residuos de conchas activadas la cual muestra un porcentaje del 98.36 % lo cual ayudaría al nuevo material a obtener mejoras en comparación a su resistencia y durabilidad a las futuras construcciones.

Productividad de la Concha de Choro:

- A nivel nacional

En nuestro país, el cultivo de moluscos bivalvos ocupa un buen porcentaje en la producción acuícola mundial. Es el conjunto de actividades con toda la tecnología que se refiere a la crianza de bivalvos que se realiza en un medio totalmente protegido y con todas las condiciones recomendadas, ya sea en un ciclo parcial o total.

- **A nivel regional**

En Ancash, la acuicultura de bivalvos está directamente relacionada con el cultivo de la concha de abanico. Este molusco abarca desde Paita, Perú hasta Coquimbo, Chile (Alamo y Valdivieso, 1997), a una profundidad de 40 m. Es fundamental en la economía peruana, tiene demanda en EE. UU, Francia y Holanda.

Accesibilidad: Son moluscos sumergidos la cual se encuentran en nuestro litoral y es de fácil acceso conseguirlo en los muelles, sirve de alimento para la población y nos ayudara como un material sustituto para reemplazar al cemento y obtener mejores resultados.

- **A NIVEL LOCAL**

Los residuos crustáceos como agregado tienen varias ventajas; ayuda en lo económico por la reducción de costos y en lo ecológico, reduce la explotación y se comenzaría a usar unos contenedores, ya que son materiales renovables, que ayudaría a la conservación del medio ambiente; además de la calidad del producto.

Accesibilidad: Son moluscos sumergidos la cual se encuentran en nuestro muelle de Chimbote y es de fácil acceso conseguirlo, y nos ayudara como un material sustituto para reemplazar al cemento y obtener mejores resultados en nuestras construcciones.

Cola de caballo

Definición

Es una planta que se desarrolla con ayuda del agua, que se puede encontrar en bosques, ríos y lagos, etc. Es una hierba medicinal, que posee propiedades antiinflamatorias y antienvjecimiento, es decir, para el cuidado de la piel, donde su hábitat se encuentra principalmente en Europa, Asia, Norteamérica y en el norte de África. <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-ccaballo.html>

Características físicas

Puede presentarse en un tallo estéril y fértil. Los estériles suelen ser más largos, una medida de 5 a 50 cm de alto, mientras que los fértiles suelen ser la mitad de los estériles.

Composición química

Está compuesta principalmente por dióxido de silicio (SiO_2), potasio, magnesio, oxígeno, aluminio y carbono.

Tabla 5. Composiciones químicas expresada en óxidos

Composición química	Resultado (%)
Dióxido de silicio (SiO_2)	51.359
Óxido de magnesio (MgO)	14.526
Óxido de potasio (K_2O)	13.753
Óxido de calcio (CaO)	11.931
Trióxido de aluminio (Al_2O_3)	4.646
Pentóxido de fosforo (P_2O_5)	1.624
Trióxido de hierro (Fe_2O_3)	1.206
Trióxido de azufre (SO_3)	0.815
Dióxido de titanio (TiO_2)	0.087
Óxido de estroncio (SrO)	0.052
Óxido de zinc (ZnO)	0.021

Fuente: Laboratorio de Química de la UNI

Tabla 6. Composiciones químicas expresada como elementos.

Composición química	Resultado (%)
silicio (Si)	51.262
magnesio (Mg)	7.793
potasio (K)	6.009
calcio (Ca)	22.688
aluminio (Al)	2.274
fosforo (P)	1.212
hierro (Fe)	1.206
azufre (S)	1.327
titanio (Ti)	0.139
estroncio (Sr)	0.126
zinc (Zn)	0.067

Fuente: Laboratorio de Química de la UNI

En la tabla 5 y 6 se puede apreciar que la cola de caballo contiene alto contenido de Dióxido de silicio (SiO_2) con un porcentaje de un 51%. Los análisis se realizaron en la Universidad Nacional De Ingeniería, en la Facultad de Ciencias, específicamente en el laboratorio N° 12, a través del Espectrómetro de fluorescencia de rayos X. SHIMADZU. EDX 800-HS.

Análisis: Como se puede observar en la tabla N ° 01, los componentes químicos del cemento al 95% están compuestos básicamente del óxido de calcio, óxido de silicio, óxido de aluminio y óxido de hierro que son los componentes que aportan para que el concreto sea de buena calidad; si comparamos con la tabla N° 06 los componentes químicos de la cola de caballo, la cual muestra un porcentaje acumulado del 77.43 % de los componentes químicos que ayudaría al nuevo material a obtener mejoras en comparación a su resistencia.

Productividad de la Cola de Caballo:

- A nivel nacional

En el Perú, su hábitat es alrededor de orillas y lugares húmedos. A corto plazo, la investigación es una opción interesante para la construcción, sin afectar la ecología.

Con respecto al concreto, es el material más utilizado en la construcción a nivel nacional e internacional; y es muy difícil que se deje de usar a menos que haya una innovación en los materiales de construcción.

A nivel local

La cola caballo lo podemos encontrar en zonas cálidas y húmedas es así que es producida en diversos lugares aledaños a nuestra ciudad como es el distrito de Santa del cual se obtendrá el material para ser reemplazado en el cemento.

Accesibilidad: La planta tiene como hábitat lugares húmedos como ríos, humedales y zonas agrícolas aledañas a nuestra localidad, puede llegar a medir hasta 15 cm. de alto, además, es muy popular en la medicina peruana.

Procedimiento:

- Primero obtendremos el material del distrito de Santa.
- Luego se recolectará y se hará el lavado y secado.
- Moleremos un porcentaje del material para hacer su ensayo de ATD.
- Después se hará el pre calcinado pasará por la malla N°200.
- Por último, se mezclará el material sustituto.

Procedimiento experimental:

- Una vez obtenido nuestros materiales como son la concha de choro y cola de caballo; se procederá hacer el lavado de la concha de choro y secado para luego molerlo mediante un batan y finalmente pasarlo por la malla N°200, mientras la cola de caballo se procederá al secado de la hoja y luego el lavado para ser molido mediante un mortero y finalmente pasarlo por la malla N°200 para que ambos materiales cumplan con el módulo de fineza, mientras que con los agregados que es la piedra y arena pasan por los ensayos de granulometría, peso específico, gravedad específica, peso unitario para esos resultados obtenidos nos indiquen que cantidad de material será usado en el diseño de mezcla, una vez tenido ese dato se procede a mezclar en el

trompo los agregados, más los materiales a utilizar que son el choro y cola de caballo, una vez mezclado se hace el vaciado en la probetas cilíndricas la cual son 9 probetas ya que el ensayo que se realizará es de rotura a los 7,14,28 días, una vez ya endurecidas se procede al curado para que luego se realice el ensayo a compresión de 3 probetas según los días de rotura para ver si las resistencias aumentaron o disminuyeron añadiéndolo los materiales sustitutos a utilizar.

Justificación de la Investigación

Actualmente, se está buscando alternativas de recursos naturales con alta resistencia y durabilidad, esto nos lleva a imitar a los países desarrollados que ya emplean la tecnología hace años, sabiendo que en Ancash existe una gran variedad de conchas, como la de choro, con propiedades muy similares al cemento, por el alto contenido de calcio. Por eso mismo la investigación científica es importante, ya que será una opción para la construcción a corto plazo.

Se ha tomado como material la planta de cola de caballo, por lo que dentro de nuestra provincia hay bastantes plantas de cola de caballo sobre todo en el área rural en la parte de Santa, lo cual nosotros podemos usar como un material puzolánico, y así reduciendo gastos en las construcciones y ahorrando el material principal de endurecimiento que es el cemento. Ya que existe la problemática de la producción excesiva del cemento y su contaminación ambiental mundialmente, se busca determinar la resistencia del concreto elaborado con concha de choro y ceniza, y cola de caballo, ya que beneficiará al Departamento de Ancash.

La investigación busca mejorar la resistencia obtenida en el concreto, con una sustitución parcial al 6% del cemento con la concha de choro y cola de caballo, con la finalidad de beneficiar las construcciones de Santa.

En el caso de la concha de choro que se va a utilizar en el concreto ayudaría a la conservación del medio ambiente, lo cual reducirá la cantidad de desperdicios que tiramos a la basura, se almacenan contaminados suelos, agua, etc.

Se puede encontrar alrededor de orillas y lugares húmedos. A corto plazo, la investigación será importante para el rubro de la construcción, sin afectar la ecología.

Con respecto al concreto, es el material más utilizado en la construcción a nivel nacional e internacional; y es muy difícil que se deje de usar a menos que haya una innovación en los materiales de construcción.

En cuanto a los aportes de la concha de choro y cola de caballo en el concreto, la concha de choro tiene en su composición química al oxígeno de calcio, que tiene un porcentaje de 99.403%, sabiendo que se puede sustituir al cemento; mientras que la cola de caballo su composición química principal es óxido de silicio que tiene un porcentaje de 54 % superando a la composición química del cemento con 19.50%; ambos materiales sustitutos unidos llevarán al concreto a tener mayor resistencia y durabilidad en todo tipo de construcción superando más del 95% el porcentaje del cemento.

La importancia de la investigación es desarrollar el avance tecnológico del concreto en Ancash, mejorando la resistencia a la compresión $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ logrando concretos manipulables y fluidos, que beneficiará a la población de la provincia del Santa, con futuras construcciones durables.

Realidad de la Problemática

En todo el mundo, para el rubro de la construcción se necesita el concreto y es muy difícil de sustituirlo porque no existe una innovación en cuanto a materiales y equipos de construcción. Por ello, el ingeniero civil es consciente de las infraestructuras y tecnologías avanzadas en el proceso constructivo. Por ejemplo, en el Reino Unido destina un 40% de la inversión en el mantenimiento del rubro de la construcción, 4% de su PBI (Neville, 2001).

Hay muchos problemas en las estructuras, una de ellas es la durabilidad, que es muy perjudicial ya que no llega a cumplir su vida útil estimada. No se limitan a su diseño inicial, aparte que intervienen en la operación, pérdidas económicas y costos elevados para el dueño o inversionista, ya que tiene que reparar zonas afectadas, sustituir elementos que no son recuperables o remodelaciones difíciles de pagar. Según Buffenbarger (1998), en el año 1986, los problemas de durabilidad

afectaron las estructuras de transporte intermodal en EE. UU y para reparar todo este daño, les costó \$20 billones de dólares.

