

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto
sustituyendo al cemento por cenizas de piedra de carbón
(*Coal Stone*) y polvo de conchas de abanico (*Argopecten
purpuratus*)**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Pérez Jaramillo, Edwin Eduardo

Asesor

Flores Reyes, Gumercindo

Chimbote – Perú

2020

TÍTULO

Resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto
sustituyendo al cemento por cenizas de piedra de carbón (*Coal Stone*)
y polvo de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*)

PALABRAS CLAVE:

Tema	Resistencia a la compresión
------	-----------------------------

Especialidad	Tecnología del concreto
--------------	-------------------------

KEY WORDS:

Topic	Compressive strength
-------	----------------------

Specialization	Concrete technology
----------------	---------------------

LINEA DE INVESTIGACION:

Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la construcción
------------------------	---

OCDE	Ingeniería y tecnología
	Ingeniería Civil
	Ingeniería de la Construcción

RESUMEN:

El propósito de este plan de investigación fue el de aumentar la resistencia y permeabilidad de un concreto con el uso de las cenizas de piedra de carbón y el polvo de concha de abanico, ya que por antecedentes se conoce que ambos materiales pueden llegar a actuar como puzolanas.

En este plan de investigación se obtuvo la pérdida de masa y calorimetría de los materiales mediante el análisis térmico diferencial (ATD), composición química por del ensayo de fluorescencia de rayos X (FRX), su alcalinidad para determinar su PH y la debida sustitución al 16 % por la combinación de las cenizas de piedra de carbón y polvo de concha de abanico, el cual se evaluó su posible uso puzolanico.

Se obtuvo la resistencia a la compresión de las probetas de concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y experimental con sustitución al 16 % de cemento por la combinación de las cenizas de piedra de carbón y polvo de concha de abanico. La prueba de alcalinidad de la mezcla de cenizas de piedra de carbón y polvo de concha de abanico alcanzo un $\text{PH} = 13.02$, altamente alcalino.

Los resultados de las cenizas de piedra de carbón muestran un 83.23 % en la suma de óxidos ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$) y del polvo de concha de abanico 97.33 %. Al sustituir el cemento por el 16 % de la combinación de las cenizas de piedra de carbón y el polvo de concha de abanico se obtuvo una resistencia de 74.79%, 83.31% y 94.31% a los 7,14 y 28 días de curado.

Se concluye que la combinación de las cenizas de piedra de carbón y el polvo de la concha de abanico podría utilizarse como puzolana, pero con porcentajes menores al 16%. Asimismo, se concluyó que las probetas son permeables, superando el rango mínimo de 2.5 cm, obteniendo 3.28 cm y 3.87 cm de permeabilidad.

ABSTRACT:

The purpose of this research plan was to increase the resistance and permeability of a concrete with the use of coal stone ashes and fan shell dust, since it is known from antecedents that both materials can act as pozzolans.

In this research plan, the loss of mass and calorimetry of the materials were obtained by means of differential thermal analysis (DTA), chemical composition by the X-ray fluorescence test (XRF), their alkalinity to determine their PH and the due substitution to 16% by the combination of coal stone ashes and fan shell dust, which was evaluated for its possible pozzolanic use.

The compressive strength of the standard concrete specimens was obtained $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and experimental with 16% substitution of cement by the combination of coal stone ashes and fan shell powder. The alkalinity test of the mixture of coal stone ash and fan shell dust reached a $\text{PH} = 13.02$, highly alkaline.

The results of the coal stone ash show 83.23% in the sum of oxides ($\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3$) and of the fan shell dust 97.33%. By replacing the cement with 16% of the combination of coal stone ashes and fan shell dust, a resistance of 74.79%, 83.31% and 94.31% was obtained at 7, 14 and 28 days of curing.

It is concluded that the combination of coal stone ashes and fan shell dust could be used as pozzolana, but with percentages less than 16%. Likewise, it was concluded that the specimens are permeable, exceeding the minimum range of 2.5 cm, obtaining 3.28 cm and 3.87 cm of permeability.

ÍNDICE GENERAL

Título	i
.....	
Palabras clave	ii
.....	
Resumen	iii
.....	
Abstract	iv
.....	
Introducción	11
.....	
Metodología	67
.....	
Resultados	75
.....	
Análisis y Discusión	91
.....	
Conclusiones	94
.....	
Recomendaciones	96
.....	
Agradecimiento	97
.....	
Referencias Bibliográficas	98
.....	
Anexos	101
.....	

ÍNDICE FIGURAS

FIGURAS.....

- Figura n° 01: Concreto permeable
- Figura n° 02: Concreto permeable con diferentes cantidades de agua.
- Figura n° 03: Curado del concreto
- Figura n° 04: Refrentado de las probetas de concreto
- Figura n° 05: Ensayo de resistencia a la compresión del concreto
- Figura n° 06: Recolección del agregado fino
- Figura n° 07: Recolección del agregado grueso
- Figura n° 08: Adquisición de las conchas de abanico
- Figura n° 09: Limpieza de las conchas de abanico
- Figura n° 10: Trituración de las conchas de abanico
- Figura n° 11: Calcinación de las conchas de abanico
- Figura N° 12: Adquisición de la piedra de carbón
- Figura N° 13: Calcinación de la piedra de carbón
- Figura N° 14: Peso unitario suelto del agregado fino
- Figura N° 15: Peso unitario compactado
- Figura N° 16: Contenido de humedad
- Figura N° 17: Lavado del agregado fino.
- Figura N° 18: Gravedad específica y absorción
- Figura N° 19: Granulometría del agregado fino
- Figura N° 20: Peso unitario suelto del agregado grueso
- Figura N° 21: Peso unitario compactado
- Figura N° 22: Contenido de humedad
- Figura N° 23: Lavado del agregado grueso
- Figura N° 24: Granulometría del agregado grueso
- Figura N° 25: Peso de los materiales para el concreto patrón
- Figura N° 26: Mezcla del concreto patrón
- Figura N° 27: Slump del concreto patrón

- Figura N°28: Vaceado, chuceado y enrasado del concreto
- Figura N°29: Desencofrado del concreto
- Figura N°30: Peso de los materiales para el concreto experimental
- Figura N°31: Combinación de las mezclas
- Figura N°32: Mezclado del concreto experimental
- Figura N°33: Slump del concreto experimental
- Figura N°34: Vaceado, chuceado y enrasado del concreto exp.
- Figura N°35: Desencofrado del concreto experimental
- Figura N°36: Curado de las probetas experimentales
- Figura N°37: Probetas colocadas en la máquina de permeabilidad
- Figura N°38: Probetas colocadas durante 3 días
- Figura N°39: Roturas de probetas permeables
- Figura N°40: Medición de absorción de agua
- Figura N°41: Peso específico de la piedra de carbón
- Figura N°42: Peso específico de la concha de abanico
- Figura N°43: Curva de pérdida de masa – concha de abanico
- Figura N°44: Curva calorimétrica – concha de abanico
- Figura N°45: Curva de pérdida de masa – piedra de carbón
- Figura N°46: Curva calorimétrica – piedra de carbón
- Figura N°47: Escala potencial de Hidrogeno – PH
- Figura N°48: Resistencia a la compresión a los 7 días - Patrón
- Figura N°49: Resistencia a la compresión a los 14 días - Patrón
- Figura N°50: Resistencia a la compresión a los 28 días - Patrón
- Figura N°51: Promedio de las resistencias a la compresión a los 7,14 y 28 días - Patrón
- Figura N°52: Promedio de las resistencias a la compresión a los 7,14 y 28 días (Barras) - Patrón
- Figura N°53: Resistencia a la compresión a los 7 días – Exp.
- Figura N°54: Resistencia a la compresión a los 14 días – Exp.
- Figura N°55: Resistencia a la compresión a los 28 días – Exp.

Figura N°56: Promedio de las resistencias a la compresión a los 7,14 y 28 días – Exp.

Figura N°57: Promedio de las resistencias a la compresión a los 7,14 y 28 días (Barras) – Exp.

Figura N°58: Comparación del promedio de las resistencias a la compresión a los 7,14 y 28 días – Patrón vs Experimental

Figura N°59: Comparación del promedio de las resistencias a la compresión a los 7,14 y 28 días – Patrón vs Experimental (Barras)

TABLAS.....

TABLA N° 01: Componentes químicos principales del cemento

TABLA N° 02: Componentes químicos del cemento Pacasmayo tipo I

TABLA N° 03: Cantidad de materiales en el concreto permeable

TABLA N° 04: Relación agregado/cemento

TABLA N°05: Composición química de las cenizas de piedra de carbón

TABLA N°06: Composición química del polvo de concha de abanico
(Universidad nacional de Ingeniería)

TABLA N°07: Composición química del polvo de concha de abanico
(Universidad nacional Mayor de San Marcos)

TABLA N° 08: Composición química de la ceniza de piedra de carbón
(Universidad nacional Mayor de San Marcos)

TABLA N° 09: PH de la concha de abanico, piedra de carbón y sus mezclas

TABLA N°10: Resultados del ensayo a la compresión a los 7 días del concreto patrón

TABLA N°11: Resultados del ensayo a la compresión a los 14 días del concreto patrón

TABLA N°12: Resultados del ensayo a la compresión a los 28 días del concreto patrón

TABLA N°13: Resultados del ensayo a la compresión a los 7 días del concreto experimental

TABLA N°14: Resultados del ensayo a la compresión a los 14 días del concreto experimental

TABLA N°15: Resultados del ensayo a la compresión a los 28 días del concreto experimental

TABLA N°16: Resultados del ensayo de permeabilidad a los 28 días del concreto patrón

TABLA N°17: Resultados del ensayo de permeabilidad a los 28 días del concreto experimental

TABLA N°18: Resultados de la prueba normalidad, homogeneidad de varianzas a la resistencia a la compresión del concreto

TABLA N°19: Resultados de la prueba ANOVA a la resistencia a la compresión del concreto

TABLA N°20: Resultados de la prueba normalidad, homogeneidad de varianzas y t-Student a la permeabilidad de un concreto

I. Introducción:

Como antecedentes se tiene:

Ravina (2018) “Compressive Strength of low cement/high fly ash concrete” (artículo de investigación) the University of California, Berkeley. *Cement and Concrete Research*. Vol.18, n.04. Lo cual nos dio las siguientes conclusiones:

Este artículo de investigación se llevó a cabo en Berkeley con cenizas volantes (piedra de carbón).

Donde los autores llegan a las siguientes conclusiones:

La ceniza volante tiene un resultado importante en las propiedades del concreto fresco y endurecido

Se concluyó, en concreto magro, el uso de una gran cantidad de cenizas volantes, como reemplazo tanto del cemento como de la arena, es altamente beneficioso.

Los resultados de las pruebas, que en comparación con la mezcla de referencia que alcanzo la resistencia requerida (200 psi; 14 MPa) a los 28 días, los hormigones con los niveles de reemplazo de cenizas volantes.

Hazurina & Badorul (2015) “Cockle Shell ash replacement for cement and filler in concrete” (artículo de investigación) *Del Fisheries Research Institute*. Vol.25, n.02

Este artículo de investigación se llevó a cabo en Malasia con conchas de abanico que tenía por objetivo reducir, reutilizar y reciclar, las conchas de abanico en la industria de la construcción.

Donde los autores llegan a las siguientes conclusiones:

El alto contenido de CaO en la ceniza de la cascará de las conchas de abanico causará la lenta hidratación en el proceso que reducirá la resistencia del concreto a temprana edad de la curación. Por el contrario, el porcentaje de incremento en la fuerza es más alto que el concreto normal con un periodo de curado más largo.

La resistencia del hormigón con la mezcla de ceniza de cascara de las conchas de abanico es menor de lo normal al hormigón. No impide, mientras una larga etapa de curado (hasta 90 días), la proporción de fuerza aumentada en equiparación con el concreto normal, especialmente el concreto con ceniza de concha 5% y ceniza de concha 15%

El módulo de elasticidad disminuiría con el incremento de la proporción de ceniza de la cascara de conchas de abanico en el concreto, excepción del concreto con ceniza de concha 10% dio un módulo más alto de elasticidad que otros

La permeabilidad y porosidad del concreto disminuye cuando el incremento cantidad de cenizas de concha de abanico excepto en una mezcla con ceniza de concha 25% y ceniza de concha 50% principalmente cuando la edad del hormigón alcanza 90 días de curado

Como un todo, la estructura morfológica del concreto con ceniza de concha 5% y ceniza de concha 10% que parece compactado afectaría la fuerza, el módulo de elasticidad, el agua, permeabilidad y porosidad del hormigón.

Harison & Srivastava (2014) “Effect of fly ash compressive strength of Portland Pozzolana cement concrete” (artículo de investigación) *Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)*. Vol.25, n.02. Este artículo de investigación se llevó a cabo en la India con cenizas volantes que tenía por objetivo; utilizar más materiales convencionales en construcción y consumir los recursos naturales también tal como el carbón que es un material convencional, tal caso los autores llegan a los posteriores resultados:

La Resistencia a la compresión del hormigón de cenizas volantes hasta un 30% de nivel de reemplazo es más o igual a hormigón de referencia a los 28 y 56 días.

El nivel óptimo de reemplazo de cenizas volantes es del 20%

Se observó que a los 28 y 56 días en 20% reemplazo de PPC (Cemento Portland Puzolana) por cenizas volantes, la fuerza aumentó marginalmente de 1.9% a 3.28%.

La resistencia a la compresión de PPC fue de 23,4 N / mm² a 7, 28 y 56 días respectivamente para una relación de cemento de agua de 0,46

También se observó que hasta un 30% de reemplazo de PPC (Cemento Portland Puzolana) por cenizas volantes, la fuerza es casi igual a la referencia hormigón a los 56 días

Se observó que, a 56 días de curado, la resistencia del hormigón de cenizas volantes PPC aumento hasta un 20% e igual al 30% de reemplazo con hormigón de referencia y luego, la resistencia disminuyó con aumento en el nivel de reemplazo.

Mohammad & Danish (2017) “Comparative study of compressive strength of concrete with fly ash replacement by cement” (artículo de investigación) *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Vol.08, n.04. Este artículo de investigación se llevó a cabo en la India con cenizas volantes que tenía por objetivo; reutilizar las cenizas volantes y no eliminarlo, tal caso los autores llegan a las siguientes conclusiones:

la conclusión de que compara la resistencia del hormigón con los residuos convencionales los materiales son fructíferos. Cenizas volantes y polvo de piedra en mezcla de concreto demostró ser muy útil para resolver problemas ambientales y hasta cierto punto se puede minimizar el requisito de cemento en gran cantidad.

Por lo tanto, es un método seguro y ambientalmente consistente de eliminación de cenizas volantes calcinadas a 500° C. Y se puede encontrar que la planta de energía se utilizan las cenizas volantes como reemplazo de cemento. Basado en el estudio de diferentes literaturas de libros, revistas sobre aplicación de hormigón de cemento de cenizas volantes. Se está concluyendo que la mayor parte del experimento se basó en diferentes materiales como canales de sílice, polvo de mármol, residuos de piedra, residuos de estanque, cascara de caña de azúcar en el cemento de cenizas volantes. Es difícil encontrar la proporción real y los tipos de cenizas volantes en cubos de hormigón hormigón.

Rohan (2016) “A study on Strength Parameters of partially replacement of cement by fly ash and activated fly ash concrete” (artículo de investigación) *International Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Vol.05, n.09. Este artículo de investigación se llevó a cabo en la India con cenizas volantes que tenía por objetivo; reducir el nivel de dióxido de carbono global, reducción de costos, ahorro de energía,

control de la contaminación, tal caso los autores llegan a las siguientes conclusiones:

Los reemplazos de cenizas volantes y las cenizas volantes activado se han estudiado en el porcentaje racional de 20%, 30%, 40% y 50%. El diseño de la mezcla utilizada en M30 con una relación de 0,45 de agua / cemento.

Llegamos a la conclusión de que, la trabajabilidad del hormigón disminuye con el aumento del contenido de cenizas volantes en la mezcla. Los residuos volantes reemplazan al cemento OPC en la mezcla en un 30% y cenizas volantes activado hasta un 40% para mejorar los resultados y se encuentran para ser óptima y más cerca de los calculos precisos.

La resistencia a la compresión del hormigón de cenizas volantes con 30 % después de 28 días es 36,9 N / mm², que es menor que el hormigón convencional por 6,81%.

Cenizas volantes activadas el hormigón tiene mayor resistencia a la compresión en equiparación con el hormigón usual y cenizas volantes. Por lo tanto, la resistencia a compresión aumenta en 6,16% y 12,5% más que CVC y cenizas volantes.

La resistencia a la flexión del hormigón de cenizas volantes es óptima en reemplazo del 20% y disminuye con el aumento de cenizas volantes

contenido. El valor óptimo es menor en un 9,4% en comparación con CVC a los 28 días. La resistencia al alabeo de la mezcla AFA aumenta con el incremento del contenido de AFA hasta un 40% y es el valor óptimo para el reemplazo. Resistencia a la flexión de AFA el concreto al 40% de reemplazo es 9.1% y 19.3% es mayor que CVC y hormigón de cenizas volantes, respectivamente, después de 28 días. Los resultados experimentales generales podemos concluir que, por la activación de la ceniza volante en el hormigón da buena compresión, dividir la resistencia a la tensión y al alabeo hasta un 40% de reemplazo después 28 días de fuerza.

Hung et al. (2018) “Recycling of seashell waste in concrete: A review” (artículo de investigación) *Construction and Building Material*. Vol.162, n.01. Este artículo de investigación se llevó a cabo en Malasia con conchas marinas que tenía por objetivo; integrar subproductos y desperdicios de distintas empresas como opciones en concreto y disminuir la vinculación de los materiales impenetrables para la construcción, tal caso los autores llegan a las siguientes conclusiones:

Los desperdicios de conchas marinas podrían usarse como un agregado particular de hasta 20% para una trabajabilidad y resistencia del concreto apropiadas para propósitos no estructurales.

Gonzales & Mendoza (2016). Universidad Católica de Santa María – Arequipa. “Evaluación de las propiedades del concreto fresco y

endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa”, (Tesis para Titulación) el objetivo principal de esta tesis fue:

Determinar la influencia en la sustitución parcial del cemento por cenizas volantes para la elaboración de concreto y verificar la influencia en las pertenencias físicas en fase fresco y fuerte del concreto, en la ciudad de Arequipa – Perú.

El nivel de dicha investigación fue experimental, la cual llego a los posteriores resultados:

El porcentaje óptimo para la sustitución de cemento por cenizas volantes de los diseños de mezcla fue del 10 %, para los ensayos de resistencia a la compresión, sin embargo, las pruebas como la exudación y ASR mientras mayor sea el porcentaje de sustitución de cenizas volantes mejoran esas características del concreto.

Las pruebas realizadas con cenizas volantes sobre resistencia a la compresión a edades tempranas (7 días) son menores que las resistencias del diseño patrón, esto sucede hasta pasar los 28 días donde los cilindros con cenizas volantes tienen mayores resistencias incluso que los cilindros del diseño patrón en 1.26%

Finalmente, al concluir los 56 días en las pruebas de resistencia a la compresión los diseños aumentan su resistencia a compresión en un

promedio de 11 % con un porcentaje de sustitución de cenizas que oscila entre el 10 % y el 20 %

Flores y Mazza (2015) realizaron la investigación titulada: "Utilización de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto", (Tesis para Titulación) realizada en la Universidad del Santa, por lo tanto tuvo como propósito: Determinar la resistencia en compresión de combinación de concreto con la adición de distintas dimensiones de desechos calcáreos de conchas de abanico y compararlas con la resistencia de una combinación habitual; siendo dicha investigación de tipo experimental. Se utilizó el polvo de concha de Abanico para su calcinación a 800° C durante 4 horas. Finalizaron que la suma de desechos calcáreos calcinados en un rango de 5 y 10% aumentaron las propiedades resistentes de una combinación común del concreto, alcanzando una resistencia superior en 9.4% con vinculo a la resistencia preliminar, a exclusión de la suma del 15% la cual presenta una resistencia semejante a lo habitual.

Huaquisto & Belizario (2016) "Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento". (artículo científico) Vol.20 n.02. *Revista de Investigaciones Altoandinas* de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno. Lo cual nos dio las siguientes conclusiones:

La ceniza volante se debe utilizar como sustitución al cemento en un rango menor al 10 %, mal allá de este valor disminuye la resistencia del concreto.

Al sustituir el cemento con la ceniza volante para el aumento de la resistencia del concreto es necesario utilizarlo en un porcentaje optimo del 3% al 6% sin adición de otras sustancias, de tal manera darle trabajabilidad, durabilidad y menor costo en su elaboración.

Huayta (2019) “Análisis comparativo entre la resistencia a la compresión del concreto tradicional y concreto modificado con cal de conchas de abanico”, Universidad Cesar Vallejo – Trujillo. (Tesis para Titulación) el objetivo principal de esta tesis fue:

Estimar el resultado de la cal de Conchas de Abanico en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

El nivel de dicha investigación fue experimental, la cual llego a los posteriores desenlaces:

El concreto típico y con cal de conchas de abanico sobrepasaron la resistencia de bosquejo, a los 14 y 28 días de curado; y solo a los 14 días la resistencia del concreto con CCA fue mejor al típico

Existen desigualdades características en la resistencia a la compresión del concreto entre el conjunto patrón y el conjunto experimental con 5 % de cal de conchas de abanico, a los 14 días de curado.

Contreras & Peña (2017) “Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla”, Universidad Privada del Norte – Trujillo. (Tesis para Titulación) el objetivo principal de esta tesis fue:

Añadir dosificaciones del 1.5 %, 3%, 4.5% y 6% de ceniza volante de carbón se incrementa la resistencia a la compresión y se disminuye la permeabilidad del concreto.

El nivel de dicha investigación fue experimental, la cual llego a la siguiente conclusión:

Al analizar el agregado de cenizas volantes de carbón en la mezcla se observa el aumento que se genera en la resistencia a la compresión en la función a las dosificaciones y al tiempo de curado, además disminuye la penetración de agua que se genera en el ensayo de permeabilidad en función a las dosificaciones aplicadas.

Mariluz & Ulloa (2018) “Uso de las cenizas volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica Ilo 21 – Moquegua como adición para mejorar las propiedades de concreto: Resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura” (Tesis para Titulación) de la

Universidad Nacional del Santa. El cual fue realizado a nivel experimental, tiene como objetivo: Determinar las propiedades de resistencia a la compresión, absorción, manejabilidad y temperatura de un concreto mediante la adición de cenizas volantes del carbón. Siendo esta investigación de nivel experimental; siendo sus conclusiones arribadas las siguientes:

Los resultados obtenidos demuestran que la adición de las cenizas de carbón al concreto en porcentajes 5,10 y 20 %, mejoran el desarrollo a la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, lo cual obtuvo el más favorable el 10% de adición.

Las conclusiones alcanzadas demuestran que en las diferentes concretos, la velocidad y capacidad de succión capilar disminuyen con el aumento de la adición en 5,10 y 20 % de ceniza volante de carbón, haciendo al concreto más impermeable y por lo tanto durable

La composición química de las cenizas volantes del carbón se consiguieron los siguientes resultados: 61.49 % de (SiO₂), 12.38 % de (SO₃), 10.45% (Al₂O₃), elaborado en la Universidad Nacional de Ingeniería (LABICER)

El ensayo del PH, obtuvo el siguiente resultado para la ceniza volante: 13.41 siendo altamente alcalino y tomando como referencia el PH del cemento que es de 12.00

Benítez et. Al (2016) “Resistencia de una pasta concha – arcilla de Yacya – Huari” (Investigación científica) Dirección general de Investigación por la Universidad San Pedro. El cual fue realizado a nivel aplicativo, tiene como finalidad: Diagnosticar la resistencia a la compresión, como un indicador de la categoría de puzolanidad, de una pasta mezclada en diferentes proporciones por arcilla activada de Yacya y polvo de concha de abanico de Chimbote. Se obtuvo en la investigación, de la arcilla de Yacya es puzolanica y por lo tanto cementante ya que la arcilla de Yacya contiene muy bajos porcentajes de caolinita en su composición estructural lo que determina el nivel de resistencia como material suplementario cementante.

La composición química del polvo de concha de abanico alcanzó los siguientes resultados: 97.743 % de (Ca O), 0.820 % de (SiO₂), 0.740 % (K₂O), elaborado en la Universidad Nacional de Ingeniería (LABICER)

El ensayo del PH, obtuvo el siguiente resultado para el polvo de concha de abanico: 12.24 siendo alcalino y tomando como referencia el PH del cemento que es de 12.00

Como fundamentación científica se tiene:

Tecnología del concreto

Rigney (2008, p.65), define al concreto como: “Una combinación de arena, piedra, agua y cemento; que inauguralmente tiene particularidad de plasticidad y moldeabilidad, para luego endurecer y

conseguir propiedades resistentes constantes, haciéndolo ejemplar como material de construcción”.

La Tecnología del Concreto ha procurado desde hace muchos años incrementar la resistencia y la durabilidad del concreto. Sin embargo, las resistencias hasta los 600 Kg/cm² solamente eran utilizados en concreto pretensado, no así en el concreto armado por el problema de la figuración con el diseño elástico de las barras de refuerzo.

Por otra parte, los fenómenos de la performance del cemento en condiciones agresivas no estaban bien estudiados. Es a partir de los años 70 con el desarrollo de estructuras elevadas en EE.UU. que se emprende una investigación muy importante sobre las altas resistencias del concreto.

Paralelamente, en muchos centros de investigación se desarrollan los concretos de alta performance por su durabilidad, con misma tecnología.

Los logros alcanzados han sido posibles por el desarrollo de los aditivos químicos de cuarta Generación, normalizados como aditivos reductores de agua de alto rango, que permiten relaciones $a/c = 0.36$ en el concreto y posteriormente la aplicación de la microsílíce que densifica la parte de cemento y enriquece su resistencia en el tiempo por su alta actividad puzolánica.

Concreto

El concreto es uno de los instrumentos más ordinarios en la construcción por gran diversidad de uso, que parte desde la estructura de un inmueble hasta puentes. También es usado en herrería, pavimentos, carreteras, tanques de almacenamiento y otras estructuras. Es complicado localizar una estructura en la que no se haya utilizado concreto para la construcción. Asimismo, es uno de los instrumentos más barato y cambiante.

Los agregados, frecuentemente adquiridos de cantera o de obtención en principios hídricos superficiales, se sabe que todo material granular como la arena, la grava, piedra triturada o residuos de hierro de los hornos, que son utilizados como medio cementante para formar concretos o morteros (ASTM C125).

El agua en el concreto realiza el papel de humedecer el cemento. Para la disposición del concreto y mortero se medita el empleo de agua apta para uso del hombre. H₂O con capacidad de componentes químicos, con pHs sutilmente agrios o esencial, y/o con acumulaciones afectan la resistencia y/o forma del concreto y morteros.

Propiedades del Concreto:

Frederick S. (1992) señala que las 4 propiedades primordiales del concreto son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad.

Según lo contempla la Norma Aci 318 nos comenta que para poder elegir una mezcla óptima de concreto se tiene que seguir los pasos:

- Diagnosticar la derivación del modelo del espécimen
- Diagnosticar la resistencia promedio a la compresión solicitada.
- Determinar la resistencia promedio con combinaciones de ensayos o una idónea búsqueda de hábitos que albergue unas 30 pruebas inmediatas con instrumentos y limitaciones semejantes a las deseadas.

Características del Concreto:

- 1. Impermeabilidad.** Considerable propiedad del concreto que puede progresar, con continuidad, acortando la proporción de H₂O en la combinación.
- 2. Resistencia.** Propiedad del concreto que, aproximadamente, es razón de intranquilidad. Lo cual se decreta por la resistencia final de una probeta en compresión. El concreto habitualmente incrementa su resistencia en una fase extensa, la resistencia a la compresión a los 28 días es la magnitud más usual de esta propiedad.

a) Cemento

Este material se adquiere de la vaporización del Clinker, lo cual es fabricado por la incineración hasta la fundición inicial de instrumentos calcáreos y arcillosos.

Gonzales, S (1987) sostiene que es un resultado artificial, que se adquiere de la alteración de una sustancia prima que suele ser la composición de la combinación de calizas, arcillas y otros minerales

Composición Química:

Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) señala que los principales instrumentos primas para la producción del cemento y las propiedades generales que participan son:

- **Silicato tricalcico**, lo cual se adjudica su resistencia preliminar e interviene inmediatamente en el calor de humedecimiento.
- **Silicato dicalcico**, determina la resistencia al prolongado periodo y no tiene mucha incidencia en el calor de humedecimiento
- **Aluminato tricalcico**, es un fermento en la repulsión de los silicatos y causa un cuajado impetuoso. Para aplazar este portento, es necesario sumarle durante la elaboración del cemento.
- **Aluminio- ferrito tetracalcico**, interviene en la rapidez de humedecimiento y complementario en el calor de absorción.

Elementos mínimos: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio.

Los elementos químicos primordiales de los instrumentos primas para la elaboración del cemento y los tamaños usuales que intervienen son:

Tabla 01: Componentes químicos del cemento

Compuesto	Porcentaje	Abreviatura
(CaO)	61% - 67%	C
(SiO ₂)	20% - 27%	S
(Al ₂ O ₃)	4% - 7%	A
(Fe ₂ O ₃)	2% - 4%	F
(SO ₃)	1% - 3%	
(MgO)	1% - 5%	
(K ₂ O Y Na ₂ O)	0.25% - 1.5%	

Fuente: (Teodoro E. 1997)

a.1) Tipos de Cementos:

- **Tipo I**, utilizado generalmente donde no se solicite propiedades singularmente establecidas para cualquier otro modelo.
- **Tipo II**, empleado generalmente y únicamente cuando se anhela mesuradamente resistencia a los sulfatos.
- **Tipo III**, usado en el momento que se solicita elevadas resistencias preliminares
- **Tipo IV**, usado en el tiempo que se anhela baja calor de humedecimiento
- **Tipo V**, usado cuando se anhela elevada resistencia a los sulfatos.

El cemento utilizado para la posterior tarea de investigación fue el cemento Portland tipo I por requisitos de sulfatos.

Tabla 02: Componentes químicos del cemento Pacasmayo tipo I

Componentes	Cemento Pacasmayo Tipo I
Oxido de Sílice: SiO_2	20.5%
Oxido de Hierro: Fe_2O_3	5.14%
Oxido de Aluminio: Al_2O_3	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.92%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO_3	1.83%
Perdida por Calcinación: P.C	1.93%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Cao	1.10%
Álcalis: Na_2O	0.22%
Silicato Tricalcico: C_3S	44.70%

Fuente: IECA. 2013

b) Agregado Fino

Es el instrumento procedente de la descomposición innata o ficticio de las rocas, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es obstruido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011.

Propiedades Físicas:

Se usarse en el concreto debe efectuar ciertas cláusulas mínimas de clase según las determinaciones técnicas de las normas peruanas NTP.

Peso unitario

Necesitar de ciertas limitaciones internas de los agregados, tales como su forma, tamaño y granulometría, el contenido de humedad; así mismo

necesita de elementos superficiales como el nivel de compactación exigido, el volumen límite del agregado en vinculación con el cuerpo del recipiente, el modo de fortalecimiento, etc.

Peso específico

Es el vínculo entre la carga del instrumento y su masa, su desigualdad con la carga unitaria está en que no toma importancia a la masa que abarcan los huecos del instrumento. Es importante tener esta utilidad para ejecutar la dosificación de la combinación y así mismo poder revisar que el agregado corresponda al instrumento de la carga normal.

Contenido de humedad

Es la medida de h_2o que abarca el agregado fino. Esta característica es primordial debido a su valor, la proporción de h_2o en el concreto se modifica.

Absorción

Es el volumen del agregado fino de humedecer el h_2o cuando está en fricción. Así como pasa con el contenido de humedad, esta característica interviene en la medida de h_2o para el vínculo de a/c en el concreto.

Granulometría

Se alude a la repartición de las moléculas de arena. El estudio granulométrico separa el espécimen en secciones de componentes de similar magnitud, conforme la ranura de los tamices usados.

Módulo de finura

Es una serie cercana y simboliza la dimensión media de las moléculas del espécimen de arena, se utiliza para comprobar la coincidencia de los agregados. El reglamento decreta que la arena debe sostener un tipo de finura no menor a 2.35 ni mayor que 3.15.

Superficie específica

Es el conjunto de las zonas externas de las moléculas del agregado por cifra de gravedad, para su especificación se examina 2 hipótesis las cuales son: que el íntegro de las moléculas son redondas y que el volumen medio de las moléculas que conducen por un tamiz y permanecen inmovilizadas en el otro es similar al promedio de las moléculas. (NTP 400.012, 2001)

C) Agregado grueso

Es lo que se detiene en el tamiz 4.75 mm(Nº9) procedente de la descomposición originaria o dinámica de la roca, que efectúa con los parámetros constituidos en la (N.T.P 400.037.)