Otro problema es el medio que muchas veces no es el adecuado para el concreto, como en México, pero debido a que no conocen y no dominan este tema, se hacen importantes construcciones a pesar de haber una escasez de espacio.

Nivel Nacional: En nuestro país, el cemento hizo su primera aparición en la década de 1860. En 1864, en el Arancel de Aduanas, se presentó el "Cemento Romano", un producto con calidades hidráulicas y cinco años más tarde, se usó este tipo de cemento para obras en Lima. En 1902, se importó 4,500 T.M de cemento. Posteriormente, en 1904 el Ingeniero Michel Fort llevó la fabricación de cemento a industrializarse. En 1916 se creó la Compañía Nacional de Cementos S.A.

Los cambios estacionales pueden afectar las construcciones de concreto; son los llamados “clima cálido” o “clima caluroso”. Entre ellos está la disminución de la humedad, la elevación de la temperatura ambiente. Por ejemplo, en Pisco, en verano aumentan las temperaturas máximas y se permanece o va a mayor dimensión, la humedad y el viento son dos otros factores que incomodan. Y en climas cálidos, sufre mucho el concreto, por la temperatura hace que disminuya su trabajo y acelere el fraguado.

Nivel Local: En Chimbote, existe arena suelta, con nivel freático a 5.0 metros, con cubiertos por material orgánico de relleno. Específicamente, La Caleta y El Puerto tienen un espesor 1.5 a 4.0 metros.

En Villa María Baja existe en la superficie un material fino de relleno y en la zona sur incluye a Villa María Alta, Buenos Aires, Casuarinas y Canalones, donde el nivel freático está bajo 16 metros. En Buenos Aires el estrato de arena fina a gruesa tiene 20 metros de espesor, mientras que en Casuarinas tiene 4 metros de espesor.

El agua de mar también es agresiva para el concreto, ya que tiene sales disueltas como: el cloruro sódico (NaCl), el cloruro potásico (KCl), el cloruro magnésico (MgCl₂), el sulfato magnésico (MgSO₄), el sulfato cálcico (CaSO₄), y el sulfato potásico (K₂ SO₄).

La corrosión está relacionada en el concreto, como el aumento de temperatura, en 10°C duplica la rapidez de la reacción química. En el caso de la corrosión por carbonatación, existe una humedad de 60 - 90 %, mientras que la corrosión por cloruros, la humedad es de 70 - 90 % de humedad relativa. Por eso mismo, en regiones cálidas donde existe un alto porcentaje de humedad favorece la corrosión y empeora el concreto.

Formulación del Problema

Las conchas de choro están conformadas por caparazones del compuesto carbonato cálcico (CaCO_3). Puede ser usado como agregado para la mezcla de concreto ya que no es nocivo y orgánico; además tiene características similares a los agregados comunes.

En diferentes países se ha investigado materiales de construcción, con el objetivo de innovar, disminuir costos y abrir más variantes en el mercado, con la misma calidad que ofrecen los materiales tradicionales.

La construcción no ayuda al medio ambiente; debido a sus actividades que genera muchos recursos y contribuye a la contaminación atmosférica y la deforestación.

En el territorio peruano, las construcciones hechas concreto están expuestas a las corrosiones debido a que hay microscópicas gotas de agua de mar, que se pueden apreciar en la niebla por los cloruros y sulfatos, en especial cuando hay temperaturas altas y baja la humedad.

Actualmente, el concreto es un material muy usado en la construcción, mejorando las posibilidades de trabajo en la población y, por ende, mejores condiciones de vida.

Se necesita una investigación más profunda a corto plazo en el rubro de la construcción, ya que, al haber problemas en el costo de la producción, esto despierta interés a los países desarrollados a aplicar una mayor tecnología. Ese es el motivo por el cual esta investigación busca mejorar las condiciones de vida de la población, reduciendo el costo en obras ejecutadas, beneficiando las construcciones de Santa.

Las conchas de choro son desechadas o eliminadas debido a que no hay una información de parte de la población de que aún puede ser productivas con las propiedades que contienen.

Existe gran cantidad de siembra de cola de caballo que no es reciclado, que hay un montón de esta planta en orillas y lugares húmedos; por eso mismo en la investigación es muy importante para la construcción a corto plazo, sin afectar la flora de esta zona, por lo cual puede ser una buena ayuda a esta ciudad.

A través de un análisis de los procesos de conchas de choro y cola de caballo, surgieron muchas interrogantes sobre cómo se va a aprovechar la materia prima. Es ahí donde buscamos sustituir el cemento con otros materiales para reducir costos y la autoconstrucción para las zonas pobres.

Por lo expuesto se plantea el siguiente problema de investigación:

¿En qué medida la activación térmica de los precursores puzolanicos de silicio y calcio contenidos en las conchas de choro y ceniza de cola de caballo, permitirá obtener un material cementante capaz de sustituir el 6% del cemento en el concreto con resistencias próximas a un patrón de diseño $F'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$?

Conceptuación y Operacionalización de las variables.

Variable Dependiente: Resistencia a la Comprensión

Definición Conceptual

Es el máximo esfuerzo que soporta un material para no romperse. En el concreto, la medida de su resistencia a los esfuerzos se relaciona con su calidad (Rivva, L. (2014).

Definición Operacional

Se halla dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de este (MTC E 704-2000).

Dimensiones

Carga Axial: También conocida como fuerza axial, actúa a lo largo de un eje que produce un esfuerzo en partes iguales.

Curado: Proceso de conservación de alimentos para el consumo humano.

Área: Es la superficie dentro de un perímetro, donde existen distintas fórmulas para hallar el área de distintas figuras.

Carga de Rotura(R): Es la carga máxima que resiste un elemento antes de romperse.

Variable Independiente: Diseño de Mezcla

Definición Conceptual

Consiste en hacer un ensayo en donde se une el agua y el cemento junto con los demás factores que afectan al concreto, con la finalidad de comprobar sus propiedades mediante la práctica **(NTP, 400.037)**.

Definición Operacional

Reemplazo de un porcentaje de cemento por concha de choro y ceniza de cola de caballo en un 6% en comparación a un diseño convencional de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Dimensiones

Relación agua/cemento (A/C)

Influye mucho sobre la resistencia del hormigón con un tiempo transcurrido. La resistencia puede ser buena o mala dependiendo del contenido de agua, sabiendo que, si tiene más agua, habrá menos resistencia en el concreto.

Dosificaciones

Se refiere a las concentraciones de los materiales que componen el concreto, con la finalidad de obtener la resistencia y durabilidad requeridas con la sustitución de la combinación del 6% de concha de choro y de ceniza de cola de caballo.

Hipótesis

Al calcinar la concha de choro y la ceniza de cola de caballo, permitiría activar sus precursores puzolánicos de elementos químicos como el sílice y calcio, así mismo al triturarlo, aumentaría el área efectiva de reacción para poder sustituir al cemento en una mezcla de concreto, y así al comparar con un patrón estándar, se notarían mejores resistencias.

Objetivo General

Determinar la resistencia a la compresión de un concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento por la combinación de un 6% de concha de choro y ceniza de cola de caballo.

Objetivos Específicos:

- Determinar la temperatura de calcinación de la concha de choro y la ceniza de cola de caballo mediante un Análisis Térmico Diferencial (ATD).
- Determinar la composición química de la concha de choro y la ceniza de cola de caballo mediante la Fluorescencia de Rayos X (FRX).
- Determinar el PH de la concha de choro y la ceniza cola de caballo.
- Determinar la relación agua-cemento del concreto patrón y experimental.
- Determinar y comparar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7,14,28 días de curado, y comparar resultados.

II. METODOLOGÍA

El método de investigación que se empleó es la experimentación, porque se estudia las variables, ya sea dependiente e independiente, y sus indicadores y se registra en los instrumentos de recolección de datos.

Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, para demostrar una hipótesis que será cierta o falsa, será demostrado matemáticamente y descubriendo nuevos conocimientos aplicando los ensayos a las dos muestras ensayadas en laboratorio con el diseño de mezcla de concreto, adicionando la combinación de un 6% concha de choro y cola de caballo al cemento.

El método experimental se realizará en el laboratorio, mediante pruebas y ensayos de personal especializado. Por eso, la investigación será de nivel experimental, ya que se buscará un material con mayor resistencia y vida útil aplicando concha de choro y ceniza de cola de caballo, con reducción de costos.

El tipo de investigación será Aplicada, ya que los resultados obtenidos serán utilizados para la solución de problemas relacionados al concreto, diseñando viviendas con mayor resistencia y durabilidad. Se comprobará experimentalmente la resistencia de un diseño de concreto utilizando las conchas de choro y cenizas de cola de caballo, en lugar de un concreto estándar.

En un diseño experimental, será de nivel cuasi - experimenta, porque mediante pruebas se evaluará el Grupo Control y Grupo Experimental. Para ello estudiaremos un nuevo diseño de mezcla de concreto sustituyendo el cemento por Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo; en relación al proceso de diseño de mezcla de concreto con el método convencional de diseño de concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$.

El estudio se realizará en la Universidad San Pedro, en el laboratorio de Ingeniería Civil, como investigadores estaremos en contacto con todas las pruebas como la granulometría, peso específico, gravedad específica, y humedad.

El enfoque es cuantitativo, porque las variables e indicadores son estudiados y registrados mediante observaciones y datos numéricos. Además, es secuencial, ya que cada etapa procede a la siguiente y no se puede saltar pasos.

Las pruebas se realizarán de manera experimental, con tiempo anticipado para elaborar estas pruebas. La mayor parte del estudio se va a realizar en el laboratorio, donde harán un análisis de los resultados obtenidos.

Población

Conjunto de probetas de concreto elaborados de un grupo control y experimental sustituyendo al cemento en un 6% por la combinación de conchas de choro y ceniza de cola de caballo, de acuerdo a su diseño de mezcla en relación a su resistencia a la compresión.

Muestra

Se trabajará con 18 probetas de concreto según norma estandarizada ASTM C-39 con un diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; (9 probetas con 0% de sustitución, 9 probetas con sustitución al 6% por concha de choro y ceniza de cola de caballo).

Tabla 7. Distribución de probetas de concreto

Días de curado	Patrón	Sustitución al cemento en 6% (concha de choro y ceniza de cola de caballo)
7	3 unid.	3 unid.
14	3 unid.	3 unid.
28	3 unid.	3 unid.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se muestra que:

$n=3$; es el mínimo aceptable de la NTP.

9 probetas de concreto patrón para ser curadas con agua potable y obtener resultados de sus resistencias a la compresión alcanzadas a los 7, 14 y 28 días.