Este material puede separarse en grava y piedra desmenuzada o triturada. La grava es el agregado grueso, que procede de la descomposición originaria de elementos rocosos, descubiertos en canteras y lechos de ríos, colocados en aspecto natural.

Propiedades Físicas:

Los agregados gruesos para que puedan ser utilizados en la preparación del concreto de alta resistencia deben cumplir, aparte de los requisitos mínimos de las normas, que proceda de rocas ígneas plutónicas de grano fino, que han enfriado en profundidad, con una dureza no menor a 7 y una resistencia a la compresión no menor del doble de la resistencia que se desea alcanzar en el concreto.

Peso unitario

Es la carga que adquiere un definido cuerpo unitario, y se manifiesta en Kg/m³. El valor para agregados frecuentes varía desde 1500 y 1700 Kg/m³.

Peso específico

Es un pilar de la condición del agregado; estiman altos de 2.5 a 2.8, competen a agregados de adecuada calidad, por otro lado, los valores de menor estima son de mala clase (porosos, débiles y absolutamente con alta proporción de h_2o , etc.)

Contenido de humedad

Es la suma de H₂O que tiene el agregado grueso. Este elemento es vital porque debido a su valor (%) la proporción de *h₂o* en el concreto cambia.

Absorción

Es el volumen del agregado grueso de atraer *h₂o* en roce con esta. Así como el contenido de humedad, esta interviene en la proporción de *h₂o* para el vínculo de a/c en el concreto.

Granulometría

Se define a la repartición por dimensiones de las moléculas de los agregados. En concretos de alta resistencia no se estima usar completamente la granulometría del agregado grueso, por indagaciones se ha precisado usar dimensiones máximas de piedra que comprenden una categoría para tener una impecable resistencia en compresión. (NTP 400.037., 2001)

d) Agua

El *h₂o* utilizada en la composición debe ser intacto, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y elementos biológicos. La función vital es humedecer el cemento, no obstante, se utiliza para aumentar la trabajabilidad de la composición utilizándola para el curado en obras de concreto transcurriendo los 28 días.

Martínez, I (2010) sostiene que el h_2o que no esté limpia, no debe usarse en el concreto, no obstante, que se cumpla las siguientes restricciones:

- La dosis debe estar especificada en combinaciones de concreto que use h_2o del semejante origen.
- El h_2o es un factor fundamental en las combinaciones de concreto y morteros, pues admite que el cemento progrese su volumen enlazada.
- Tanto el h_2o de combinación como el h_2o de curado deben estar librados de suciedad que desfavorezcan el fraguado o que se reactiven negativamente, en condición fresca o en condición endurecida.
- Por cada valor de cemento existe una proporción de h_2o del total de la agregada que se necesita para humedecer el cemento; el sobrante del h_2o solo ayuda para incrementar la fluidez de la pasta para que realice la función de lubricante de los agregados y se pueda conseguir la manejabilidad apropiada de las combinaciones frescas. El h_2o adicional es un volumen que está adentro de la combinación y cuando se fragua el concreto va a concebir porosidad, lo que disminuye la resistencia, motivo por la que cuando se necesite una combinación bastante fluida no debe conseguir su fluidez con h_2o , sino adhiriendo aditivos plastificantes.
- El h_2o usada en la preparación del concreto y mortero debe ser idónea para el consumo humano, libre de elementos como aceites, ácidos, elementos alcalinos y elementos biológicos.

Curado:

Establece la distribución agregada de h_2O para humedecer eficazmente el cemento. Esta distribución depende de la hidratación del ámbito, ya que la evaporación del h_2O libre de la pasta ocurre con celeridad cuando la hidratación referente es menor. Por otro lado, el h_2O y el cemento al combinarse llenan una dimensión preliminar que se mantiene firme y que tiende a ser ocupado gradualmente por la utilidad de humedecimiento (pasta). (Hormigón, s.f.)

Relación Agua - Cemento:

Abrams D.(2014) , nos dice que el vínculo a/c, es la dimensión usada para conseguir las distintas combinaciones para la obtención de morteros así como también de hormigones.

El a/c se trata del vínculo del peso del agua al peso del cemento usado en una combinación de hormigón. Tiene un dominio vital en la cualidad del hormigón elaborado. La reducida dimensión de a/c conlleva a la alta resistencia y durabilidad, pero puede formar la combinación más complicada de manipular y vertir. Las complicaciones de disposición se pueden solucionar moderadamente el empleo de plastificante. El vínculo a/c es libre de la capacidad completa del cemento (completa capacidad de h_2O) de una combinación de hormigón.

Concreto Permeable

Es un elemento de estructura libre con revenimiento nulo mezclado por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivo y h_2o . La mezcla de estos elementos obtiene un elemento rígido con poros interconectados, cuyas dimensiones van desde 2 a 8 mm lo que genera el acceso de h_2o . La capacidad de vacíos puede ir desde 15 a 35% con resistencia a la compresión de 2.8 a 28 MPa. Su contenido de drenaje obedece de la dimensión del agregado y de la densidad de la combinación, pero particularmente va desde 81 a 730 l/min/m² lo que corresponde a un principio de permeabilidad que varía desde 0.2 a 0.54 cm/s. (ACI 522R-10, citado por Pérez 2009).



Figura 1. La estructura libre del concreto permeable genera el acceso simple de agua de lluvia (NRMCA, citado por Pérez 2009).

Las combinaciones permeables deben estimar a menudo un 15% de vacíos. También es vital la tasa de infiltración de las combinaciones. Las

indagaciones conceden disponer que vinculado a un 15% de huecos se encuentra una tasa de infiltración aledaña a 0.35 cm/s. así mismo, las combinaciones con una capacidad de huecos desde 15 y 20% accediendo a combinaciones con una requerida resistencia y permeabilidad (Meininger, citado por Pérez 2009).

Criterios para el diseño de mezcla de Concretos Permeables:

El método de diseño del concreto poroso o permeable distingue con correlación al concreto común ya que este se apoya en el vínculo a/c o la resistencia del concreto, por otro lado, en el concreto permeable lo más significativo es la proporción de vacíos y la masa de pasta, ya que la proporción de vacíos especificaría la rapidez de infiltración en efecto la permeabilidad del concreto poroso, así mismo, la masa de pasta afirma la adhesión entre las moléculas del agregado grueso. (Colea et al, 2013).

El concreto permeable no se determina en base a la resistencia, un punto aún más importante para la consecución es el contenido de vacíos. La densidad fresca del concreto permeable se evalúa usando el procedimiento "Jigging" por la norma ASTM C 29. (NRMCA CIP 38 s.f.).

Los aditivos químicos, asimismo de perjudicar el vínculo a/c, se utilizan para intervenir en la trabajabilidad y las fases de fraguado, para aumentar las características del concreto permeable, y para aumentar la durabilidad a prolongado tiempo. (Pérez et al, 2009).

Tabla 03. *Categorías específicas de las medidas de los elementos en el concreto Permeable*

Parámetro	Rango
Materiales cementantes, kg/m ³	270 a 415
Agregado, kg/m ³	1190 a 1480
Relación A/ C, en peso	0.26 a 0.45
Relación Agregado – cemento, en peso	4 a 4.5:1
Relación de agregado fino – agregado grueso, en peso	0 a 1:1

Fuente: (Pérez, 2009).

Relación agua – cemento (a/c):

En el vínculo a/c, la magnitud de h_2O influye de mucha importancia, ya que su vínculo con el cemento están altamente unidos a una gran porción de propiedades del elemento final que se adquiere, en donde comúnmente conforme más h_2O se adhiera, supera la fluidez de la combinación, asimismo, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual muestra grandes rendimientos para la mano de obra; no obstante, también se origina a reducir la resistencia adecuado a la superior dimensión de capacidad originados por h_2O liberado. (Guevara, 2011).

En el concreto permeable la dosificación de h_2O usada tiene una gran trascendencia en las propiedades de la combinación. Usando una

proporción deficiente de h_2o obtendrá un desenlace una combinación sin consistencia y con una reducida resistencia. Una proporción exorbitante de h_2o , producirá una pasta que cerrará los vacíos de la combinación y que, además, lavará el cemento dejando revelado al agregado, obteniendo una reducida resistencia al deterioro externo. Se cree que la trabajabilidad del concreto permeable es provechoso si se utiliza adecuada h_2o de combinación para dar un aspecto de un metal mojado. Al apretar y soltar una porción de la combinación, se accederá como resultado una combinación que no se desmorona, ni tiene huecos, y no debe emanar la pasta de cemento dispersándose de las moléculas del agregado. La solidez precisa casualmente se genera por medio de una serie de ensayos e indagaciones, lo que afirma que cada combinación abarque la pasta de cemento apto para envolver las moléculas gruesas con una delgada capa, generando un brillo metálico. El vínculo a/c es una apreciación muy significativa para la mejora de la resistencia y la estructura de vacíos del concreto. (Pérez 2009).



Figura 2. Especímenes de concreto permeable con distintas capacidades de H₂O:
 (a) con baja H₂O, (b) apropiada capacidad de H₂O, (c) con mucha H₂O
 (Tennis et al, citado por Pérez 2009)

Relación agregada – cemento:

Esta mezcla oscila desde 4:1 a 4.5:1, pero ésta necesita principalmente del tipo de agregado. Tanto el vínculo a/c y el vínculo agregado/cemento deben optimizar las cualidades de permeabilidad, volumen de carga y durabilidad.

Los ensayos de peso unitario seco/compactado de agregado grueso (b/bo) elaborado por la National Aggregates Association - National Ready Mixed Concrete Association (NAA - NRMCA) demuestra que el peso unitario seco/compactado del agregado grueso, especificado de estipular con la norma ASTM C29 puede utilizarse en la disposición del concreto permeable. Así:

Tabla 04. *Estimaciones prácticas de b/bo*

Porcentaje de agregado Fino (%)	Nº:8(3/8)	B/BO Nº: 67(3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.83	0.86

Fuente: (ACI 211.3R, citado por Pérez 2009).

(b/bo) : Masa seca compactada de agregado grueso por unidad de masa de concreto.

b : Masa de agregado grueso por unidad de masa de concreto.

Bo : Masa de agregado grueso por unidad de masa de agregado grueso.

La estima b/bo por los distintos tamaños de las moléculas de los agregados, la graduación o forma, y el peso específico. Además, para una categoría de agregados de dimensión máximo nominal utilizados para concreto permeable (3/8" a 3/4") las estimas b/bo son iguales (ACI 211.3R, 1998). La tabla 4 muestra las estimas de b/bo para agregado grueso de dimensiones Nº:8 (3/8") y Nº:67 (3/4") para un espacio de agregado fino de 0%, 10%, y 20% del total de agregado.

Piedra de carbón

El carbón es un comburente vestigio, de tamaño rocoso de color negro, conformado en lo principal por residuos vegetales, sedimentados preliminarmente en ambientes palustres, lagunares o deltaicos (Federación Nacional de Empresarios de Minas de carbón, 2012)

El residuo que genera el carbón es un elemento esponjoso y mojado especificada turba, que se basa, en el amontonamiento y fosilización de restos vegetales en tierras húmedas (Asociación de Productores de Turba Hortícola de Quebec, 2012)

Al carbón, se le ha designado de 2 formas: carbón vegetal y negro de humo.

Propiedades

La piedra de carbón comprende de minerales como: silicio, aluminio, azufre, potasio los cuales ayudan en la resistencia a la compresión de los cilindros de concreto. La determinación de la resistencia a la compresión del concreto se efectuará con las pruebas de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo señalado en la norma ASTM C31.

Producción en el Perú

Actualmente el carbón no se disipa en gran cantidad en el Perú por lo que su elaboración siempre se ha generado artesanalmente, no

obstante, en el rango de los años 40 y 60 tuvo su mayor producción con la explotación de las canteras de “La Pallasca” y “La Galgada” ubicadas en Distrito de Chuquicara, Ancash. Los significativos consumidores del carbón de piedra, fueron los pueblos aledaños a los recipientes para consumo doméstico, su uso en la industria nacional es de poca relevancia.

Se averiguaron reservas de 1,087'200,000 toneladas métricas de carbón en sus distintas diversidades desde la antracita, carbón bituminoso y hulla en el Perú.

El problema para explotar el carbón mineral son los elevados costos de flete y traslado del elemento.

La minería informal del carbón es abundante en gran dimensión por la acumulación de carbón, quienes, no les interesa la forma ni los medios cómo se explotan dichas minas, obtienen este elemento mediante un contrato, estableciendo precios que oscilan desde 20 S/. a 30 S/. por TM.

Por el aspecto y los requisitos cómo explotan la mina, los mineros irresponsables, en una etapa prolongada, causan la suspensión de la mina, por derrumbes y subsidencias, por lo cual, muchas veces, la mina queda imposibilitada y sin poder explotarse nuevamente.

Cenizas de Piedra de carbón

La producción de cenizas volantes ha mejorado la elaboración de cemento a partir de moléculas que fácilmente son tirados. Un grupo de investigadores de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional, en Medellín, están trabajando en la elaboración de un cemento con desechos de las cenizas del carbón, una opción que ellos definen como factible para hacer asociaciones con el cemento Portland que es el que más se usa en obras civiles, pretendiendo un elemento de hormigón menos contaminante.

Propiedades de la ceniza de piedra de carbón

Los usos de la ceniza de carbón están transformándose en un asunto de vital significado, debido a su capacidad para superficies y h_2o subterráneas contaminadas con arsénico, boro, metales pesados, etc. El conocimiento en la química de las cenizas volantes, es vital para incrementar una metodología que pueda vaticinar la rapidez de liberación y las conglomeraciones de constituyentes químicos de interés ambiental (contaminantes).

El método que asegura la ceniza volante con respecto a la seguridad de suelos y h_2o subterráneas depende del saber cómo, se tenga para determinar la capacidad de una ceniza volante para liberar contaminantes tóxicos. La ceniza de carbón está compuesta de 3 tipos de sólidos: i) sólidos constantes químicamente al h_2o (SiO, FeO, AlO), ii) sólidos

relativamente solubles en h_2o (metal-SO₄, metal-BO₃), y iii) óxidos metálicos que responden al h_2o (CaO, MgO, K₂O, Na₂O, etc). Las cenizas oscilan desde ácido a álcalis, dado a la constitución química de la fuente de carbón.

Composición química de las cenizas de piedra de carbón

Tabla 05. *Composición Química de la ceniza de carbón mineral expresada como elementos*

Composición		Método
Química	Resultado (%)	utilizado
Silicio, Si	37,71	
Aluminio, Al	31,448	
Azufre, S	12,846	
Potasio, K	5,285	Espectrometría de Fluorescencia de Rayos x
Hierro, Fe	5,196	
Calcio, Ca	3,297	
Titanio, Ti	2,796	
Fosforo, P	1,138	
Cobre, Cu	0,147	
Vanadio, V	0,138	

Fuente: Laboratorio de Química Labicer (UNI),

(citado por Morales, A., Universidad San Pedro, 2017)

Análisis de las propiedades de la composición de las cenizas de piedra de carbón

Silicio:

Características del Silicio:

Esta materia forma parte de los metaloides o semimetales. Estos elementos poseen características medias entre metales y no metales. En tanto a su conductividad eléctrica, este tipo de elementos al que pertenece esta materia, son semiconductores.

En su aspecto normal es sólido (no magnético). Es también un origen químico de apariencia gris oscuro azulado y corresponde al conjunto de los metaloides. De nº atómico 14 y símbolo Si. El punto de fundición de Si es de 1687°K o de 1414,85°C. El punto de ebullición del silicio es de 3173°K o de 2900,85°C.

Funciones del silicio:

Este elemento es el segundo más cuantioso en el mundo y es importante para las obras civiles. Posteriormente, tenemos sus funciones:

- El dióxido de silicio y sílice (en aspecto de arcilla o arena) son elementos significativos de los ladrillos, hormigón y cemento.
- El carburo de silicio es un esmerilador muy considerable.
- Los silicatos se pueden usar para obtener cerámica y esmalte.
- La arena, que tiene silicio, es un factor sustancial del vidrio.

- La silicona, una materia procedente del silicio, se usa en aceites y ceras, implantes mamarios, lentes de contacto, explosivos y pirotecnia (fuegos artificiales).
- Más adelante el silicio puede reemplazar al carbón como el primordial origen de electricidad.

Aluminio:

Características del aluminio:

Integra al conjunto de moléculas metálicas llamados también metales del bloque p que están ubicados unidos a los metaloides o semimetales en la tabla periódica.

La etapa del aluminio en su aspecto originario es sólida. También es un componente químico de apariencia plateada. El n° atómico es 13 y símbolo es Al. El punto de fundición del Al es de 933, 47° K o de 661,32°C. El punto de ebullición es de 2792°K o de 2519,85°C.

Funciones del Aluminio:

- Es un metal significativo para una gran suma de industrias.
- El aluminio metálico es importante para el embolsado ya que se usa para producir latas y papel de aluminio.
- El borohidruro de aluminio se agrega al combustible de aviación.

Azufre:**Características del Azufre:**

Una de las características de este componente es que son malos conductores del calor y la electricidad, no tiene brillo y son frágiles.

La etapa del azufre en su aspecto originario es sólida. Es un componente químico de apariencia amarillo limón y corresponde al grupo de los no metales. El nº atómico del azufre es 16 y su símbolo es S. El punto de fundición del S es de 388,36°K o de 116,21°C. El punto de ebullición del S es de 717,87°K o de 445,72°C

Funciones del Azufre:

La totalidad de azufre se transforma en ácido sulfúrico, ya que este, es vital para un montón de industrias del mundo. Se usa en la producción de fertilizantes, refinerías de petróleo, tratamiento de H₂O residuales, baterías de plomo para coches, extracción de mineral, eliminación de óxido de hierro, producción de nylon y fabricación de ácido clorhídrico.

- El (S) puede ser usado como un pesticida y fungicida.
- El sulfato de magnesio, que tiene S, se usa como laxante, en sales de baño y como un complemento de magnesio para las plantas.
- El (S) se puede añadir a los fertilizantes.

- El disulfuro de carbono, una composición del (S), se puede usar para hacer celofán y rayón (un componente usado en la ropa).
- El (S) se usa para vulcanizar caucho. El caucho vulcanizado se usa para producir neumáticos de automóviles, suelas de zapatos, mangueras y discos de hockey sobre hielo.
- Otros componentes de (S) (sulfitos) se usan para blanquear el papel y conservar una fruta.
- El (S) también es un compuesto de la pólvora.

Potasio:

Características del Potasio:

Corresponde al conjunto de los metales alcalinos. Son peculiares por tener una pérdida de energía de ionización y su escasa afinidad electrónica y tienen inclinación a desaprovecharlo conformando así un ion monopositivo.

Su etapa de aspecto originario es sólida. Es un componente químico de apariencia blanco plateado. El nº atómico es 19 y su símbolo es K. El punto de fundición del K es de 336,53°K o de 64,38°C. El punto de ebullición del K es de 1032°K o de 759,85°C

Es una molécula que nuestro ser requiere para su correcta actividad y se puede localizar en los alimentos.

Funciones del Potasio:

Los iones de (K) son importantes para la vida animal y vegetal.

Las frutas abarcan una gran medida de iones de(K). Aquí tenemos algunas funciones:

- La mayoría de (K) en el mundo se usa en fertilizantes. Como los iones de (K) son una parte importante del sustento de las plantas, los cultivos y los árboles deben ser cultivados en suelos con grandes concentraciones de iones de (K). El cloruro de (K), sulfato de (K) y nitrato de (K) se usan en la agricultura, horticultura y cultivos hidropónicos.
- El cloruro de (K) se usa para frenar el corazón, mejor dicho, se usa para una operación del de corazón (cuando el corazón se para y se vuelve a reactivar) y en las inyecciones letales.
- El bromato de (K) se agrega a la harina para hacerla más compacta y acrecentar su densidad.
- Bisulfato de (K), se usa para guardar los alimentos (no carnes), vino y cerveza. Se puede usar para limpiar y decolorar telas y teñir el cuero.
- El superóxido de (K) suele abastecer oxígeno a los tripulantes del submarino o una nave espacial.

- El hidróxido de (K), se usa en las industrias y laboratorios de ciencias para contrarrestar los ácidos y producir sales de potasio. Se puede añadir a las grasas y aceites para obtener jabón.
- El clorato de (K), se usa para acabar las nocivas hierbas. También se usa en los fósforos de seguridad.
- El nitrato de (K), se usa para producir vidrio templado.

Conchas de abanico

Cultivo de conchas de abanico

IMARPE (2007), Centro Regional de Investigación Pesquera: Es un molusco, científicamente llamado: “*Argopecten purpuratus*”, corresponde al grupo Pectinidae. Vive en zonas costeras que va desde Panamá hasta Coquimbo (Chile), en fondos que están en el rango de los 5 m hasta los 30 m, y bajo la temperatura van desde 13 ° y 28 °.

En nuestro país existen muchas de estas especies, se encuentran en las de Bahía de Sechura y lobos de Tierra en Piura, Bahía de Samanco y el Dorado en Chimbote, Bahía de Guaynuna en Casma y Bahía de Independencia y Paracas en Pisco. Habitan en aguas costeras en el rango de 3 a 30 m, viven habitualmente en bahías refugiadas del oleaje a temperatura en el rango de 14 a 20°C y necesitan de H₂O bien oxigenada y con una salinidad de 34.4 a 34.9 por milla

Composición química del polvo de la concha de abanico

En la siguiente tabla, se describe la estructura química o el valor substancial de las conchas de abanico por 100 gramos de porción comestible

Tabla 06 : *Composición química del polvo de concha de abanico*

Composición Química	Resultado o (%)	Método utilizado
Oxido de Calcio (CaO)	97,743	
Dióxido de Silicio,(SiO ₂)	0,820	
Oxido de Potasio,(K ₂ O)	0,740	
Oxido de Estroncio(SrO)	0,359	Espectrometría de
Óxido de Hierro,(Fe ₂ O ₃)	0,234	Fluorescencia de Rayos x
Oxido de Calcio,(CaO)	1,339	
Trióxido de Azufre,(SO ₃)	0,095	
Materia Orgánica	0,010	

Fuente: Laboratorio de Química Labicer (UNI) (citado por Matienzo, J., Universidad San Pedro, 2018)

Características

El Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), nos dice que la concha de abanico es un molusco bivalvo, que se procrea por si solas (hermafrodita) y son fundamentales para minorar el fitoplancton (La concha de abanico, n.d).

La “porción alimenticia” de la concha de abanico es valiosa en (K) y muy buena para el cerebro, corazón, cura inflamaciones, entre otras. (Instituto del Mar del Perú, n.d)

Concentración de calcio

La conglomeración de carbonato de calcio en la valva es de 99.14 % este producto da mayor determinación al plan ya tiene una alta pureza.

Producción de concha de abanico

Según datos del Ministerio de Producción. (2017) La producción nacional total de conchas de abanico se redujo en 53,5% el 2015 a 30.39 toneladas. Estas especies abarcan los desechos del sector productivo causante de problemas ambientales, la mayor productividad se encuentra en Piura, en la zona de Sechura. La industria local representa el 80% de la industria nacional, cercana a 15 plantas de procesamiento. En Sechura se aglomeran cerca de 25 000 toneladas métricas de desechos de concha de abanico anual. Las posibilidades de utilizar los desechos de estos especímenes en otros servicios podrían aminorar el impacto ambiental y colaborar a minorar la explotación de canteras naturales para agregados

en concretos, tanto hidráulicos como asfálticos. Siendo desechos, el precio de obtención es significativamente menor que los agregados comunes y podrían brindar una probabilidad de concretos para manejo de interés social, con precios menores que los comunes.

El tratamiento de la concha de abanico requiere una limpieza para quitar los desechos biológicos, trituración, y una selección con tamices comunes. Si su uso es posible, se podría utilizar en concretos asfálticos o estabilización mecánica de suelos.

Carbonato de calcio en la concha de abanico

Es un componente químico, formado por 3 componentes distintos: Calcio, Carbono y Oxígeno; interpretado por la fórmula química CaCO_3 . Es un elemento muy cuantioso en la naturaleza ya que es el elemento primordial de algunas rocas, esqueletos, valvas como los corales y conchas.

Diseño de concreto

Definición

Sánchez, D. (2001), Sostiene que el diseño de concreto es la mezcla de todos los materiales que lo integran (agregados, agua, cemento), y lo define como el bosquejo de concreto es el medio de selección de los componentes, así tenga una buena trabajabilidad y consistencia adecuada, y toma como dimensiones a la trabajabilidad definiéndolo como la capacidad de ser colocado y consolidado, ensayos (Cono de

Abrams), que mide la consistencia y fluidez del diseño de mezcla, la consistencia que la fase de fluidez, que tan compacta o frágil esta la combinación, la plasticidad es cuando es concreto fresco cambia de forma y la exudación que consiste en qué empieza del H₂O de asociado suele a incrementar al exterior durante el proceso del fraguado.

El bosquejo de concreto es un proceso experimental, la gran mayoría de proceso de bosquejos están fundamentados primordialmente en obtener una resistencia a compresión para una edad establecida, así como la manejabilidad adecuada para un tiempo señalado, además se debe proyectar para unas cualidades que el concreto debe efectuarse para una obra civil. Una combinación se debe proyectar para estado fresco como para estado endurecido. Los principales requerimientos que se deben realizar para obtener una dosis adecuada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

Dosis de la combinación de concreto

Pintor y Hover (2001), indican que, las dimensiones de la combinación de concreto que se realice con dichas cualidades con los elementos libres, se alcanza por medio del procedimiento de prueba y error o el procedimiento de ajuste y reajuste.

Dicho método se basa en elaborar una combinación de concreto con unas proporciones preliminares y calculadas por distintas fórmulas. A la combinación de prueba se le efectúan las distintas pruebas de registro de

clase como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

Estas referencias se analizan con la especificación y si llegan a ser distintos o no concluyen con la expectativa de calidad se reajustan las proporciones, se produce nuevamente la combinación que debe satisfacer la gran cantidad de pruebas de control de calidad, si nuevamente no concluye las cualidades requeridas es imprescindible comprobar los elementos, el método del diseño y nuevamente otra combinación de concreto hasta obtener las cualidades requeridas por la especificación.

a) Referencia de los elementos

De las cualidades de los elementos que se van a usar se debe saber:

- Granulometría.
- Tipo de finura del agregado fino.
- Volumen límite del agregado grueso.
- Consistencia visible del agregado fino y grueso.
- Filtración del agregado fino y grueso.
- Volumen unitario denso del agregado grueso.
- Humedecimiento de los agregados rápidamente antes de elaborar las combinaciones.

- Viscosidad del cemento.

b) Transformación para el diseño de combinaciones de concreto

- Preparación de las definiciones de la obra.
- Especificación de la resistencia Compresión.
- Selección del asentamiento.
- Estimación proporción de aire.
- Estimación de capacidad de agua.
- Determinación del vínculo agua/material cementante.
- Capacidad de elemento cementante.
- Comprobar las granulometrías de los agregados.
- Estimación de agregado grueso.
- Estimación de agregado fino.
- Ajuste por humedecimiento.
- Ajuste del proyecto de la combinación.

Exudación y asentamiento del concreto

Kosmatka (1994), indica que la secreción es la mejora de un compuesto de h_2o en el exterior del concreto recién situado. Es motivada

por la sedimentación (asentamiento) de las moléculas sólidas (cemento y agregados) y coincidentemente el ascenso del h_2O hacia el exterior. La secreción es común y no se debería rebajar la calidad del concreto adaptado situado, acabado y curado. Una pisca de secreción es importante en el registro de la fisuración por retracción plástica. Asimismo, el exceso supera el vínculo a/c cerca al exterior; puede suceder un grupo superficial frágil y con poca durabilidad, peculiarmente si se hace el termino cuando el h_2O de sangrado aún está presente.

Después que la totalidad el h_2O se vaporice, el exterior endurecido va a ser un reducida que el exterior recién situado. Este descenso del nivel desde el momento de la colocación (puesta, colado) hasta el origen del fraguado se denomina retracción por sedimentación. La tasa de secreción (sedimentación total por unidad de peso del concreto original) suben con la proporción preliminar de h_2O , cresta del material de concreto y presión. La utilización de agregados de granulometría acondicionada, tantos aditivos químicos, aire incluido, materiales cementantes suplementarios y cementos más pulcros rebaja el sangrado. El concreto utilizado para completar huecos, aportar sostén o suministrar impermeabilidad con una buena aceptación debe tener baja secreción para impedir constituciones de bolsas de h_2O .

Absorción, periodo de fraguado y dureza del concreto

Coopeland y Schulz (1962), indican que la cualidad de aprobación de la pasta de cemento portland se genera a las reacciones químicas del vínculo a/c, llamada absorción. El cemento portland no es una composición química simple, es una combinación de una mayoría de elementos. Los silicatos tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico y ferroaluminato tetracálcico (aluminio ferrito tetracálcico), totalizan 90% o más del volumen del cemento portland.

Cada muestra de cemento portland tiene capacidad de cuatro elementos principales, pero en medidas distintas. Cuando se investiga el Clinker (clinker) (el resultado del horno que se tritura para producir el cemento portland) al microscopio, la gran cantidad de sus composiciones libres se puede reconocer y sus proporciones se pueden diagnosticar. No obstante, las moléculas más pequeñas no se pueden ver. El diámetro medio de las moléculas de un cemento tradicional es cercano a 15 micrómetros. Si todas las moléculas tuviesen este espesor medio, el cemento portland tendría cercanamente 300 billones de moléculas por kg, sin embargo, viven unos 16,000 billones de moléculas por kg, preciso a la extensa alteración del volumen de las moléculas. Las moléculas en un kg de cemento portland tienen un espacio externo de cercanamente 400 m². Los 2 silicatos de calcio, los cuales establecen 75% del volumen del cemento portland, se alteran con h_2o para componer 2 mezclas: hidróxido de calcio y silicato de calcio hidrato (hidrato de silicato de

calcio). Este último es la más significativa composición del concreto. Las cualidades de ingeniería del concreto – fraguado y endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional necesitan básicamente del silicato de calcio hidratado que vital para el concreto.

El compuesto químico del silicato de calcio humedecido es cambiante, pero tiene cal (CaO) y dióxido de silicio (SiO₂) en un suministro de 3 para 2. El área externa del silicato de calcio humedecido es unos 300 m²/gr. En pastas rígidas de cemento, el silicato de calcio humedecido genera una relación densa entre las otras etapas cristalinas y los granos de cemento aún no humedecidos; asimismo, se añade a los granos de arena y a los agregados gruesos.

Resistencia

Definición

Juárez, E. (2005), indica que la resistencia es un impulso enorme que puede sostener un elemento bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un elemento que fracase debido al fracturamiento se puede conceptualizar en márgenes demasiado precisas, como una cualidad autosuficiente. No obstante, la resistencia a la compresión de los elementos que no se fracturan en la compresión se conceptualiza como la suma de impulso indispensable para alterar el componente una proporción arbitraria.

La resistencia a la compresión se promedia fraccionando la carga máxima por el área transversal patrón de una probeta en una prueba de compresión.

Osorio, J. (2013), indica que la resistencia como al proceso de hidratación desde el instante en que las moléculas del cemento empiezan, parten las alteraciones de endurecimiento que se descubren preliminarmente con el “atiesamiento” del fraguado y sigues posteriormente con un claro beneficio de resistencias, al comienzo de aspecto veloz y reduciendo la rapidez a medida que pasa el lapso.

Dimensiones

✓ Durabilidad

Es la disposición para sostener, a lo largo de la vida para la que ha sido planeada, los requisitos físicos y químicos a las que está descubierta, y que podrían alcanzar a generar su degradación como desenlace de sensaciones distintas a las cargas y pretender estimar en el análisis estructural. Los componentes importantes de la durabilidad, son como transporte simultáneo del calor, humedad y sustancias químicas

✓ Permeabilidad

Es la cualidad que tiene el suelo de conducir el h_2o , el aire; y es una de las características más prescindibles que han de estimarse. También es la disposición que tienen las rocas, el suelo y otros componentes

porosos de acceder a la entrada de fluidos en estas. La porosidad, es el porcentaje de dimensión hueca que tiene un sólido, decidir la suma de dimensiones que tienen los líquidos para fluir en el sólido. La medida y el diseño de los poros son vitales. (Juárez E. 2005).