9 probetas de concreto experimental con sustitución al cemento en 6% (concha de choro y ceniza de cola de caballo).

Para la fabricación de las probetas se emplearon ciertas referencias:

- El choro se traerá del “Muelle” en Chimbote, Perú.
- La cola de caballo se traerá de la Huaca “Choloque” en Santa, Perú.
- La piedra y arena se obtuvo de la cantera Rubén (agregado grueso) y la cantera Rubén (agregado fino).
- Cemento Portland Tipo I marca “PACASMAYO”

Técnicas de Investigación

Tabla 8. Observación Científica.

Técnica	Instrumentos	Ámbito de la investigación
La Observación Científica	Guía De Observación	Grupo Control (Diseño de probeta de Concreto Convencional)
	Resumen	Grupo Experimental (Diseño de probeta de Concreto sustituyendo al cemento las conchas de choro y ceniza de cola de caballo).
	Fichas Técnicas De los ensayos a realizar (Laboratorio)	

Fuente: Elaboración propia

Se usa “LA OBSERVACION CIENTÍFICA”, donde se mide la granulometría, peso específico, aparte de evaluar y comparar las principales características de los diseños estándar y aplicado.

Este instrumento nos permitirá observar la calidad de la fabricación del concreto y cómo previene los fallos en construcciones de zonas urbanas y rurales.

Los instrumentos serán tomados en cuanto a su granulometría, peso específico y unitario de piedra y arena gruesa, humedad, diseño de mezcla, compresión y elaboración de unidades.

PROCESAMIENTO

RECOLECCION DE CONCHA DE CHORO

La concha de choro se obtuvo en el desembarcadero pesquero ubicado en la Av. Francisco Bolognesi a la altura del hospital La Caleta, en las coordenadas Latitud Sur 9°04'34.6" y Longitud Oeste 78°36'04.0" de la ciudad de Chimbote, Perú.

El proceso de Análisis Térmico Diferencial (ATD) para el material fue lavarlo, dejarlo secar en un ambiente abierto, luego triturarlo para obtenerlo en polvo, los pasos siguientes fueron en un batan molerlo hasta obtener 1 gr. de esta manera facilitaría al momento de pasar por la malla N°200, de esta manera pasa al ensayo.

Luego haber triturado, se procedió a su recalcinación en el horno, la concha de choro, a través de un tamiz N° 200, obtenemos 30gr. listo para caracterizar la composición química el ensayo de FRX.

A través de la prueba de PH, se realiza la alcalinidad de nuestro método de calcinación pasado por el tamiz N°200 de la concha de choro.

RECOLECCION DE COLA DE CABALLO

La cola de caballo se obtuvo en la ubicado en la Huaca Choloque, en las coordenadas Latitud Sur 8°58'53.8" y Longitud Oeste 78°36'00.5" de la ciudad de Santa, Perú.

El proceso de Análisis Térmico Diferencial (ATD) para el material fue lavarlo, dejarlo secar, luego triturarlo para obtenerlo en polvo, los pasos siguientes fueron en un batan molerlo hasta obtener 1 gr. de esta manera facilitaría al momento de pasar por la malla N°200, para que pase por una prueba.

Luego de haber calcinado y enfriando en la olla de barro, se procedió a su recalcinación en el horno la cola de caballo mediante un tamiz N°200, obtenemos 30 gramos para caracterizar la composición química el ensayo de FRX.

A través de la prueba de PH, se realiza la alcalinidad de nuestro método de calcinación pasado por el tamiz N°200 de la cola de caballo.

III. RESULTADOS

En el laboratorio, se obtuvo los siguientes resultados:

- Análisis Térmico Diferencial

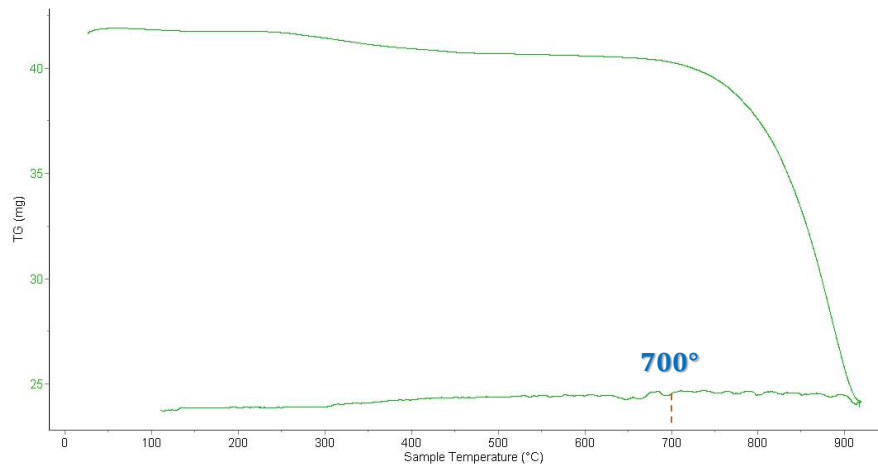


Figura 1. Análisis termo gravimétrico de la concha de choro

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

Según la figura 1, se observa una caída de la masa del material, indicando una estabilidad térmica importante hasta alcanzar los 700°C, esto da inicio para la descomposición acelerada y la pérdida total de material de un 43%.

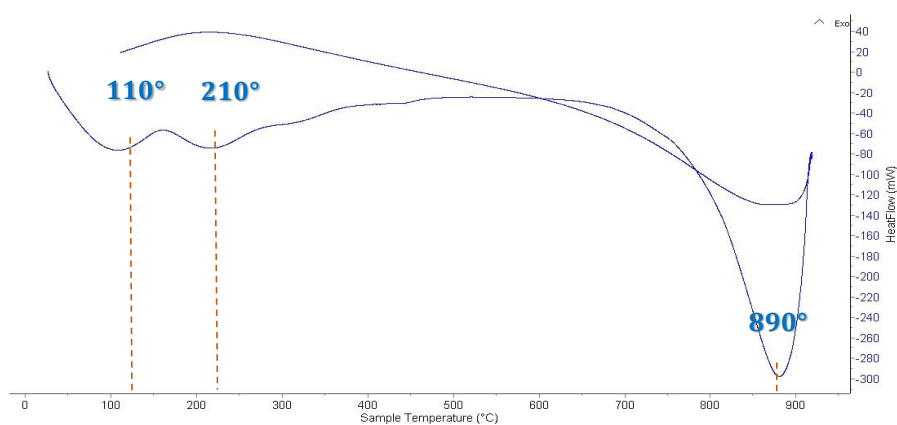


Figura 2. Curva calorimétrica ATD de concha de choro

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la figura 2, se puede mostrar dos ligeras bandas, de 110° y 210 ° C y luego, se observa un pico con 890°C que significa cambios en el material y su temperatura.

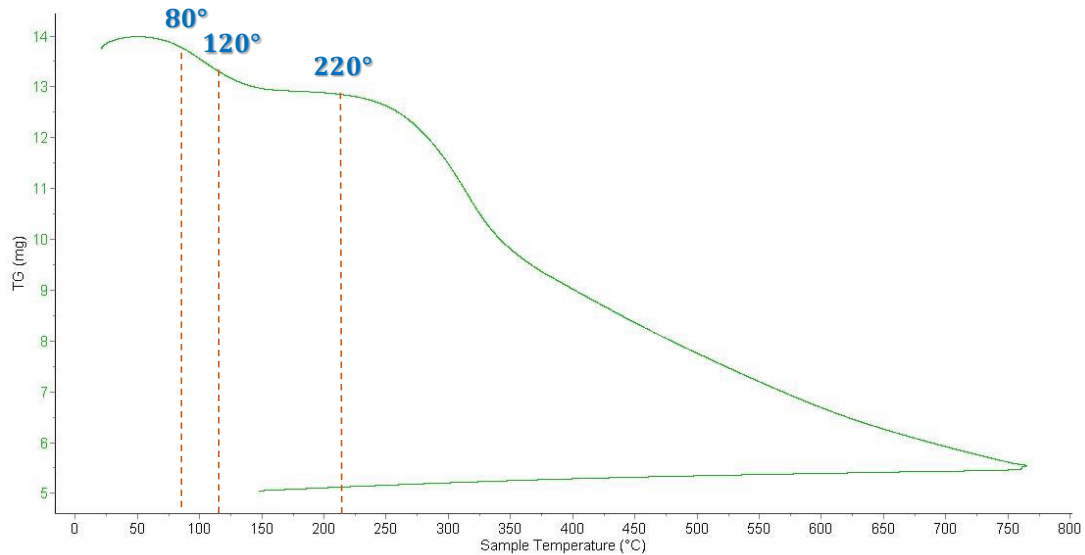


Figura 3. Análisis termo gravimétrico de la cola de caballo

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

El análisis TGA muestra importantes caídas del peso del material como consecuencia del incremento de temperatura, la primera se da entre 80 y 120°C y la segunda se da en torno a 220°C. En el ensayo, cuando se llega a una temperatura superior, el material pierde aproximadamente 64%.

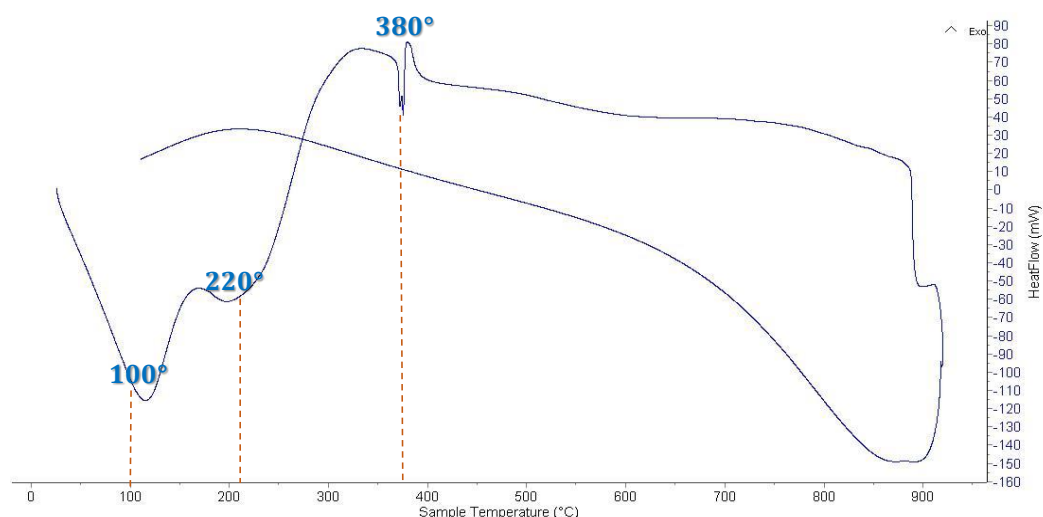


Figura 4. Curva calorimétrica ATD de cola de caballo

Fuente: Laboratorio de polímeros de la UNT

En la figura 4, se puede mostrar dos ligeras bandas, de 100° y 220 ° C y luego, se observa un pico con 380°C que significa cambios en el material y sus propiedades.