Comportamientos de la resistencia mecánica del concreto

El concreto es un volumen rígido que por su misma esencia es discontinua y heterogénea. Las características de cualquier medio heterogéneo necesitan de las cualidades físicas y químicas de los elementos que lo constituyen y de las conexiones entre ellos. La resistencia del concreto necesita de la resistencia y unión de sus etapas: La resistencia de la pasta humedecido y fortalecida (matriz), la resistencia de las moléculas del agregado y la resistencia del intervalo de matriz-agregado. (Osorio, J. 2013)

Componentes que intervienen en la resistencia a la compresión

La capacidad de cemento, el cemento es el elemento más activo de la combinación de concreto. Asimismo, sus cualidades y sobre todo su capacidad dentro de la combinación tienen una mayor intervención en la resistencia del concreto a cualquier tiempo. A gran capacidad de cemento se puede tener una gran resistencia y a reducida capacidad la resistencia del concreto va a ser baja. (Osorio, J. 2013)

El vínculo (a/c) y contenido de aire, Conocemos la “Ley de Abrams”, según la cual, para los similares elementos y necesidades de pruebas, la resistencia del concreto totalmente compactado, a un tiempo dado, es recíprocamente vinculado a (a/c). Este es el principio más notable en la resistencia del concreto: El vínculo = A/C , (A: Contenido de h_2o en la combinación en kg, y C: Capacidad de cemento en la combinación en kg). Existen 2 aspectos de que el vínculo a/c supere y por tanto la resistencia del concreto se reduzca: superando la suma de h_2o de la combinación o reduciendo la proporción de cemento. Es significativo tenerlo como antecedente, ya que en la práctica se puede variar el vínculo (a/c) por sumas de h_2o después de la combinación o el concreto con el fin de restaurar asentamiento o superar la fase de manejabilidad, por lo tanto, esta práctica debe eludir para avalar la resistencia para la cual el concreto fue planeado. También se debe considerar si el concreto va a llevar aire por dentro, dado a que el volumen de aire disminuye la resistencia del concreto, entonces, para que el concreto con aire incorporado tenga la igual resistencia debe tener un vínculo (a/c) más reducido. (Osorio, J. 2013)

La Intervención de los agregados, el reparto granulométrico es de vital importancia en la resistencia del concreto, ya que si esta es prolongada faculta el límite de capacidad del concreto en fase fresca y una superior viscosidad en fase endurecida, lo que se denomina en una

gran resistencia. El aspecto y textura de los agregados también intervienen. Los agregados de apariencia cúbica y rugosa generan gran consistencia de la interface matriz-agregado en comparación de los agregados redondeados y lisos, superando la resistencia del concreto. Por otro lado, este resultado se retribuye dado que los primeros necesitan una mayor capacidad de h_2o que el segundo para tener la igual manejabilidad. La resistencia y dureza de las moléculas del agregado interviene en la resistencia del concreto. (Osorio, J. 2013)

El tamaño máximo del agregado, para concretos de gran resistencia, mientras superior sea la resistencia prevista, bajo debe ser la dimensión del agregado para que la eficacia del cemento sea superior. Para concretos de resistencia intermedia y baja, mientras superior sea la dimensión del agregado, superior es la eficacia del cemento. En referencia al vínculo (a/c), cuando esta es más baja, la disconformidad en resistencia del concreto con dimensiones máximos, bajos o superiores es más destacada. (Osorio, J. 2013)

Cuajado del concreto, el factor que perjudica la resistencia del concreto es la rapidez de endurecimiento que tiene la combinación al pasar de una fase plástica a la fase endurecida, es decir la edad de cuajado. (Osorio, J. 2013)

Etapa del concreto, del principio en que se genera el cuajado final del concreto, empieza la fase de resultados de resistencia, el cual va incrementando con el lapso. Se tomó arbitrariamente el lapso de 28 días como el tiempo en la que se debe obtener el valor de resistencia del concreto. Sé que tener en cuenta que las combinaciones de concreto con bajo vinculo (a/c) superan la resistencia más velozmente que las combinaciones de concreto con superior vinculo (a/c). (Osorio, J. 2013)

El curado del concreto, es el desarrollo por el cual se mide la pérdida de h_2o del volumen de concreto por consecuencia de la temperatura, sol, viento, humedecimiento relativo, para avalar la total absorción de las moléculas de cemento y por eso avalar la resistencia concluida del concreto. El fin del curado es prevalecer tan repleto como sea factible el concreto para acceder a la total absorción del cemento; ya que si no se completa la resistencia final del concreto se reducirá. (Osorio, J. 2013)

La temperatura, es uno de los elementos superficiales que daña la resistencia del concreto, y su intervención es la siguiente: Durante la fase de curado, temperaturas más elevadas apresuran las alteraciones químicas de la absorción subiendo la resistencia del concreto a periodos prematuros, sin elaborar consecuencias negativas en la resistencia siguiente. Temperaturas muy elevadas durante la fase de colocación y cuajado del concreto superan la resistencia a muy prematuro lapso, pero

dañan negativamente la resistencia a lapsos siguientes, significativamente después de los 7 días, debido a que se da una absorción exterior de las moléculas de cemento que elaboran una estructura de aspecto más carente y poroso. (Osorio, J. 2013).

Resistencia a la compresión

La prueba con que se mide la Resistencia a la compresión del concreto, está constituida en las normas NTC 550 y NTC 673.

Según Rivera (2010), La resistencia de un concreto, comúnmente incrementa con el tiempo. Dicho incremento se genera durante los primeros días consecuentes a su ubicación, efectuando más paulatino al acontecer la fase, y seguirá aumentando a una medida más baja durante una etapa de fase ilimitado. La resistencia a la compresión de un concreto a los 28 días, se utiliza generalmente como clasificación de calidad.

La desviación estándar se debe efectuar usando las inscripciones de prueba que ejecuten las siguientes condiciones:

A. Simbolicen los elementos, procesos de dominio de cualidad y requisitos iguales.

B. Simbolicen un concreto elaborado para una resistencia, $F'c$, que no superen en más de 7MPa de la resistencia representativa señalada.

De acuerdo a las reglas tenemos:

A.1) La expectativa de obtener desenlaces por abajo de $(F'c - 3.5)$ MPa, debe ser menor al 1%.

B.1) La expectativa de que el promedio de 3 pruebas continuas sea inferior de $F'c$ (MPa) debe ser menor al 1%.

Si se define:

$F'c$ = Resistencia a la compresión de proyectar del calculista y especificada con probetas de dimensión normalizada, reflejada en Mpa, si no se menciona su tiempo, se adopta que es a los 28 días.

$F'cr$ = Resistencia promedio a la compresión del concreto solicitada para la dosificación de las combinaciones en MPa.

Ensayo a la Resistencia a la Compresión

Se usan probetas de 15 cm de espesor por 30 cm de largo. Por cada fase se deben elaborar como mínimo 2 probetas y calcular con el valor promedio. Se deben limpiar las paredes de las probetas; al llenar se debe generar una buena solides, la cual debe ejecutarse con varilla (procedimiento del apisonado) si el asentamiento es superior a 7,5 cm o con vibrador (procedimiento del vibrado) si el asentamiento es inferior a 2,5 cm.

Las probetas se llenan con concreto en capas de igual dimensión aproximadamente, el número de capas depende del proceso de compactación, así:

Varillado – 3 capas

Vibrado – 2 capas

En el procedimiento de apisonado cada capa debe golpearse con 25 golpes, los cuales deben repartirse de igual dimensión en toda la sección

transversal de la probeta. Si al retirar la varilla quedan vacíos en la probeta, estos deben cerrarse compactando suavemente en las paredes de la probeta. La capa del fondo debe impregnarse aproximadamente 25 mm.

Las probetas con el concreto, deben situarse en el transcurso de las 16 horas como mínimo y máximo 24 horas, sobre un espacio sólido y libre del exterior. Las probetas se deben tener en restricciones donde la temperatura se mantenga en el rango de 16°C y 27°C y se evite la pérdida de humedecimiento de estos. Las probetas de concreto, deben retirarse de los moldes después de 24 horas de haber sido elaboradas y deben estar en condiciones de humedad (curado), a temperatura permanente de 23°C hasta el día del ensayo.



Figura 03: Deposito de concreto dentro del agua

Fuente: Cerna, C. 2018 (Universidad San Pedro)

Las probetas se deben ensayar al tiempo establecido, se sugiere ensayar parejas de probetas antes y después del tiempo establecido con el fin de calcular cómo ha sido la evolución de la resistencia. Antes de ensayar las probetas se debe verificar que las bases sean planas, las bases de las probetas que no sean planas dentro de 0,0005 mm debe refrentarse.

El refrentado se puede hacer con mortero de azufre o yeso de acuerdo a la norma NTC 504. Las probetas deben ensayarse, en estado húmedo; se llevan a la máquina y se aplica carga a una velocidad constante (1,4 a 3,5 kg/cm²/s) hasta que la probeta no soporte la carga.



Figura 04: Refrentado de las probetas de concreto.

Fuente: Cerna, C. 2018 (Universidad San Pedro)

La resistencia a la compresión se efectúa a continuación:

$$R = P / A$$

Dónde:

- P : Peso máximo colocado en kg.
A : Área del corte atravesado en cm².
R : Resistencia a la compresión de la probeta en kg/cm².



Figura 05: Ensayo de Resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Cerna, C. 2018 (Universidad San Pedro)

Al valor de la resistencia a la compresión se debe generar alguna identidad de la probeta, su tiempo, clase de fractura e imperfecciones tanto de la probeta como del refrentado.

Justificación de la investigación

A través de este proyecto de investigación, buscamos reemplazar el cemento con materiales que se pueden encontrar fácilmente y que le pueda brindar a las probetas de diseño de concreto una alta resistencia, que brindara beneficios a los habitantes en Chimbote, en cuanto a que se busca obtener otras alternativas de elaborar diseños de mezclas de concreto que al menos logren cumplir con los estándares técnicos establecidos y mejor si se logra mejorar la resistencia a la compresión de dicho estándar y así buscamos contribuir a la satisfacción del problema que se presenta en la actualidad de la mayoría de las edificaciones, en donde se presentan construcciones con poca consistencia y deficiente sostenibilidad en el tiempo.

Teniendo en cuenta que la Piedra de Carbón es un mineral fácil de conseguir en nuestra región específicamente en la localidad del Valle del Santa, en donde podemos encontrar silicio, aluminio y calcio, lo cual constituyen propiedades beneficiosas para el concreto; asimismo siendo Chimbote un puerto pesquero encontramos gran cantidad de desperdicio de la Concha de Abanico que contiene una gran cantidad de calcio; lo cual implica que estos materiales ostentan propiedades químicas adecuadas que son inherentes al cemento, lo que los hacen que sean alternativas para reemplazar en un cierto porcentaje al cemento y que tienen un potencial uso como material cementante y este a la vez es económico y no contaminante en todo su proceso de producción, serán

utilizados en diseños de mezcla de concreto modificadas mediante la sustitución del cemento en porcentajes diferentes de los mismos, esperando que sea de gran ayuda para la construcción a largo plazo.

En este proyecto de investigación lo que buscamos es contribuir con los avances tecnológicos en la ingeniería en relación al concreto de modo que podamos obtener una probeta de diseño de concreto de buena resistencia y con menor costo, a su vez ir de la mano con el ecosistema evitando la contaminación incluyendo en nuestras mezclas, materiales pocos o no contaminantes. Es por ello que la propuesta es diseñar un concreto con Piedra de Carbón y Concha de Abanico, donde las propiedades que deseamos obtener sean mejores a las del concreto tradicional.

La sostenibilidad de nuestra propuesta se basa en las 30.000 toneladas anuales de producción de la Concha de Abanico en la región Ancash y en el depósito que se encuentra ubicado en Chuquicara, Chimbote, Áncash.

El aporte social de este proyecto de investigación se orienta a brindar otra posibilidad a la población, sobre todo de las zonas de bajos recursos económicos, de construir edificaciones más durables, resistentes y consistentes y de esta manera tienda a contribuir a la solución de esta problemática descrita.

Asimismo, este proyecto de investigación busca también contribuir al desarrollo del conocimiento, en el cual se da relevancia a las fortalezas

de los componentes y propiedades químicas de los materiales a utilizarse y que, complementado con la metodología de la investigación sustentada en el método científico, busca lograr el mejoramiento de la resistencia a la compresión de diseños de concreto y así ser utilizados con mejores consistencias en los procesos constructivos.

Problema

Actualmente en Países más desarrollados ya se han erradicado problemas como la resistencia en las edificaciones, y en nuestro País esto sigue siendo un impedimento ya que si bien es cierto hay muchas propuestas, ninguna es accesible. Según INEI (2013) las personas que están en situación pobreza al 2012 son alrededor de 7.8 millones de peruanos, según esta fuente el promedio mensual de la canasta familiar de este sector de la población está en S/.151 a S/.284; con estos niveles monetarios de subsistencia es imposible aspirar a una vivienda en base a materiales constructivos de concreto. INEI también establece que un 53 % de los peruanos en esta condición se encuentran en el área rural y un 16.6 % en área urbana. Por regiones naturales la mayor incidencia está en la Sierra (38.5 %), Selva (32,5 %), Costa (16,5%) y Lima Metropolitana (14,5%). La Región Ancash, se ubica en un grupo intermedio con niveles de pobreza del orden de 27,4 % asentados básicamente en los sectores rurales de la Sierra Nor-Este de esta región.

Los materiales no están al alcance de todos o no se encuentran en abundancia. Ante esta situación problemática referida a través de diferentes investigaciones de diferentes autores se ha buscado revertir esta situación, generando otras alternativas de cómo lograr diseñar mezclas de concreto adecuadas para construir edificaciones con una mejor resistencia y es por ello que motivados por el bajo rendimiento de las edificaciones de concreto, es decir en edificios y más aún en las viviendas, por tratar de economizar, buscamos una opción que sea económica, resistente y que no pierda sus propiedades, para así tener construcciones más seguras y que se cumpla el estándar requerido de acuerdo a la norma Técnica del Perú, por eso tratamos de renovar la definición de construcción para los sectores más humildes, de manera que postulamos mediante un proceso de experimentación a buscar mejorar la resistencia a la compresión de diseños de mezclas de concreto, para lo cual se utilizaran materiales como lo son la Ceniza de Piedra de Carbón y el Polvo de Concha de Abanico sustituyendo al cemento en un porcentaje de 12% y 4% respectivamente, apoyándonos en las propiedades químicas adecuadas que son compatibles para ser usados en el concreto, en función al cumplimiento de los estándares establecidos en las normas técnicas respectivas. Asimismo, para llegar a cumplir con nuestro propósito se aplicó ensayos y pruebas técnicas en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad.

Exigido al alto costo en las obras civiles, donde el concreto abarca el sector más imprescindible al momento de gastar, proyectar e implementar los elementos de obras civiles, se genera el requisito de indagar recientes medidas de inmejorables desempeños y mejores bienes sin afectar la calidad del resultado.

El crecimiento de la población en el Departamento de Ancash ha obligado a la construcción de edificios en sentido vertical.

La construcción de edificios con gran variedad de niveles (pisos) implica diseñar una mezcla masiva de concreto la cual tenga la propiedad de soportar una gran cantidad de carga a la compresión, por lo que también al diseñar dicho concreto se adicionara un gran contenido de aditivos plastificantes como impermeabilizantes.

Por lo que fue necesario buscar alternativas de solución para poder mejorar el gasto de diseño y aumentar la resistencia a la compresión de un concreto.

¿En qué medida la sustitución al cemento por la combinación de ceniza de piedra de carbón y polvo de conchas de abanico permitirá obtener una resistencia a compresión y permeabilidad mayor al convencional?

Conceptuación y Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
<p>V.D.</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto</p>	<p>Es la máxima medida de resistencia a la compresión que ofrece una muestra de concreto permeable a un peso axial y se expresa en kilogramos por cuadrados (kg/cm²) (Flores y Pacompia, 2015) .</p>	<p>La resistencia a la compresión será evaluada mediante el ensayo de rotura a los especímenes patrón, que consiste en aplicar una carga axial de compresión a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. Según la norma NTP 334.051</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Carga axial ✓ Tiempo de Curado ✓ Área de sección transversal
<p>V.D.</p> <p>Coeficiente de Permeabilidad del concreto</p>	<p>Es la velocidad máxima de flujo para atravesar el agua por medio de la matriz del concreto permeable (Pérez, 2015).</p>	<p>Es la velocidad máxima de filtración de agua a través de una matriz apto de lograr con las restricciones señaladas en la Norma ACI 522R-10, la cual se encuentra entre el rango de 0.14 y 1.22 cm/s</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tiempo de Curado ✓ Área de ladrillo
<p>V.I.</p> <p>Combinación de ceniza de piedra de carbón y conchas de abanico</p>	<p>Producto de la calcinación de las cenizas de piedra de carbón y el polvo de las conchas de abanico</p>	<p>Reemplazo de una proporción de cemento por la mezcla de ceniza de piedra de carbón y conchas de abanico a un diseño convencional de concreto</p>	<p>Porcentaje: 4 % de piedra de carbón y 12 % de conchas de abanico</p>

Hipótesis

“Sustituyendo al cemento por la combinación de 4% de cenizas de piedra de carbón y 12 % de polvo de conchas de abanico, mejoraría la resistencia de un concreto convencional y su permeabilidad.”