Composición Química

Tabla 9. Resultado De Fluorescencia De Rayos X de las cenizas de cola de caballo

Composición química	Resultados(%)	Método utilizado
Oxido de Silicio (SiO ₂)	54.007	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X
Oxido de Potasio (K ₂ O)	16.238	
Oxido de Magnesio (MgO)	14.191	
Oxido de Calcio (CaO)	11.025	
Oxido de Fósforo (P ₂ O ₅)	2.983	
Oxido de Azufre (SO ₃)	0.865	
Oxido de Hierro (FE ₂ O ₃)	0.590	
Oxido de Estroncio (SrO)	0.050	
Oxido de Zinc (ZnO)	0.041	
Oxido de Rubidio (Rb ₂ O)	0.011	

Fuente: Laboratorio de Química de la UNI

La Ceniza de cola de caballo fue calcinada a 380 °C por 2 h en un horno, tomando como referencia el antecedente Balarezo A. (2016).

Tabla 10. Resultado De Fluorescencia De Rayos X de las cenizas de concha de choro

Composición química	Resultados(%)	Método utilizado
Oxido de calcio (CaO)	99.403	Espectrometría de
Oxido de estroncio (SrO)	0.386	Fluorescencia de
Oxido de azufre (SO3)	0.211	Rayos X

Fuente: Laboratorio de Química de la UNI

La Ceniza de concha de choro fue calcinada a 890 °C por 3 horas en un horno, tomando como referencia el antecedente Cribillero M. (2016).

Potencial Hidrógeno

Tabla 11. Ph Del Cemento, Ceniza de Concha de Choro, Ceniza de Cola de Caballo y sus Combinaciones.

Muestra	Ph
Cemento	12.50
Cenizas de cola de caballo	12.32
Cenizas de concha de choro	12.31
98.8% cemento +0.6% ceniza de cola de Caballo+0.6% cenizas de choro	12.34

Fuente: Laboratorio de Ensayos Químicos COLECBI

Según el análisis, el PH de 12.34 nos indica que no corre peligro el concreto.

Relación A/C de la Mezcla Patrón y Experimental

Tabla 12. Diseños de mezcla de probetas patrón y experimental.

Descripción	Proporciones en peso por c/probeta propuesto según el diseño de mezcla patrón y experimental					
	Cemento (kg)	Cenizas (kg)	Arena (kg)	Piedra (kg)	Relación a/c	
Mezcla patrón	<u>1.818</u>	; <u>0.000</u>	; <u>5.632</u>	; <u>6.977</u>	; <u>1.293</u>	
	1.818	1.818	1.818	1.818	1.818	
	1.000	; 0.000	; 3.098	; 3.838	; 0.711	Lt/kg
Mezcla experimental	<u>1.709</u>	; <u>0.109</u>	; <u>5.632</u>	; <u>6.977</u>	; <u>1.293</u>	
	1.818	1.818	1.818	1.818	1.818	
	0.940	; 0.060	; 3.098	; 3.838	; 0.711	Lt/kg

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del diseño de mezcla muestran que para las proporciones dadas por c/probeta patrón se tiene una relación a/c de 0.711, mientras que para las proporciones dadas por c/probeta experimental se tiene una relación a/c de 0.711, de manera que la relación a/c se ha mantenido, de esta manera se pudo observar el comportamiento de la concha de choro y ceniza de cola de caballo.

Resistencia a Compresión de Probetas Patrón y Experimental

Tabla 13. Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 7 días de curado.

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	P-1	7	13,367	13,423	15,20	181,46	28170	155.24	73.92
2	P-2	7	13,371	13,433	15,20	181,46	28670	158.00	75.24
3	P-3	7	13,381	13,437	15,18	180,98	29190	161.29	76.80
							Promedio	158.18	75.32

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

Tabla 14. Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 14 días de curado.

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
4	P-4	14	13,466	13,535	15,20	181,46	32460	178.88	85.18
5	P-5	14	13,506	13,588	15,18	180,98	33770	186.59	88.85
6	P-6	14	13,475	13,550	15,20	181,46	32910	181.36	86.36
							Promedio	182.28	86.80

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

Tabla 15. Resultados del ensayo de compresión del concreto patrón a los 28 días de curado

Nº	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
7	P-7	28	13,509	13,590	15,20	181,46	37950	209,14	99,59
8	P-8	28	13,577	13,658	15,20	181,46	38110	210,02	100,01
9	P-9	28	13,596	13,680	15,18	180,98	38400	212,18	101,04
							Promedio	210,45	100,21

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

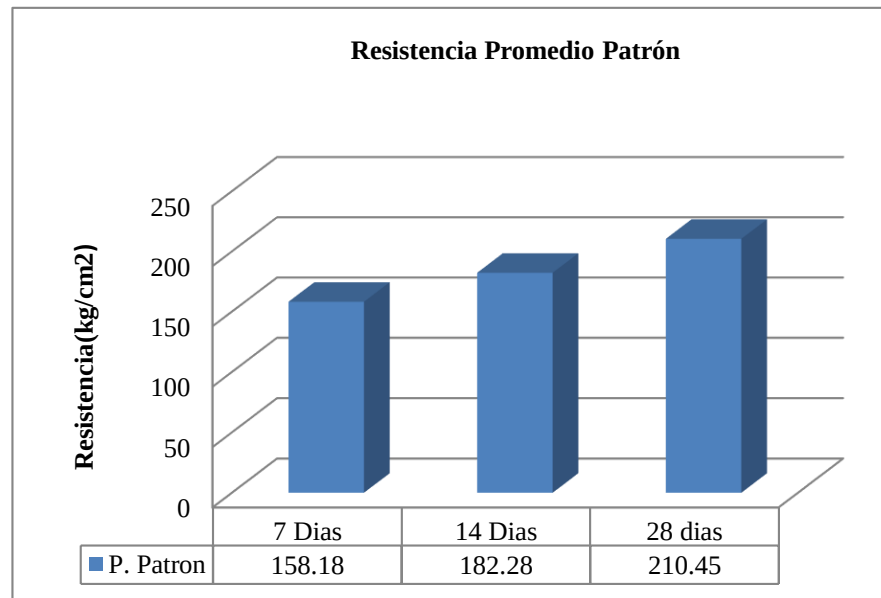


Figura 5. Resistencia a la compresión del concreto patrón 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración Propia

Según la figura 5, en la semana se alcanzó una resistencia promedio de 158.18 Kg/cm² que tiene un avance de 75.32%, a la segunda semana tiene 182.28 Kg/cm² con un avance de 86.80% y a los 28 días 210.45 Kg/cm² con un avance de 100.21% de lo establecido

En conclusión, fueron resultados favorables en los ensayos a la compresión de las probetas patrón.

Tabla 16. Resultados del ensayo de compresión del concreto experimental a los 7 días de curado.

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
1	P-1	7	13.433	13.501	15,20	181,46	32350	178.28	84.90
2	P-2	7	13.445	13.490	15,20	181,46	33260	183.29	87.28
3	P-3	7	13.442	13.466	15,18	180,98	32600	180.13	85.78
							Promedio	180.57	85.98

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

Tabla 17. Resultados del ensayo de compresión del concreto experimental a los 14 días de curado.

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
4	P-4	14	13.542	13.609	15,20	181,46	37060	204.23	97.25
5	P-5	14	13.445	13.527	15,18	180,98	36770	203.17	96.75
6	P-6	14	13.523	13.595	15,20	181,46	36210	199.55	95.02
							Promedio	202.32	96.34

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

Tabla 18. Resultados del ensayo de compresión del concreto experimental a los 28 días de curado.

N°	Descripción	Edad (días)	Peso inicial (kg)	Peso Final (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (Kg)	f'c (Kg/cm ²)	Avance (%)
7	P-7	28	13.562	13.632	15.20	181.46	42300	233.11	111.01
8	P-8	28	13.560	13.623	15.20	181.46	41910	230.96	109.98
9	P-9	28	13.570	13.625	15.18	180.98	41879	231.40	110.19
							Promedio	231.82	110.39

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

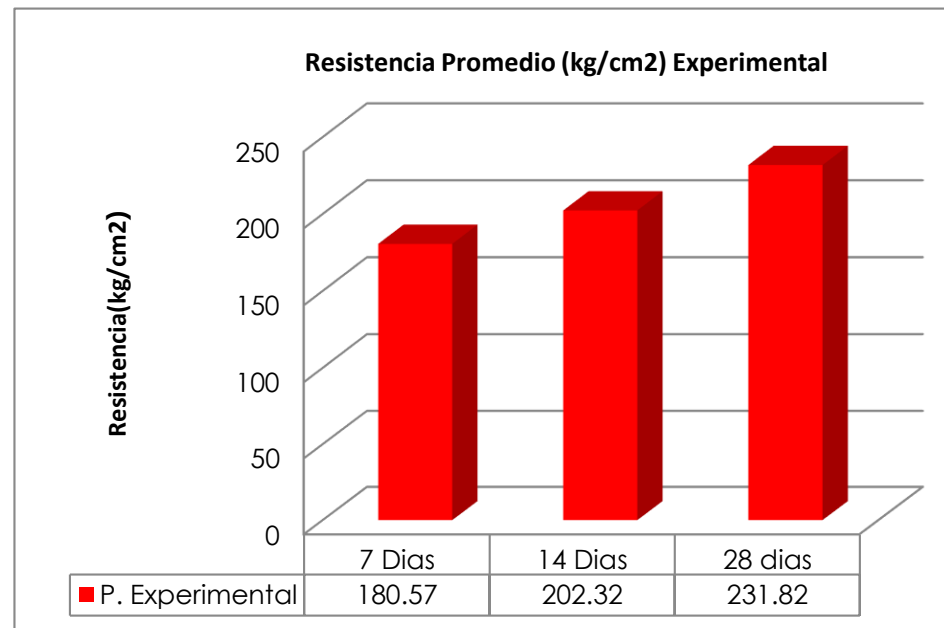


Figura 6. Resistencia a la compresión del concreto experimental 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración Propia

En la figura 6, a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 180.57 Kg/cm² con un avance de 85.98%, en las dos semanas tienen 202.32 Kg/cm² con un 96.34% y a los 28 días una resistencia de 231.82 Kg/cm² con un avance de 110.39.

En conclusión, se lograron resultados favorables en los ensayos a la compresión de las probetas patrón.

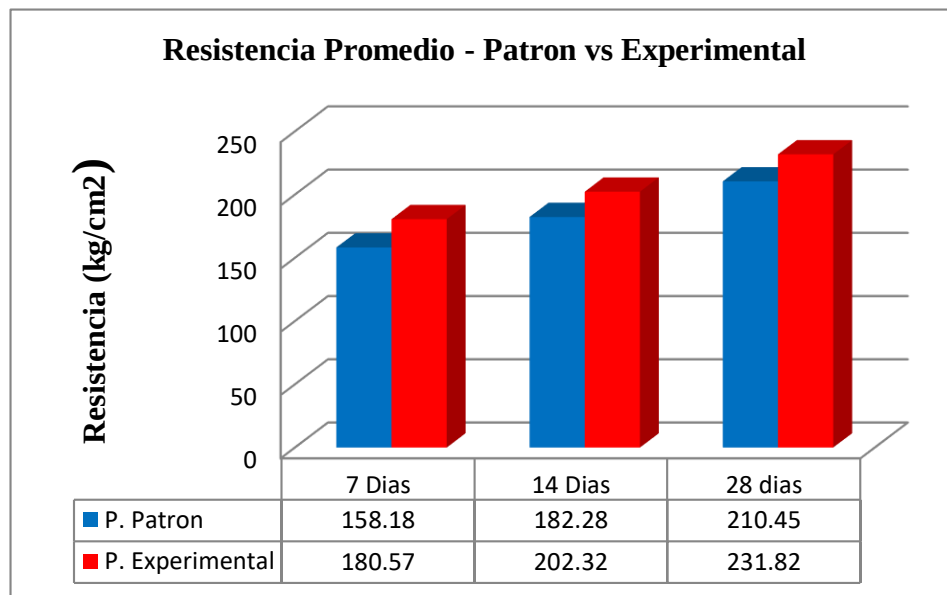


Figura 7. Resistencias promedias de patrón vs experimental 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración Propia

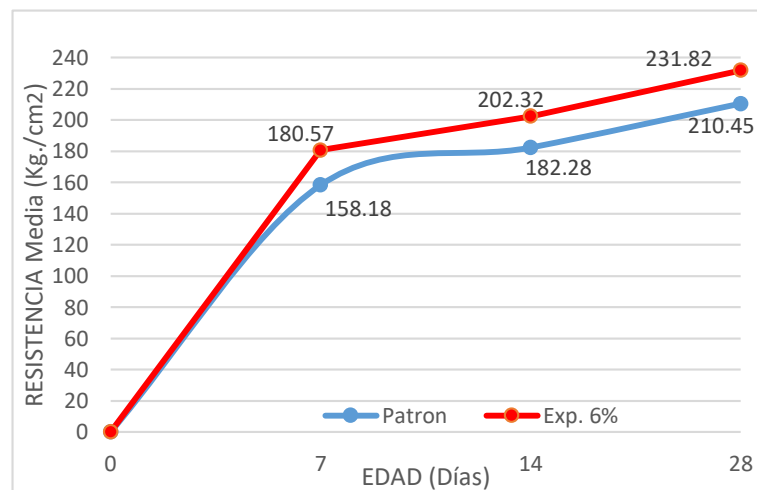


Figura 8. Resistencias promedias de patrón vs experimental 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19. Resistencias a la compresión de probetas de concreto con un porcentaje de cemento sustituido por la combinación de concha de choro y ceniza de cola de caballo según días de curado.

Días de curado	Resistencia de probeta con un porcentaje de Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo	
	0% CC y CCC	6% CC y CCC
7	155.24	178.28
	158.00	183.29
	161.29	180.13
	178.88	204.23
14	186.59	203.17
	181.36	199.55
	209.14	233.11
	210.02	230.96
28	212.18	231.40

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 19, en 28 días de curado las resistencias son mayores y con la sustitución de 6% de sustitución del cemento por la mezcla de Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo, de igual forma.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro-Wilk (con $p > 0.05$ para las dos muestras) y homogeneidad de varianzas con la prueba F ($F = 0.000$, $p = 0.995$, $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por una combinación de Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 20. Calculo de la Prueba de ANOVA para verificar las diferencias entre las medidas de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig
Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo	678,407	1	678,407	977,085	,001
Días de curado	2690,740	2	1345,370	1937,690	,001
Error	1,389	2	,694		
Total	3370.536	5			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 20 se puede visualizar que para la sustitución de cemento en por una combinación de Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo, el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.001$, $p<0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : las resistencias medias son iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia que las resistencias medias en kg/cm² logradas en las probetas de concreto, con sustitución del 0% y 6% del cemento por una por una combinación de Concha de Choro y Ceniza de Cola de Caballo son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto de las probetas patón y probetas experimentales.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.001$, $p<0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de las probetas de concreto).

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

- Para definir el grado de calcinación y el tiempo de la concha de choro se realizó el análisis térmico diferencial y térmico gravimétrico, en la figura 01 se muestra una caída de la masa del material, indicando una estabilidad térmica importante hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual en la figura 02 de análisis calorimétrico se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C dando origen a un cambio estructural del material. Según **Cribillero M. (2016)** sostiene que el tiempo de calcinación es de 3 horas.
- En cuanto al tiempo y grado de calcinación de la cola de caballo, en la figura 03 muestra caída de peso del material como consecuencia del incremento de temperatura, la primera se da entre 80 y 120°C y la segunda a 220°C, en la figura 04 de la curva calorimétrica se presenta un ligero pico de absorción de calor a 380°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales. Según **Carneiro, M., et al. (2015)** sostiene que el tiempo de calcinación es de 2 horas.
- El análisis químico de fluorescencia de rayos X para la muestra de concha de choro y cola de caballo, según **Cribillero M. (2016)** pudo obtener un 89.37% (CaO), en cuanto análisis de fluorescencia obtuvimos un 99.403% (CaO) según **Balarezo A. (2016)** fue de un 51.35%% (SiO), mientras el análisis fue de un 54.007% (SiO) esto ocasionará una mejora en las propiedades del concreto en un estado fresco y endurecido.
- El pH realizado de la ceniza de cola de caballo ha determinado un resultado de 12.32, según **Balarezo A.** tuvo un pH de 10.89 se puede decir que es un material alcalino que permite la reacción con el cemento.
- Las resistencias promedios patrón, según **Pérez N. (2018)** sus resistencias promedias a los 7 días son 158.12 kg/cm² a los 14 días de 186.65 kg/cm² y a los 28 días 246.55 Kg/cm², con respecto a lo realizado las resistencias a los 7 días son 158.18 kg/cm², a los 14 días 182.28 kg/cm², y a los 28 días 210.45kg/cm², obteniéndose así resistencias dentro del rango establecido.
- Los ensayos a la compresión del concreto experimental sustituido al 6% se obtiene una resistencia promedio de 180.57 kg/cm² a los 7 días, 202.32 kg/cm² a los 14 días, y a los 28 días 231.82 kg/cm². Según **Velásquez J. (2018)** sustituye al 15 %

obteniendo a los 7 días 190.62 kg/cm², a los 14 días 218.53 kg/cm² y a los 28 días 245.02 kg/cm² incrementando la resistencia debido al alto porcentaje de sustitución en el cemento.

V. CONCLUSIONES

- Al activar térmicamente la concha de choro a 890° C por 3 horas y la cola de caballo a 380°C por 2 horas; se alcanzaron los siguientes niveles de activación un 99.403% de óxido de calcio para la concha de choro y para las cenizas de cola de caballo se obtuvo un 51.359% de Oxido de Silicio (SiO); dichos porcentajes de activación les otorgaron a estos materiales una capacidad cementante.
- El grado de alcalinidad resulta ser semejante a la del cemento, obteniendo en la concha de choro un pH de 12.31, ceniza de cola de caballo un pH de 12.32 y la combinación de ambos materiales obtuvieron un pH= 12.34 dándose así estos valores a una mezcla activada alcalinamente.
- La composición química de la concha de choro, contiene un 99.403 % de componente cementante en mayor proporción de CaO. Mientras que la cola de caballo está compuesta por 54.007 % de componente cementante.
- La relación agua – cemento para las probetas patrón y experimental, obtuvimos un resultado de $a/c = 0.711$, dichos materiales de concha de choro y ceniza de cola de caballo no afectó su contenido de humedad y absorción, quedando íntegro el porcentaje de agua para el nuevo diseño.
- Habiéndose realizado el ensayo de resistencia a la compresión de las probetas patrón se obtuvo como resultados promedios a los 7 días de 158.18 kg/cm², a los 14 días 182.28 Kg/cm² y a los 28 días 210.45 Kg/cm², mientras al sustituir el 6 % de concha de choro y cola de caballo, a la edad de 7 días se obtiene una resistencia promedio de 180.57 Kg/cm², a los 14 días 202.32 Kg/cm² y a los 28 días 231.82 Kg/cm² lo cual indica el aumento de la resistencia experimental.

VI. RECOMENDACIONES

- Mantener las temperaturas en el ATD y el tiempo de calcinación, ya que estos resultados nos dan altos contenidos de óxido de calcio y óxido de silicio ya que son componentes químicos principales del cemento.
- Es muy importante no combinar o exponer los materiales sustitutos obtenidos, ya que pueden ser contaminados, lo cual no ayudaría a obtener una muestra homogénea al momento de ensayarlos.
- Se recomienda hacer otras sustituciones con porcentajes más altos de la concha de choro y ceniza de cola de caballo, lo cual habría una probabilidad de aumento en su resistencia.
- Se recomienda que el agregado grueso, sea piedra chancada y no piedra zarandeada y para el agregado fino, la arena no tenga mucho polvo fino así los agregados a utilizar en el proyecto sean de buena calidad.