Objetivos

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento por 4 % de cenizas de piedra de carbón y 12 % polvo de conchas de abanico.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la temperatura de calcinación de la piedra de carbón y de la concha de abanico por la prueba de (ATD.)
- ✓ Determinar los resultados de fluorescencia (FRX), la composición química de las cenizas de piedra de carbón y polvo de concha de abanico térmicamente activado.
- ✓ Determinar el Ph de las Cenizas de piedra de carbón y del polvo de concha de Abanico y la combinación de ambos.
- ✓ Determinar la relación agua / cemento del concreto patrón y modificado

- ✓ Determinar el peso específico de las mezclas (cenizas de piedra de carbón y polvo de conchas de abanico)
- ✓ Determinar resistencia a la compresión de las probetas de concreto, a los 7, 14 y 28 días de curado y comparar resultados mediante la interpretación estadística
- ✓ Determinar la permeabilidad de las probetas de concreto, a los 28 días de curado y comparar resultados mediante la interpretación estadística

II. Metodología

Tipo y diseño de investigación:

➤ **Métodos de investigación**

Se aplicó el procedimiento del experimento complementado al análisis científico, ya que al elaborar probetas de diseño de mezclas de concreto reemplazando el cemento con la mezcla de 4% de Cenizas de Piedra de Carbón y 12% de Conchas de Abanico, sería manipulado el comportamiento de la variable independiente relacionada con el diseño de mezcla de concreto en cuanto a las dosificaciones de los materiales a utilizar y a la implicación de los demás componentes y sobre la base de esta nueva estructura de diseño de concreto busca comparar la resistencia a la compresión y permeabilidad con diseños de mezcla de concreto sin modificación.

Asimismo, se considera como complemento a la observación científica porque el investigador durante todo el proceso controló directamente, teniendo contacto directo con las unidades de análisis en la medida en que planifico y administro el cumplimiento de todas las actividades relacionadas con ese proceso.

➤ **Tipo de investigación**

Nuestro tipo de investigación es Aplicada, porque que las conclusiones alcanzadas ayudaron a desvincular problemas vinculados a

la construcción específicamente al campo del concreto, en el que buscamos generar otra posibilidad de desarrollo.

Diseños de concreto que tienen otras ventajas que pueden repercutir en la consistencia de un proceso constructivo, para lo cual se apostará por utilizar la combinación de los materiales: Cenizas de Piedra de Carbón en un 4% y Conchas de Abanico en un 12% como sustitución del cemento para el diseño de mezclas de concreto, buscando con este criterio lograr una mejora de la resistencia a la compresión y permeabilidad, en comparación al diseño de combinación sin sustitución. Para lo cual se basó y argumento la exploración previa de las propiedades químicas de los materiales referidos, las cuales son adecuadas para ser utilizadas en el campo del concreto.

Para el desarrollo de este proceso de investigación aparte de considerar aspectos de la metodología de la investigación basado en el método científico, las bases teóricas relacionadas con los aspectos específicos del tema como lo constituye el concreto, con cuyos argumentos se buscará determinar el efecto que producirá fundamentalmente la implicancia de los componentes y propiedades de estos materiales en las dosificaciones establecidas en la resistencia de los concretos, esperando lograr una mejora en los resultados respectivos en confrontación a un concreto habitual.

➤ **Enfoque de indagación**

Cuantitativo, porque las variables y sus indicadores se analizan calculando con un propósito y anotando sus valores en los utensilios de recopilación de apuntes (guías de observación). Asimismo, que el proceso de experimentación se repetirá más de una vez y la realización de las actividades a realizar se basará en la metodología estadística tanto en su fase descriptiva como inferencial.

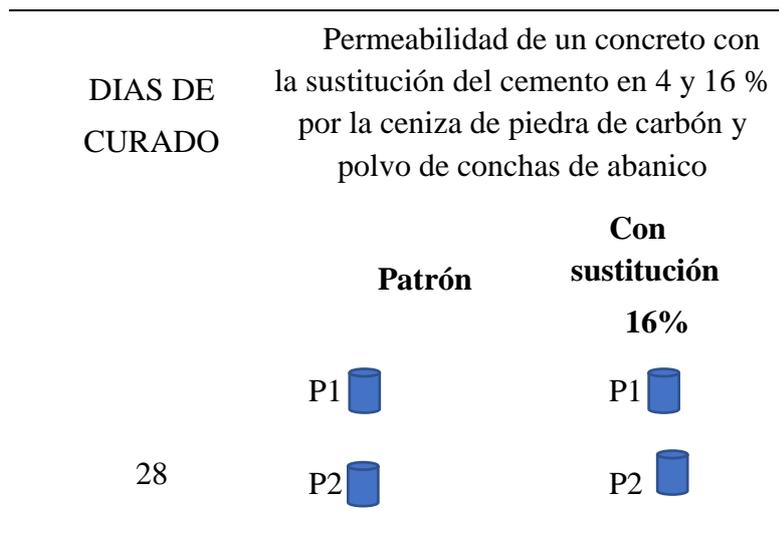
Toda investigación cuantitativa utiliza una forma de patrón, con algunas diminutas desigualdades inter-disciplinarias para obtener una posibilidad que será demostrada o contradecir. Esta posibilidad debe ser probada por métodos matemáticos y estadísticos y establece el origen cerca del cual se proyecta todo el experimento.

➤ **Plan de Investigación**

Un plan de investigación es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución del cemento por polvo de concha de abanico al 12% y cenizas de piedra de carbón 4%, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro, donde los investigadores estarán en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su plan de investigación el siguiente:

Diseño en bloque completo al azar
--

DIAS DE CURADO	Resistencia a la compresión del concreto con la sustitución del cemento en 4 y 16 % por la ceniza de piedra de carbón y polvo de conchas de abanico	
	Patrón	Con sustitución 16%
7	1 	1 
	2 	2 
	3 	3 
14	1 	1 
	2 	2 
	3 	3 
28	1 	1 
	2 	2 
	3 	3 



Población y muestra

➤ Población

Para este diseño se tiene como población al conjunto de probetas de diseños de mezcla de concreto elaboradas de manera convencional según las normas estándar de construcción establecidas, para una resistencia a la compresión de diseño considerada como base equivalente a $f'c = 210$ kg/cm² y asimismo probetas de diseño de mezcla de concreto modificadas reemplazando el cemento por la mezcla de los materiales equivalentes al 4% de Cenizas de Piedra de Carbón extraída del depósito de la Galgada del distrito de Chuquicara Ancash y 12% de polvo de Concha de Abanico para ser recolectada del banco natural de la Bahía del Dorado en la ciudad de Chimbote- Ancash; en comparación con los resultados de la resistencia a la compresión y de su permeabilidad correspondiente.

➤ **Muestra**

Para esta investigación se utiliza como población de estudio al conjunto de probetas de diseño de concreto según el estándar de construcción establecido $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

La muestra constara de 18 cilindros de concreto con un diseño de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 9 probetas patrón al 0 % y 9 probetas con remplazo al 16 % por la mezcla de las cenizas de piedra de carbón y polvo de concha de abanico.

Para la obtención de las unidades de estudio (probetas) se usaron las siguientes menciones:

- ✓ Las conchas de abanico se obtuvieron con el debido permiso de una empresa encargada de su producción, Samanco “Cultimarine”
- ✓ El carbón de piedra se obtuvo de la minera ubicada en Chuquicara, Mácate.
- ✓ La piedra de $\frac{3}{4}$ ” y arena gruesa para el diseño de probetas se obtuvo de las canteras de Rubén y Vesique, respectivamente
- ✓ Cemento Portland Tipo I marca “PACASMAYO”

Métodos e instrumento de investigación:

Procedimiento de recopilación de información	Instrumento	Ámbito de la Investigación
Observación Científica	Guía de observación <ul style="list-style-type: none"> • Fichas técnicas de las pruebas a aplicarse 	Grupo control Y Grupo experimental

Debe notarse en apariencia cuidadosa y competente para obtener buenos resultados. Todo lo observado debe registrarse de manera escrita en todo momento y detalladamente. Para ello utilizaremos como herramienta una guía de observación, pues nos permitirá producir sistemas de organización y distribución de la indagación de las distintas pruebas y de la resistencia a la compresión. Se aplicará como método la observación ya que el análisis del elemento.

Procesamiento y estudio de la información

Para el plan de investigación el proceso de apuntes será continuo a los ensayos, colocados en una hoja de cálculo Excel y con el SPSS v21

En dicho procesamiento se llevará a cabo:

- Cálculo de dosificación para el Diseño de Mezcla de concreto con la sustitución del cemento en un 16 % (4 % de cenizas de Piedra de Carbón y 12 % de polvo de Conchas de Abanico).

- Representación con tablas, gráficos, porcentajes, promedios, varianzas y una prueba ANOVA para verificar la hipótesis.

Metodología de Trabajo

➤ Extracción de los agregados

El agregado grueso y fino de las canteras Vesique y Samanco fue extraído para la elaboración de las probetas patrón y experimentales que fueron trasladados al laboratorio de Mecánica de Suelos de la USP.

(Figura 6 – 7)

➤ Concha de Abanico

Adquisición de las conchas de abanico:

Las conchas de abanico se obtuvieron en la ciudad de Samanco, de la empresa “Cultimarine” fabrica procesadora de este producto. **(Figura 8)**

Limpieza de las conchas de abanico:

Se limpió a la superficie de las conchas de abanico para que de esta manera no tenga ningún inconveniente que altere el material y se secaron a cielo abierto. **(Figura 9)**

Polvo de las conchas de abanico para ATD:

Se derivó para triturar en un mortero para evitar su contaminación

y tamizarlo a través de la malla #200, el polvo se ensayará mediante un análisis térmico diferencial para diagnosticar la temperatura de calcinación. **(Figura 10)**

Calcinación de las conchas de abanico:

Una vez realizada el ensayo de ATD, con los resultados obtenidos el material se calcinará a una temperatura y tiempo (890°C a 3 horas y media) controlados, el producto final será triturado y tamizado por la malla #200. El polvo de concha de abanico obtenido se someterá a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su estructura inicial de calcio. **(Figura 11)**

➤ Piedra de Carbón

Adquisición de la piedra de carbón:

La piedra de carbón se obtuvo de la minería “La limeña” ubicada en Chuquicara, Mácate. **(Figura 12)**

Trituración de la piedra de carbón:

Para poder utilizar la piedra de carbón fue necesario someterla a un proceso de reducción de tamaño, esto se llevó a cabo utilizando un batán, dos piedras lisas de río. La razón de utilizar las piedras lisas de río es para no contaminar el material inorgánico.

Cenizas de piedra de carbón para ATD:

Se procedió a separar lo obtenido del triturado mediante el uso de una tela organza con el fin de facilitar el empleo de las partículas más pequeñas del carbón obtenidas durante el proceso de trituración, la ceniza obtenida se ensayará mediante un análisis térmico diferencial para diagnosticar la temperatura de calcinación. **(Figura 13)**

Calcinación de la piedra de carbón:

Una vez realizada el ensayo de ATD, con los resultados obtenidos el material se calcinará a una temperatura y tiempo (700°C a 3 horas) controlado, el producto final será triturado y tamizado por la malla #200. La ceniza de piedra de carbón obtenido se someterá a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su estructura inicial de silicio.

➤ Elaboración de probetas patrón y experimental

Previo al diseño de la mezcla se ensayaron los agregados para obtener los valores de sus propiedades físicas y mecánicas necesarias para el diseño de la mezcla y se realizó el cálculo para la dosificación del concreto Patrón y Experimental **(Figura 14 – 15)**

Teniendo la dosificación de los materiales utilizados se buscó la relación A/C del concreto a partir de asentamiento del concreto patrón con una relación A/C de 0.684 y del experimental A/C 0.710 este

ensayo se ejecutó en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro. (**Figura 16 – 17**)

Los procedimientos para la elaboración del concreto en los moldes se basaron en la Norma ASTM C192 y AASHTO 126

El ensayo a la compresión de las probetas obtenidas en la elaboración de moldes de concreto se ensayó a edades 7,14 y 28 días en el laboratorio de materiales de la Universidad San Pedro

III. Resultados

➤ **Análisis térmico diferencial:**

Conchas de Abanico:

El siguiente paso consistió en analizar la temperatura óptima de calcinación, mediante el Análisis Térmico Diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution. Se empleó un Tasa de calentamiento de 20 °C/min, Gas de Trabajo y Flujo de Nitrógeno 10 ml/min, el rango de trabajo fue de 25 – 1000 °C y una masa de muestra analizada de 45.8 mg. Los resultados de este análisis aparecen en los Grafico 1 y Grafico 2.

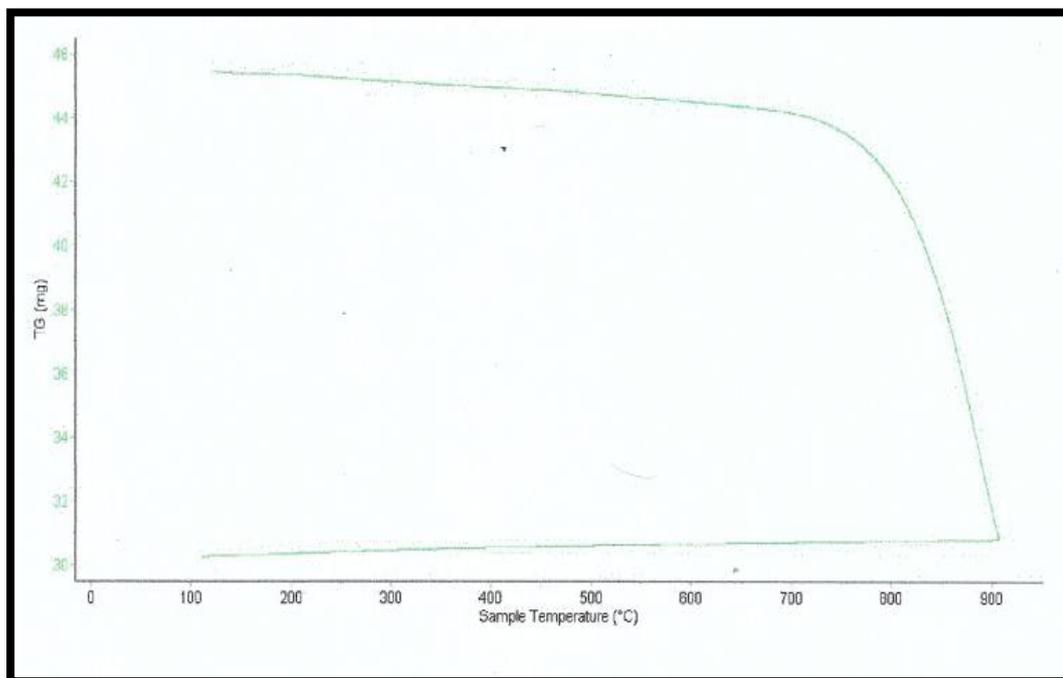


Figura 43: Curva de pérdida de masa - análisis termo gravimétrico - concha de abanico

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

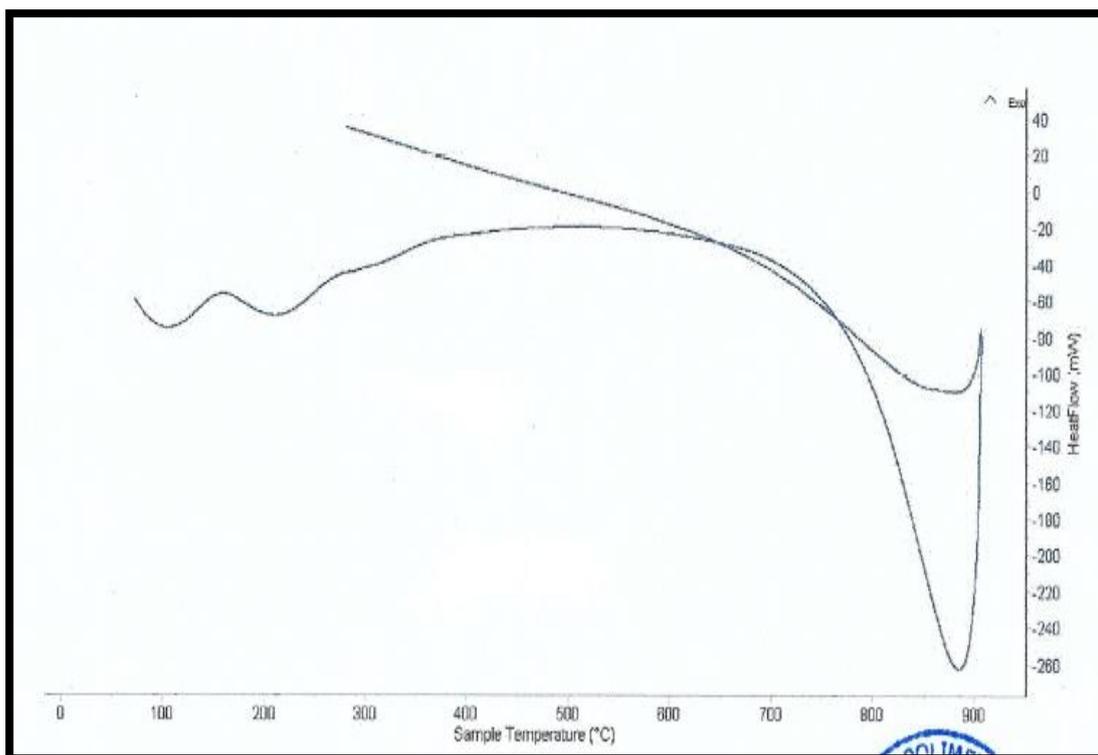


Figura 44: curva calorimétrica DSC - concha de abanico

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

Piedra de carbón:

El siguiente paso consistió en analizar la temperatura óptima de calcinación, mediante el Análisis Térmico Diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution. Se empleó un Tasa de calentamiento de 20 °C/min, Gas de Trabajo y Flujo de Nitrógeno 10 ml/min, el rango de trabajo fue de 25 – 900 °C y una masa de muestra analizada de 31.0 mg. Los resultados de este análisis aparecen en los Grafico 3 y Grafico 4.