Referencias bibliográficas

- Abanto, F. (2008) en su libro *“Tecnología del Concreto”*; Editorial San Marcos 2003, Capítulo I
- ASTM C 171, “Specifications for Sheet Materials for Curing Concrete, American Society for Testing Materials, West Conshohocken, PA”.
- Carneiro, M., Magalhães, K., Muñiz, G., Nisgoski, S., y Satyanarayana, K. (2015). Preparation and Characterization of Nano Silica from Equisetum arvenses. *Bioprocessing & Biotechniques*, 5:205, doi: 10.4172/2155-9821.1000205
- Jiménez (2008), H. "Tecnología Del Concreto".
- Gonzales, M, (1962) “Tecnología del Concreto Diseño de Mezclas”
- IECA. (2013). Componentes y propiedades del cemento. 2015, de IECA Sitio web: https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179.
- Juárez, E. (2005). Mecánica de Suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos.
- León, B. (2012). La cola de caballo (Equisetum, Equisetaceae) comercializada y exportada del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 19 (3): 345-346.
- National Ready Mixed Concrete Association. (1993). Resistencia a la Compresión del Concreto.
- Neville, A. M. (1999). Tecnología del Concreto, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
- NTP 339.088. Requisitos para agua de mezcla.
- NTP 339.185:2002. Contenido de humedad del agregado fino y grueso
- NTP 400.011:2013. Módulo de fineza del agregado fino.
- NTP 400.012:2013. Granulometría de los agregados gruesos y finos.
- NTP 400.017:2011. Peso unitario.

NTP 400.018:2013. Material más fino que pasa la malla N° 200.

Osorio, J (2013) “Resistencia mecánica del concreto” Editorial Macro Lima.

Powers, S (1932) y Scanlon, M (1994) del American Concrete Institute (ACI)

Rivera, L. (2010). Concreto Simple-Agua de Mezcla.

Rodríguez, A. (2014). Morteros para revestimiento con árido procedente de concha de mejillón (tesis de postgrado). Universidad de La Coruña, Galicia- España.

Salas, R. (2011). Curado de concreto en obra. Colombia: Trillas.

Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) en “Composición Química del Concreto”

Anexos y apéndices

ANEXO N°1

Análisis Térmico diferencial de la concha de choro y ceniza de cola de caballo.



VºBº MSc. Danny Chávez N.

Trujillo, 25 de febrero del 2021

INFORME N° 5 - FEB-2021

Solicitante: Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair – Universidad San Pedro

RUC/DNI: 44654312

Supervisor:

1. MUESTRA: Concha de choro (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CCH-5F	42.3 mg	

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 42.3 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

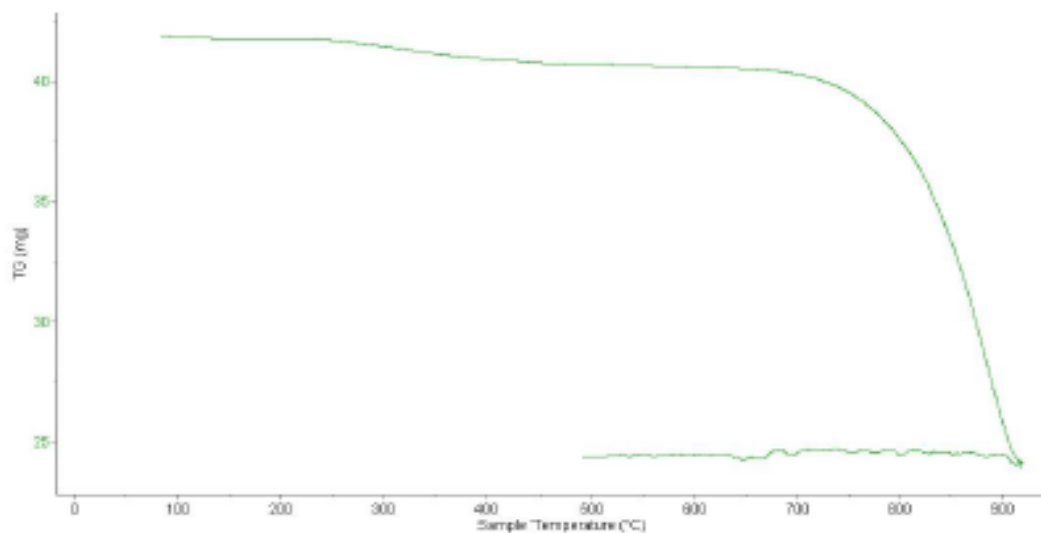


Trujillo, 25 de febrero del 2021

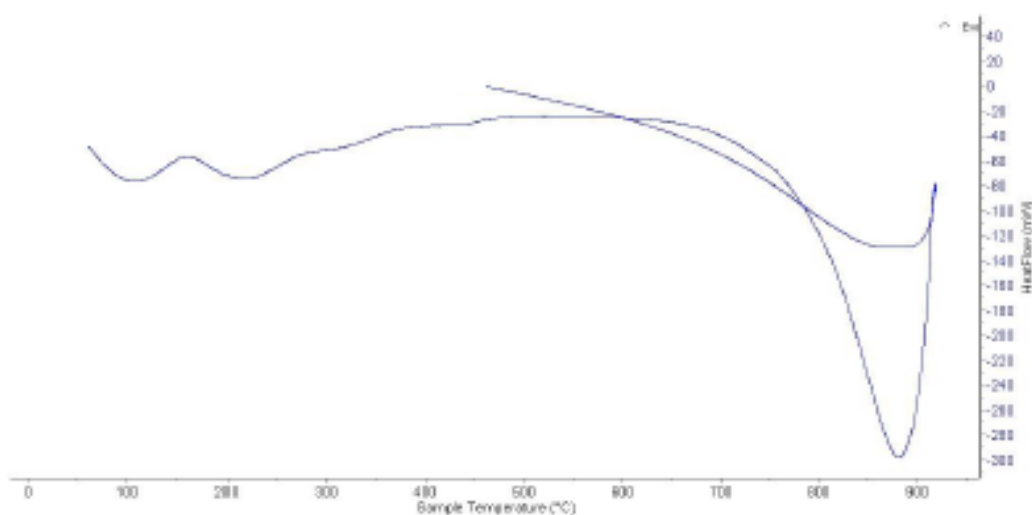
INFORME N° 5 - FEB-2021

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva ATD



V.B° MSc. Danny Chávez N.



Trujillo, 25 de febrero del 2021

INFORME N° 5 - FEB-2021

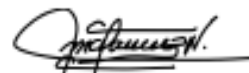
5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy caída de la masa del material, indicando una estabilidad térmica importante hasta alcanzar los 700°C, a partir del 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 43% 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, 25 de febrero del 2021




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



V°B° MSc. Danny Chávez N.




VºBº MSc. Danny Chávez N.

Trujillo, 25 de febrero del 2021

INFORME N.º 6 - FEB 2021

Solicitante: Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair - Universidad San Pedro

RUC/DNI: 44654312

Supervisor:

1. MUESTRA: Cola de caballo (1 gr)

Nº de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-6F	13.8 mg	

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

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

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

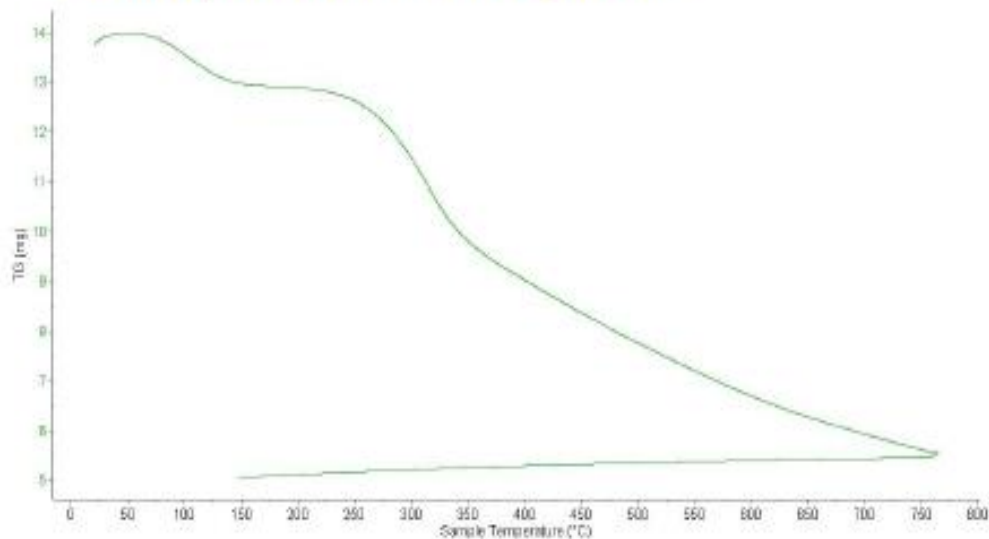


Trujillo, 25 de febrero del 2021

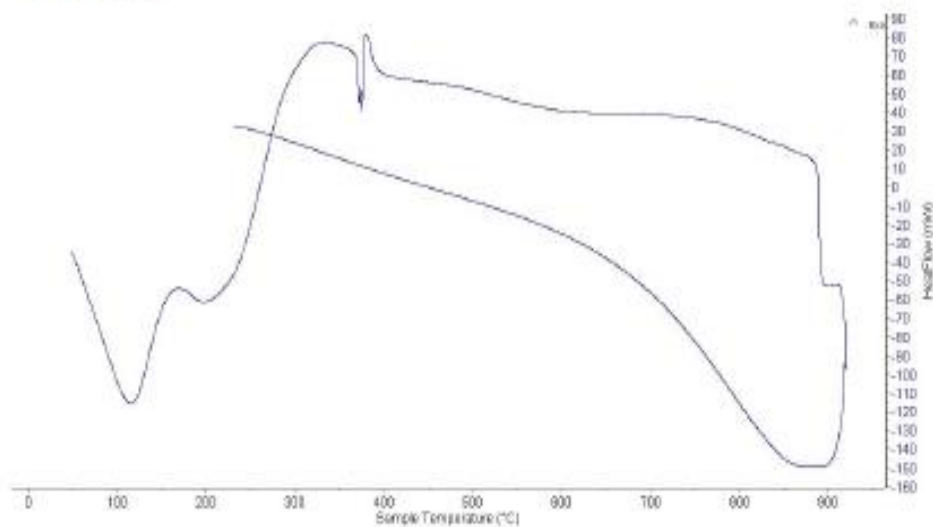
INFORME N.º 6 - FEB 2021

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva ATD



VºBº MSc. Danny Chávez N.



Trujillo, 25 de febrero del 2021

INFORME N.º 6 - FEB 2021

5. CONCLUSION:

1. El análisis TGA muestra importantes caídas del peso del material como consecuencia del incremento de temperatura, la primera se da entre 80 y 120°C y la segunda se da en torno a 220°C. El material llega a perder un aproximado de 64% cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se muestra unas ligeras bandas endotérmicas en torno a 100°C y en torno a 220 °C, posteriormente se muestra un ligero pico de absorción de calor a 380°C con gran probabilidad de ocurrir cambios estructurales y en las propiedades del material.

Trujillo, 25 de febrero del 2021

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

VºBº Mºc. Danny Chávez N.

ANEXO N°2

Análisis químico de la concha de choro y ceniza de cola de caballo.



INFORME TÉCNICO N° 0344 – 21 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MARLON JHAIR ESPINOZA NINAQUISPE
 - 1.2 DNI : 44654312
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 / 03 / 2021
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 26 / 03 / 2021
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 29 / 03 / 2021
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE CONCHAS DE CHORO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.2°C; Humedad relativa: 60%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Calcio (Ca)	99.616	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Estroncio (Sr)	0.330	
Azufre (S)	0.054	

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

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de calcio (CaO)	99.403	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de estroncio (SrO)	0.386	
Óxido de azufre (SO ₃)	0.211	

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

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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

Bach. Jesús Utano Reyes
Analista
LABICER – UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

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

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE CENIZA DE CONCHA DE CHORO



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



INFORME TÉCNICO N° 0345 – 21 – LABICER

1. DATOS DEL SOLICITANTE
 - 1.1 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MARLON JHAIR ESPINOZA NINAQUISPE
 - 1.2 DNI : 44654312
2. CRONOGRAMA DE FECHAS
 - 2.1 FECHA DE RECEPCIÓN : 25 / 03 / 2021
 - 2.2 FECHA DE ENSAYO : 26 / 03 / 2021
 - 2.3 FECHA DE EMISIÓN : 29 / 03 / 2021
3. ANÁLISIS SOLICITADO : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA SEGÚN SOLICITANTE
 - 4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE COLA DE CABALLO
5. LUGAR DE RECEPCIÓN : LABORATORIO LABICER - FACULTAD DE CIENCIAS
6. CONDICIONES AMBIENTALES : Temperatura: 23.2°C; Humedad relativa: 60%
7. EQUIPO UTILIZADO : Espectrómetro de fluorescencia de rayos x de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX 800HS.
8. RESULTADOS
 - 8.1 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Silicio (Si)	53.853	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Calcio (Ca)	20.582	
Azufre (S)	8.439	
Potasio (K)	7.180	
Magnesio (Mg)	6.787	
Fósforo (P)	2.267	
Hierro (Fe)	0.626	
Zinc (Zn)	0.122	
Estroncio (Sr)	0.115	
Rubidio (Rb)	0.029	

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

8.2 ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO EN ÓXIDOS

COMPOSICIÓN QUÍMICA	RESULTADOS (%)	MÉTODO UTILIZADO
Óxido de Silicio (SiO_2)	54.007	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽¹⁾
Óxido de Potasio (K_2O)	16.238	
Óxido de Magnesio (MgO)	14.191	
Óxido de Calcio (CaO)	11.025	
Óxido de Fósforo (P_2O_5)	2.983	
Óxido de Azufre (SO_3)	0.865	
Óxido de Hierro (Fe_2O_3)	0.590	
Óxido de Estroncio (SrO)	0.050	
Óxido de Zinc (ZnO)	0.041	
Óxido de Rubidio (Rb_2O)	0.011	

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

9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO

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

Bach. Jesús Utano Reyes
Analista
LABICER –UNI

M.Sc. Otilia Acha de la Cruz
Responsable de Análisis
Jefa de Laboratorio
CQP 202

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

ANEXO



FIGURA N°1. MUESTRA DE CENIZA DE COLA DE CABALLO



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

ANEXO N°3

Análisis de pH de la concha de choro, ceniza de cola de caballo y sus combinaciones



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FC=210 kg/cm² CON CEMENTO SUSTITUIDO AL 8% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO

INFORME DE ENSAYO N° 20210315-009A

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : ESPINOZA NINAGUISPE MARLON JHAIR.
DIRECCIÓN : Av. Miguel Grau Mz J Lote 3 La Victoria Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2021-03-15
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2021-03-15
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2021-03-15
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 210315-8

RESULTADOS

“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO FC=210 kg/cm² CON CEMENTO SUSTITUIDO AL 8% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZAS DE COLA DE CABALLO”

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CEMENTO (C)	12,50
CENIZAS DE COLA DE CABALLO (CCC)	12,32
CENIZAS DE CHORO (CCH)	12,31
COMBINACIÓN 98,8% C; 0,6% CCC; 0,6% CCH	12,34

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrica.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecta al proceso de Diminución por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.
- Este informe reemplaza al informe de Ensayo N° 20210315-009

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 18 del 2021.

GVR/jms

A. GUILLERMO VARGAS RAMOS
Ing. Civil en Construcción
BOLETA PROFESIONAL 000
C.O.P. 118
COLECBI S.A.C.

LC-MP/HRZ
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN
DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 - 1 Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medicambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

ANEXO N°4

Análisis de Laboratorios



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

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. Espinoza Ninaquispe Marion Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 06/05/2021

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(gr.)
3"	75.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
7/8"	8.50	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75	14.9	1.6	98.4
N° 8	2.36	75.8	8.1	90.3
N° 16	1.18	230.2	24.6	65.8
N° 30	0.60	191.7	20.5	45.3
N° 50	0.30	163.8	17.5	27.8
N° 100	0.15	146.5	15.6	12.2
N° 200	0.075	78.7	8.4	3.3
PLATO	ASTM C-117-04	35.8	3.8	0.0
TOTAL		937.2	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS

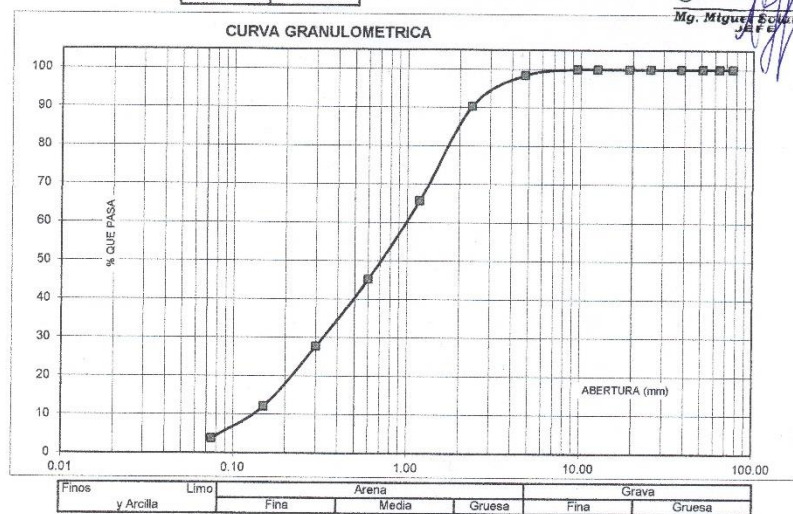
Módulo de Fineza : 2.60

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

Mg. Miguel Solís Jara



www.usanpedro.edu.pe

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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 06/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7750	7700	7650
Peso de molde	3350	3350	3350
Peso de muestra	4400	4350	4300
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1578	1560	1542
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1560		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1549		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8400	8350	8350
Peso de molde	3350	3350	3350
Peso de muestra	5050	5000	5000
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1811	1793	1793
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1799		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1786		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lda. Rectoría de la Universidad San Pedro
Mg. Miguel Solar Jara
Jefe de Laboratorio

www.usanpedro.edu.pe

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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH. Espinoza Ninaquispe Marion Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'_{cm} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 06/05/2021

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	687.70	687.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	987.70	987.70
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	877.70	877.70
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	110.00	110.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	295.70	295.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))		105.70	105.70
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.688	2.688
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.727	2.727
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.798	2.798
K	Absorción (%) $((D-A)/A \times 100)$		1.45	1.45

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.688
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.727
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.798
Absorción (%) : 1.45

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mecanica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Salazar 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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

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. Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'_{cm} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARFNA ORIERA
FECHA : 06/05/2021

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1031.8	1113.6	
TARA + SUELO SECO (gr)	1025.4	1106.9	
PESO DEL AGUA (gr)	6.4	6.7	
PESO DE LA TARA (gr)	169.1	202.6	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	856.3	904.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.75	0.74	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.74	


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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. Espinoza Ninaquispe Marion Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 8% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 06/05/2021

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1549 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1786 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.74 %
- Absorción 1.45 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1408 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1543 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.25 %
- Absorción 0.39 %

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

www.usanpedro.edu.pe

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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE 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 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $193 / 0.684 = 282.164 \text{ kg/m}^3 = 6.64 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	282.164	kg/m3
Agua efectiva.....	200.674	lts/m3
Agregado fino.....	873.931	kg/m3
Agregado grueso.....	1082.583	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$\frac{282.16}{282.16}$	:	$\frac{873.931}{282.16}$	:	$\frac{1082.58}{282.16}$
1	:	3.1	:	3.84

30.23 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.98 : 4.08 : 30.23 lts / bolsa


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
L.M. Ing. Miguel Salar Jara
Mg. Miguel Salar Jara
JEFE



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

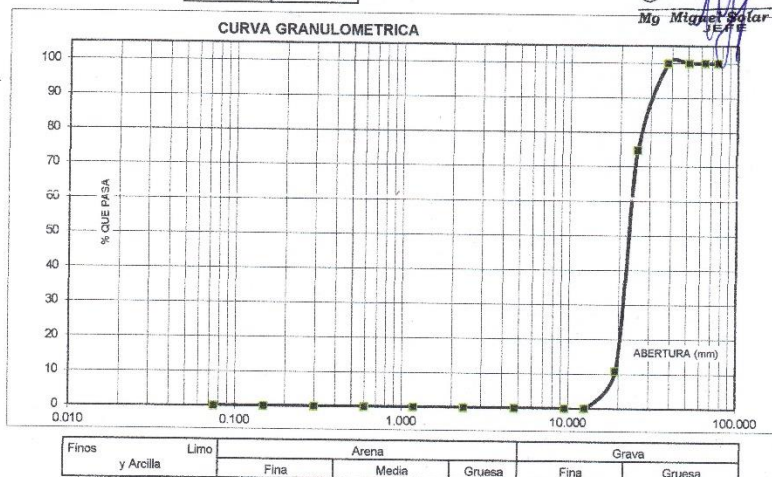
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO F'_{cm} 210 kg/cm² CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 06/05/2021

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumi.	% Que pasa
Nº	Abert (mm)	(gr)	(%)	(%)	(gr)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 ½"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 ½"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	298.6	25.2	25.2	74.8
¾"	19.100	756.2	63.9	89.1	10.9
½"	12.500	128.5	10.9	100.0	0.0
⅜"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 8	2.380	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
Nº 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-34	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1183.3	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	1"
Huso	Nº 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



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



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : DACH Espinoza / Ingequipes Interun J. J. J.
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 06/05/2021

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18050	18400	18450
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	12950	13300	13350
Volumen de molde	8354	8354	8354
Peso unitario (Kg/m ³)	1384	1422	1427
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1411		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1408		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19650	19550	19500
Peso de molde	5100	5100	5100
Peso de muestra	14550	14450	14400
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1555	1545	1539
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1547		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1543		

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



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

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. Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'_{c\phi}$ 210 kg/cm² CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACION DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUDEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 06/05/2021

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1278.00	1320.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	830.60	859.40
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	447.40	460.60
D	Peso de material seco en estufa	1272.00	1316.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	441.40	456.60
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.843	2.857
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.857	2.866
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.882	2.882
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.47	0.30

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.850
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.861
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.882
Absorción (%) : 0.39

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. Mecánica de Suelos / Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solor Jara



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH.Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 08/05/2021

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1345	1500.4	
TARA + SUELO SECO (gr)	1342.2	1497.1	
PESO DEL AGUA (gr)	2.8	3.3	
PESO DE LA TARA (gr)	169.1	209.8	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1173.1	1287.3	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.24	0.26	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.25	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Mg. Miguel Salar Jara
M.E.E.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

(6% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH.Espinoza Ninaquispe Marion Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACION DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 27/05/2021

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.12

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.69
- Peso unitario suelto 1549 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1786 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.74 %
- Absorción 1.45 %
- Módulo de fineza 2.60

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular 1"
- Tamaño Máximo Nominal 2.85
- Peso específico de masa 1408 kg/m^3
- Peso unitario suelto 1543 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.25 %
- Absorción 0.39 %


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: Imsyem@usanpedro.edu.pe



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

**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 1" , el volumen unitario de agua es de 193 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.085
6% CC Y CCC.....	(m ³)	0.005
Agua efectiva.....	(m ³)	0.193
Agregado fino.....	(m ³)	0.323
Agregado grueso.....	(m ³)	0.379
Aire.....	(m ³)	0.015
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	265.234 kg/m ³
6% CC Y CCC.....	16.930 kg/m ³
Agua efectiva.....	193.00 lts/m ³
Agregado fino.....	867.48 kg/m ³
Agregado grueso.....	1079.91 kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	265.234 kg/m ³
6% CC Y CCC.....	16.930 kg/m ³
Agua efectiva.....	200.67 lts/m ³
Agregado fino.....	873.93 kg/m ³
Agregado grueso.....	1082.58 kg/m ³


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LAB. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
V. J. E.

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{265.23}{265.23} : \frac{16.930}{265.23} : \frac{873.93}{265.23} : \frac{1082.58}{265.23}$$
$$1 : 0.06 : 3.29 : 4.08 \quad 30.23 \text{ lts / bolsa}$$

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° 5

Ensayos de Resistencias a Compresión del Concreto Patrón y Experimental



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

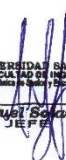
SOLICITA : BACH. Espinoza Ninaquispe Marlon Jhair
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACIÓN DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 06/05/2021

$F'c$: 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F'c (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,5	08/03/2021	15/03/2021	7	155.24	73.92
02	PATRON	3,5	08/03/2021	15/03/2021	7	158.00	75.24
03	PATRON	3,5	08/03/2021	15/03/2021	7	161.29	76.80
04	PATRON	3,5	08/03/2021	22/03/2021	14	178.88	85.18
05	PATRON	3,5	08/03/2021	22/03/2021	14	186.59	88.85
06	PATRON	3,5	08/03/2021	22/03/2021	14	181.36	86.36
07	PATRON	3,5	08/03/2021	05/04/2021	28	209.14	99.59
08	PATRON	3,5	08/03/2021	05/04/2021	28	210.02	100.01
09	PATRON	3,5	08/03/2021	05/04/2021	28	212.18	101.04

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
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: imsyem@usanpedro.edu.pe



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 6%

SOLICITA : BACH. Espinoza Ninaquispe Marlon Jhailr
TESIS : RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN CONCRETO $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ CON CEMENTO SUSTITUIDO
AL 6% POR LA COMBINACION DE CONCHA DE CHORO Y CENIZA DE COLA DE CABALLO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 27/05/2021

F_c : 210 Kg/cm^2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	PC	PC/F _c
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DÍAS	Kg/cm^2	(%)
01	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	03/05/2021	7	178.28	84.89
02	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	03/05/2021	7	183.29	87.28
03	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	03/05/2021	7	180.13	85.78
04	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	10/05/2021	14	204.23	97.25
05	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	10/05/2021	14	203.17	96.75
06	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	10/05/2021	14	199.55	95.02
04	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	24/05/2021	28	233.11	111.01
05	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	24/05/2021	28	230.96	109.98
06	EXPERIMENTAL	3.2	26/04/2021	24/05/2021	28	231.40	110.19

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
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Mg. Miguel Soler 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° 6

Panel Fotográfico

❖ Extracción de la Concha de Choro

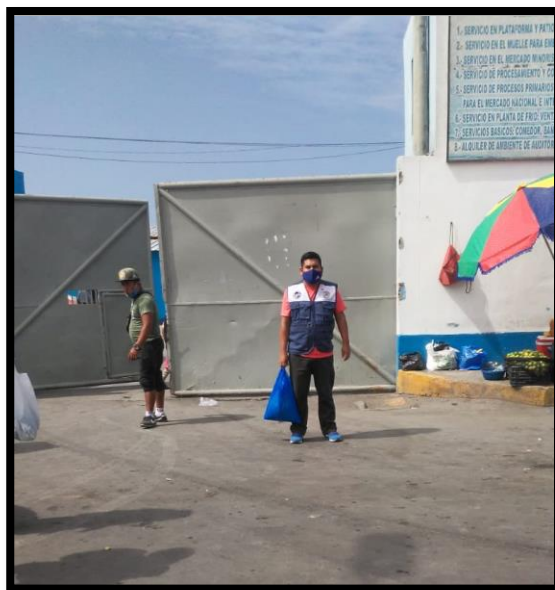


FOTO N°1: Extracción de la muestra a utilizar en el Desembarcadero Pesquero Artesanal de Chimbote

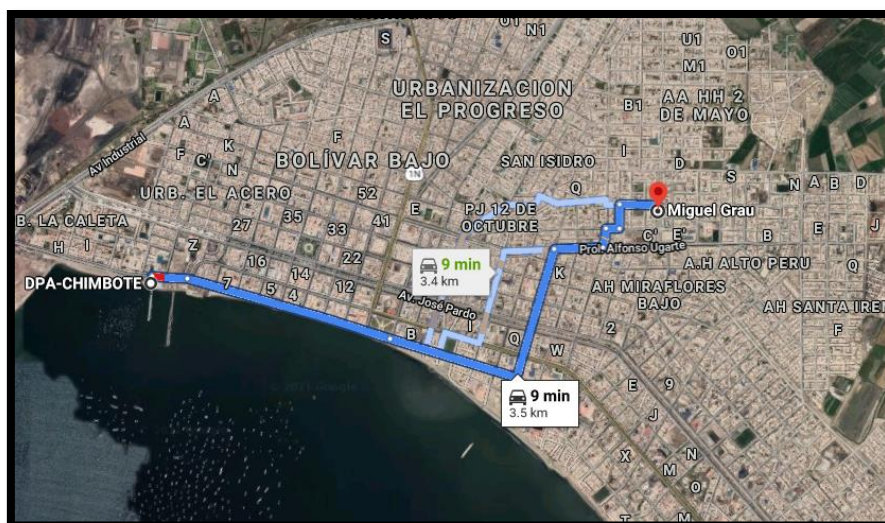


FOTO N°2: Ubicación del Desembarcadero Pesquero Artesanal - Chimbote



FOTO N°3: Obtención de la Concha de Choro



FOTO N°4: Lavado de la Concha de Choro



FOTO N°5: Secado de la Concha de Choro



FOTO N°6: Molienda de la Concha de Choro



FOTO N°7: Pasado por la malla N°200 concha de choro



FOTO N°8: Calcinación de la concha de choro

❖ Extracción de la Cola de Caballo



FOTO N°9: Extracción de la muestra a utilizar en la Huaca Choloque

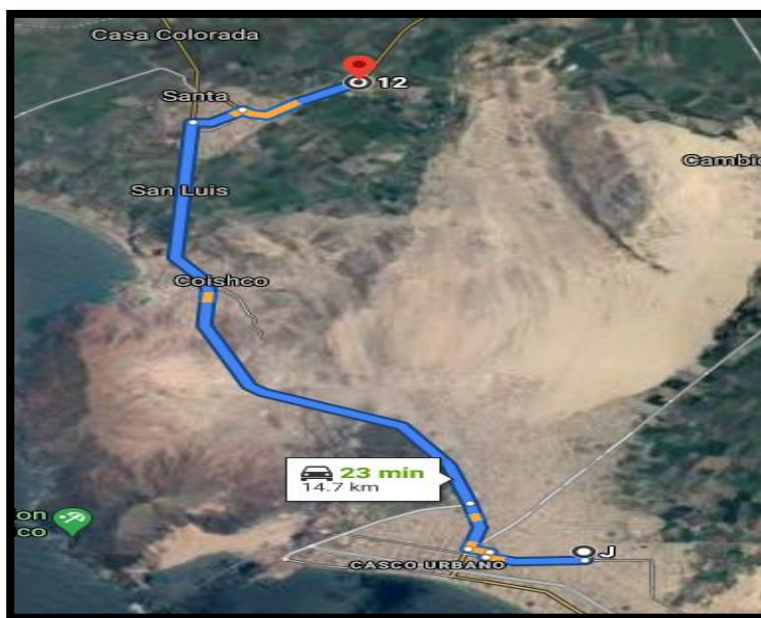


FOTO N°10: Ubicación de la Huaca Choloque – Santa



FOTO N°11: Obtención de la Cola de Caballo



FOTO N°12: Lavado de la Cola de Caballo



FOTO N°13: Secado de la Cola de Caballo



FOTO N°14: Molienda de la cola de caballo con mortero



FOTO N°15: Pasado por la malla N°200 cola de caballo



FOTO N°16: Calcinación de la cola de caballo