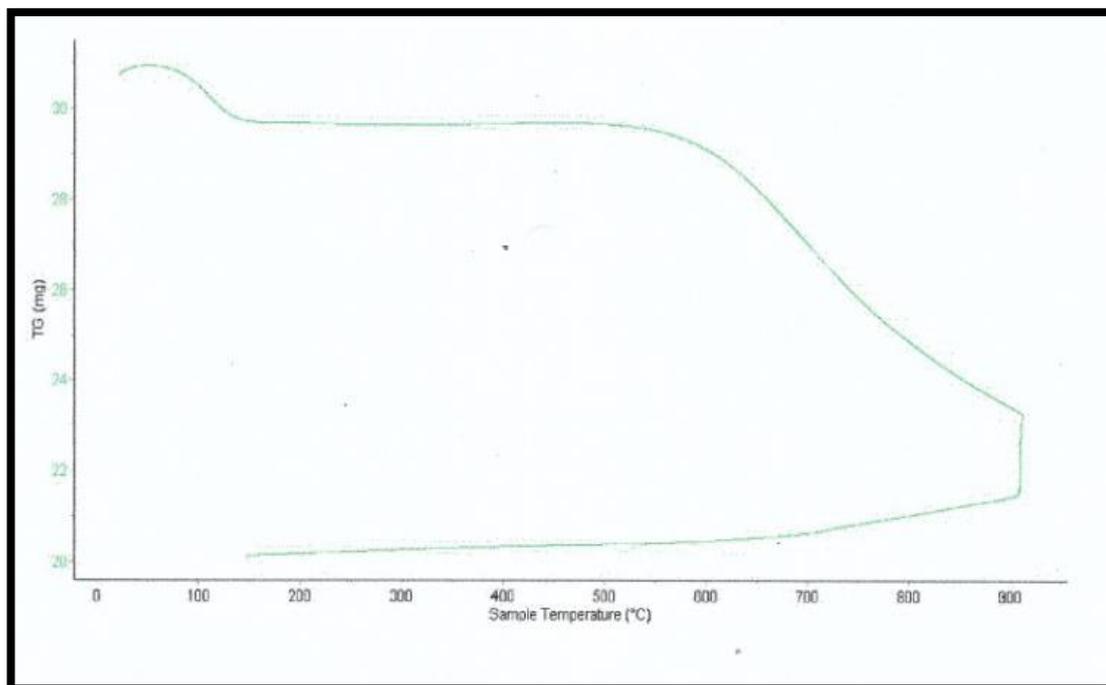


Figura 45: curva de pérdida de masa - análisis termo gravimétrico – piedra de carbón

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UNT

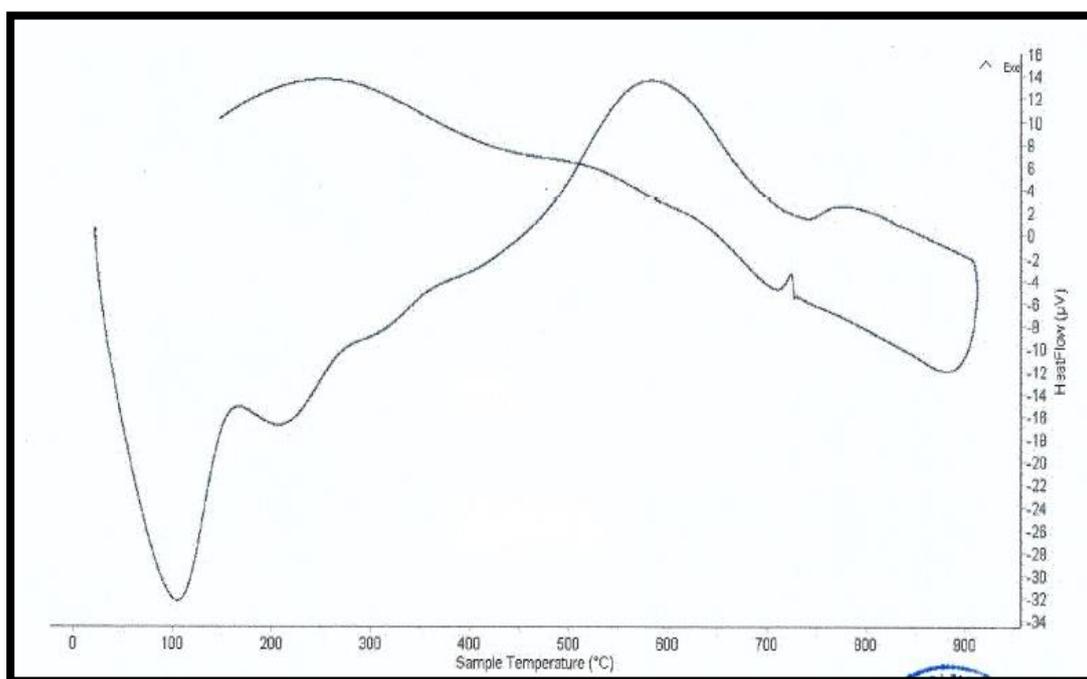


Figura 46: curva calorimétrica DSC – piedra de carbón

Fuente: Laboratorio de Polímeros de la UN

➤ **Composición química de los materiales:**

Para la determinación los materiales fueron sometidos a un Análisis de Composición Química en el Laboratorio de Arqueometria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. El equipo utilizado fue un Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos XDE.

Conchas de Abanico:

Tabla 07: *Análisis de la composición química del polvo de la concha de abanico expresada en óxidos*

COMPOSICION QUIMICA	%
Oxido de Calcio (CaO)	93.102
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	4.134
Pentóxido de Fosforo (P ₂ O ₅)	1.004
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	0.697
Dióxido de Azufre (SO ₂)	0.514
Oxido de Estroncio (SrO)	0.255
Dióxido de Cloro (ClO ₂)	0.125
Oxido de Potasio (K ₂ O)	0.124
Oxido de Titanio (TiO ₂)	0.012
Óxido de Zinc (ZnO)	0.011

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

Piedra de carbón:**Tabla 08:** *Análisis de la composición química de la ceniza de piedra de carbón expresada en óxidos*

COMPOSICION QUIMICA	%
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	57.659
Trióxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	23.924
Trióxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	6.018
Dióxido de Azufre (SO ₂)	5.263
Oxido de Potasio (K ₂ O)	2.969
Oxido de Titanio (TiO)	1.979
Oxido de Calcio (CaO)	1.645
Dióxido de Cloro (ClO ₂)	0.192

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

➤ **Análisis de Alcanalidad de materiales:****Tabla 09:** *PH de los materiales a utilizar*

MATERIALES	Ph.
Cemento (C)	13.12
Polvo de Concha abanico (PCA)	12.90
Cenizas de piedra de carbón (CPA)	13.03
80% (C) + 12% (PCA) + 4% (CPA)	13.02

Fuente: Laboratorios de Ensayos Clínicos "COLECBI" S.A.C



Figura 47: Escala de potencial de Hidrogeno

➤ **Relación agua/cemento:**

Relación agua/cemento de concreto patrón:

- ✓ Según los apuntes de los ensayos ejecutados a los elementos tanto en el agregado grueso y agregado fino se determinaron el peso unitario suelto, peso compactado suelto, contenido de humedad, absorción y gravedad específica, granulometría.
- ✓ Con los apuntes conseguidos de dichos ensayos se ejecutó el plan de la combinación para un concreto de 210 kg/cm² a los 28 días

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.10

Agua:

- Saludable del sector

Agregado Fino: Cantera – Vesique

- Peso específico de masa: 2.76

- Peso unitario suelto: 1629 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1822 kg/m³
- Contenido de humedad: 1.69 %
- Absorción: 0.39 %
- Módulo de fineza: 2.50

Agregado grueso: Cantera – Samanco

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
- Peso específico de masa: 2.90
- Peso unitario suelto: 1500 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1635 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.56 %
- Absorción: 0.97 %

Selección del asentamiento

- Para que la combinación tenga una estabilidad plástica, el asentamiento que le compete de 3" a 4"

Volumen unitario de agua

- Para una combinación de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire integrado y cuyo agregado grueso tiene una dimensión nominal de 3/4", el volumen unitario de h_2O es de 205 lt/m³

Relación agua/ cemento

- Se alcanzó una relación de (a/c) de 0.684

Factor de Cemento

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

Valores de diseño corregidos

- Cemento: 299.708 kg/m^3
- Agua efectiva: 198.179 kg/m^3
- Agregado fino: 874.021 kg/m^3
- Agregado grueso: 1068.654 kg/m^3

Proporciones en Peso

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 28.10 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.92
- Agregado grueso: 3.57

Proporción por probeta, volumen

- Cemento: 1.00
- Agua efectiva: 28.10 lts/bolsa
- Agregado fino: 2.64
- Agregado grueso: 3.55

Relación agua/cemento de concreto experimental:

- ✓ Con los datos obtenidos del ensayo del peso específico, combinación del polvo de concha de abanico y la ceniza de piedra de carbón se realizó el diseño de mezcla para un concreto experimental de 210 kg/cm² a los 28 días

PCA + CPC:

- Peso específico: 3.28

Cemento:

- Tipo I “Pacasmayo”
- Peso específico: 3.10

Agua:

- Potable de la zona

Agregado Fino: Cantera – Vesique

- Peso específico de masa: 2.76
- Peso unitario suelto: 1629 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1822 kg/m³
- Contenido de humedad: 1.69 %
- Absorción: 0.39 %
- Módulo de fineza: 2.50

Agregado grueso: Cantera – Samanco

- Tamaño Máximo Nominal: 3/4"
- Peso específico de masa: 2.90
- Peso unitario suelto: 1500 kg/m³
- Peso unitario compactado: 1635 kg/m³
- Contenido de humedad: 0.56 %
- Absorción: 0.97 %

Selección del asentamiento

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

Volumen unitario de Agua

- Para una combinación de concreto con asentamiento de 3" a 4", sin aire integrado y cuyo agregado grueso tiene una dimensión nominal de 3/4", el volumen unitario de h_2o es de 216 lt/m³

Relación agua/ cemento

- Se obtiene una relación agua/ cemento de 0.731

Factor de Cemento

- F.C: $216/0.684 = 315.789 \text{ Kg/m}^3 = 7.43 \text{ bolsa/m}^3$

Valores de diseño corregidos

- Cemento: 251.75 kg/m³
- Combinación 4% CPC + 12% CCA: 47.953 kg/m³
- Agua efectiva: 201.30 lts/ m³
- Agregado fino: 874.02 kg/m³
- Agregado grueso: 1068.65 kg/m³

Proporciones en Peso

- Cemento: 251.75 kg/m³
- Combinación 4% CPC + 12% CCA: 47.953 kg/m³
- Agua efectiva: 205.00 lts/ m³
- Agregado fino: 859.45 kg/m³
- Agregado grueso: 1062.73 kg/m³

Proporción en volumen por probeta 6444 cm³

- Cemento: 1.00
- Combinación 4% CPC + 12% CCA: 0.19
- Agua efectiva: 28.55 lts/bolsa
- Agregado fino: 3.47
- Agregado grueso: 4.24

➤ **Ensayo a compresión:**

Ensayo a compresión probetas patrón:

- Ensayo a compresión probetas patrón a los 7 días:

Tabla 10: Resultado de ensayo a compresión a los 7 días de curado

Patrón	Peso antes de curado	Peso después de curado	Área (cm ²)	Carga (Kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Promedio (%)
P-01	13,345	13,405	170,87	27,300	159.77	76,08 %		
P-02	13,380	13,435	181.61	30,310	166.90	79.48%	165.22	80.01 %
P-03	13,390	13,445	181.84	30,730	168.99	84.47%		

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

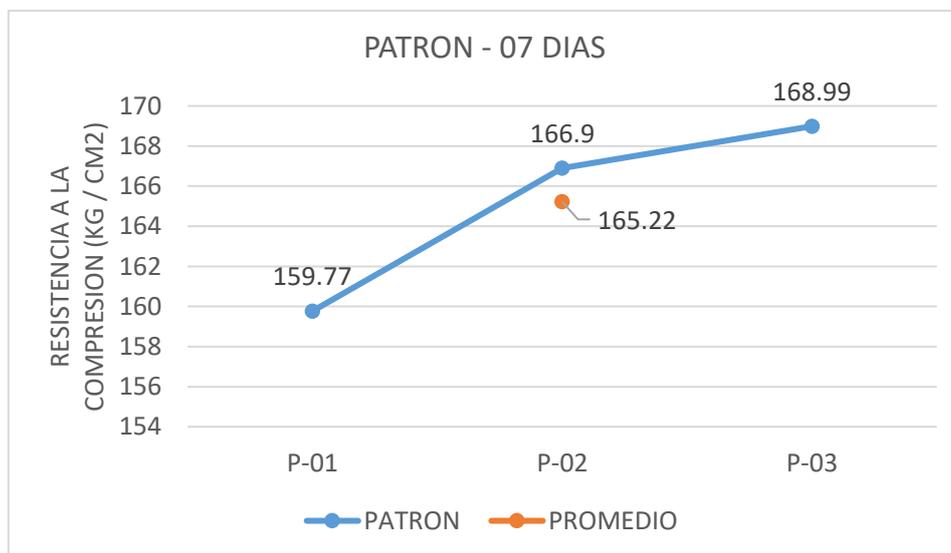


Figura 48: Resistencia a la compresión promedio a los 7 días

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo a compresión probetas patrón a los 14 días:

Tabla 11: Resultado de ensayo a compresión a los 14 días de curado

Patrón	Peso antes de curado	Peso después de curado	Área (cm ²)	Carga (Kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Promedio (%)
P-01	13,460	13,550	180.74	30,760	170.19	81.04 %		
P-02	13,435	13,500	181.46	32,940	181.53	86.44 %	179.14	85.30 %
P-03	13,460	13,500	181.22	33,650	185.69	88.42 %		

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

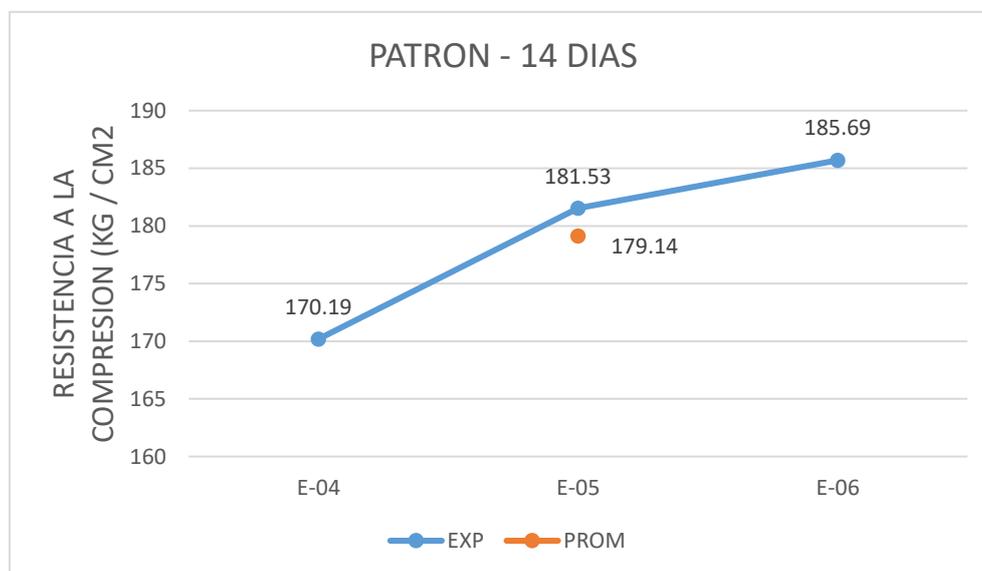


Figura 49: Resistencia a la compresión promedio a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo a compresión probetas patrón a los 28 días:

Tabla 12: Resultado de ensayo a compresión a los 28 días de curado

Patrón	Peso antes de curado	Peso después de curado	Área (cm ²)	Carga (Kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Promedio (%)
P-01	13,495	13,600	170,18	34,690	203,84	97.06 %		
P-02	13,460	13,600	175,54	36,200	206,22	98.20 %	210,02	100,00 %
P-03	13,540	13,650	185,78	40,870	219.99	104.76 %		

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

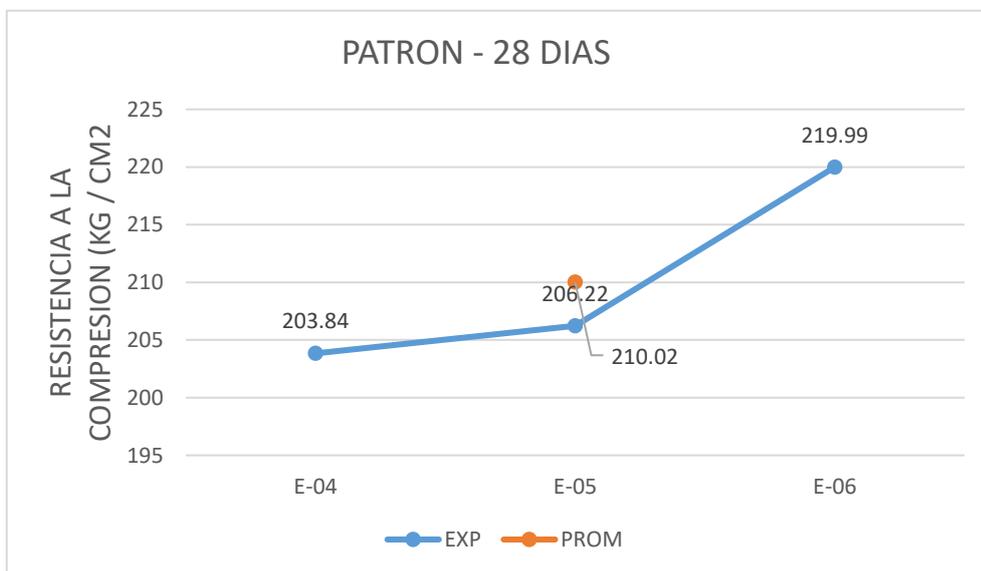


Figura 50: Resistencia a la compresión promedio a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Figuras de Promedios del concreto patrón

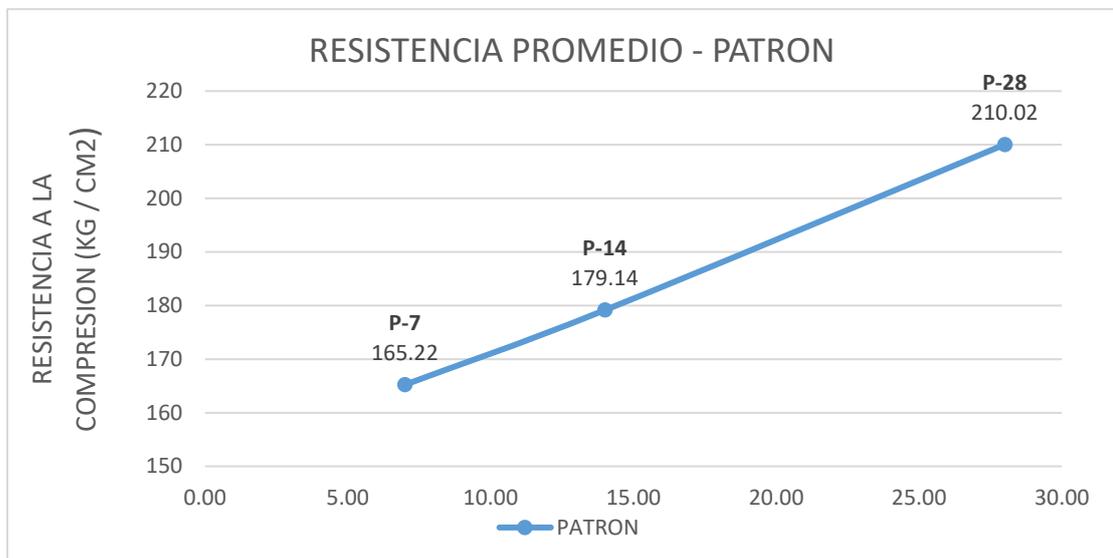


Figura 51: Resistencia a la compresión promedio a los 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

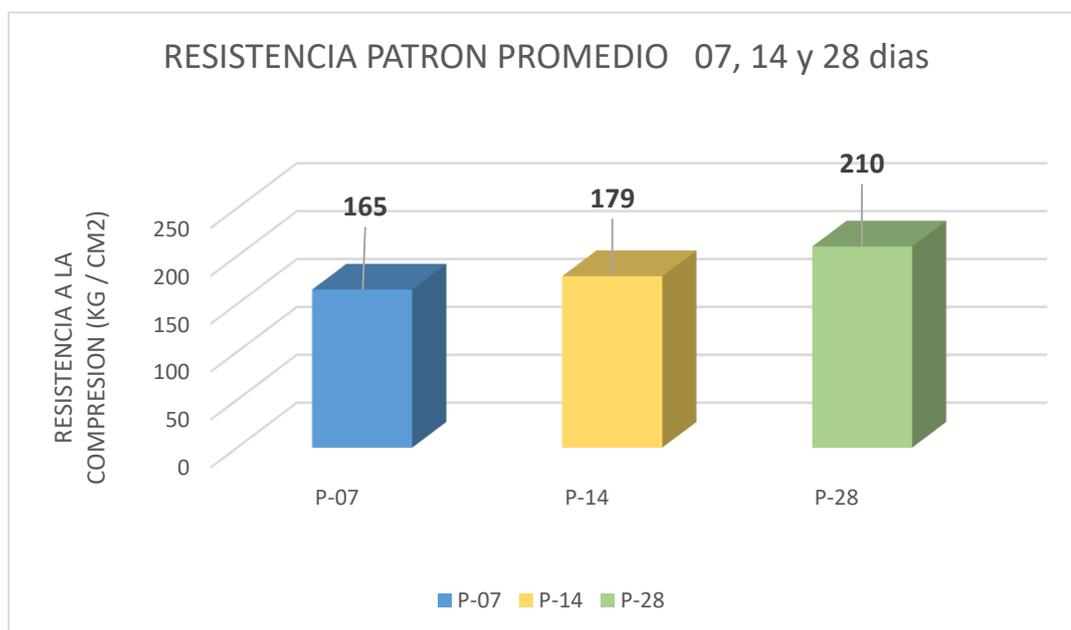


Figura 52: Resistencia a la compresión promedio a los 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a compresión probetas experimentales:

- Ensayo a compresión probetas experimentales a los 7 días:

Tabla 13: Resultado de ensayo a compresión a los 7 días de curado

Patrón	Peso antes de curado	Peso después de curado	Área (cm ²)	Carga (Kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Promedio (%)
P-01	13,545	13,600	180,50	27,760	153.80	73,23 %		
P-02	13,590	13,650	180.98	28,600	158.03	75.25 %	157.06	74.79 %
P-03	13,480	13,550	180.74	28,800	159.34	75.88 %		

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

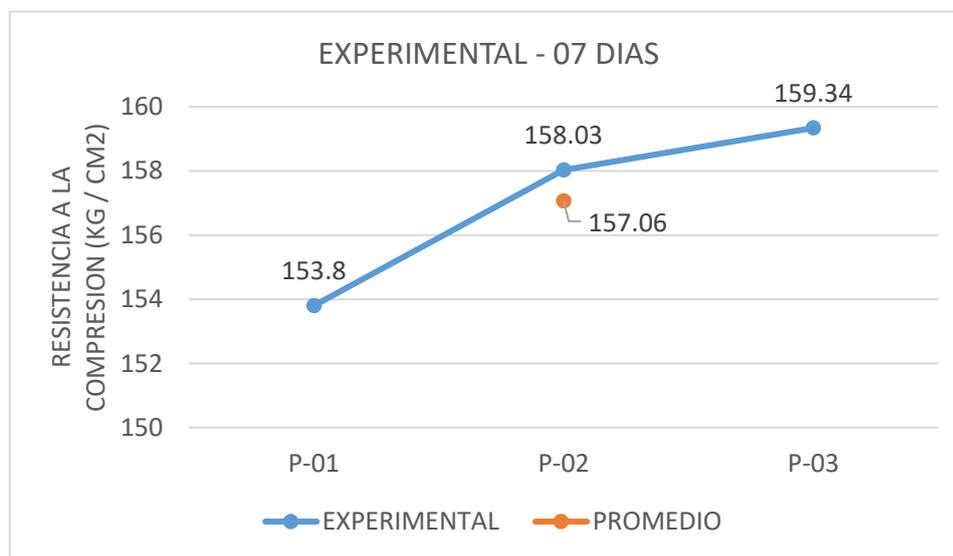


Figura 53: Resistencia a la compresión promedio a los 7 días

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo a compresión probetas experimentales a los 14 días:

Tabla 14: Resultado de ensayo a compresión a los 14 días de
curado

Patrón	Peso antes de curado	Peso después de curado	Área (cm ²)	Carga (Kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Promedio (%)
P-01	13,595	13,650	180.27	30,060	166.75	79.40 %		
P-02	13,630	13,700	180.50	31,910	176.79	84.19 %	174.95	83.31 %
P-03	13,625	13,700	180.74	32,770	181.31	86.34 %		

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

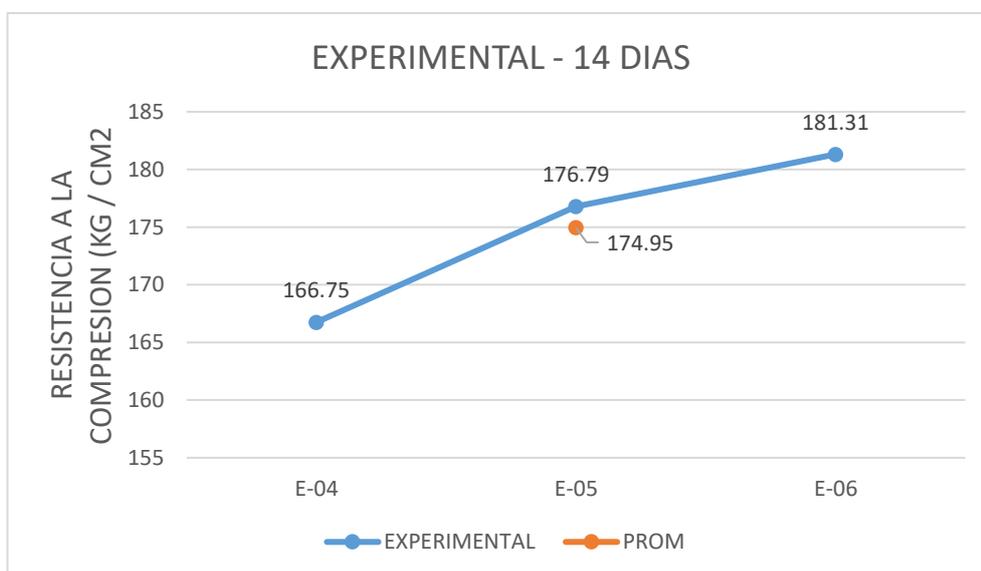


Figura 54: Resistencia a la compresión promedio a los 14 días

Fuente: Elaboración propia

- Ensayo a compresión probetas experimentales a los 28 días:

Tabla 14: Resultado de ensayo a compresión a los 28 días de curado

Patrón	Peso antes de curado	Peso después de curado	Área (cm ²)	Carga (Kg/cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje (%)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Porcentaje Promedio (%)
P-01	13,645	13,700	180.03	34,760	193.08	91.94 %		
P-02	13,665	13,750	180.50	35,480	196.57	93.60 %	198.07	94.31 %
P-03	13,725	13,800	180.74	36,970	204.55	97.40 %		

Fuente: Laboratorios de Mecánica de Suelos y Geotecnia USP.

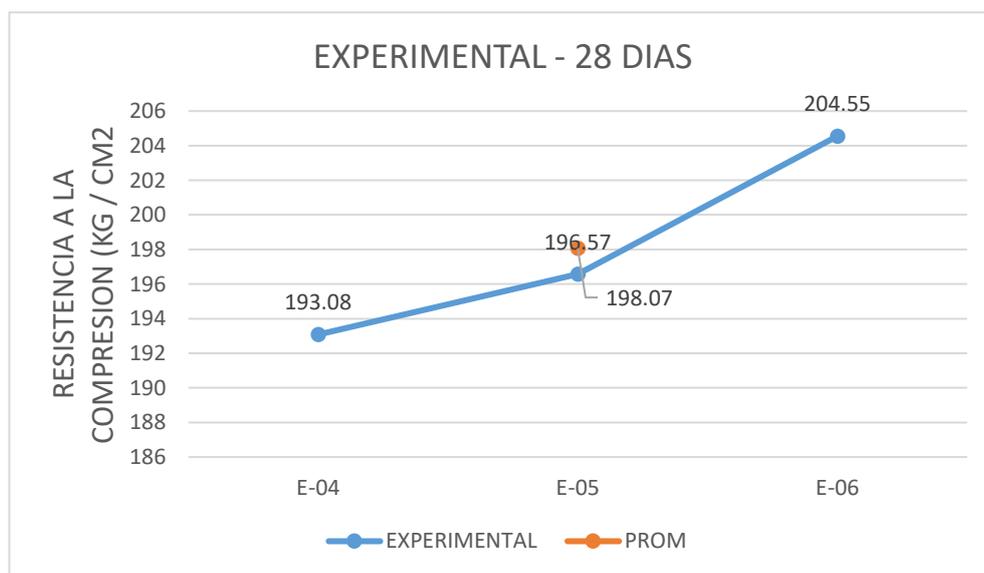


Figura 55: Resistencia a la compresión promedio a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Figuras de Promedios del concreto experimental

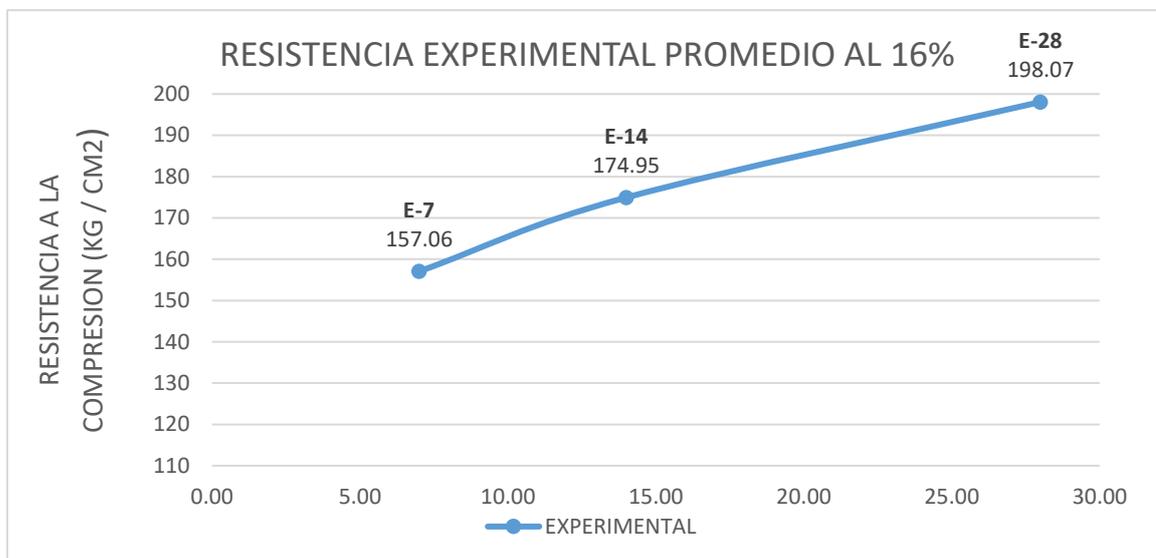


Figura 56: Resistencia a la compresión promedio a los 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

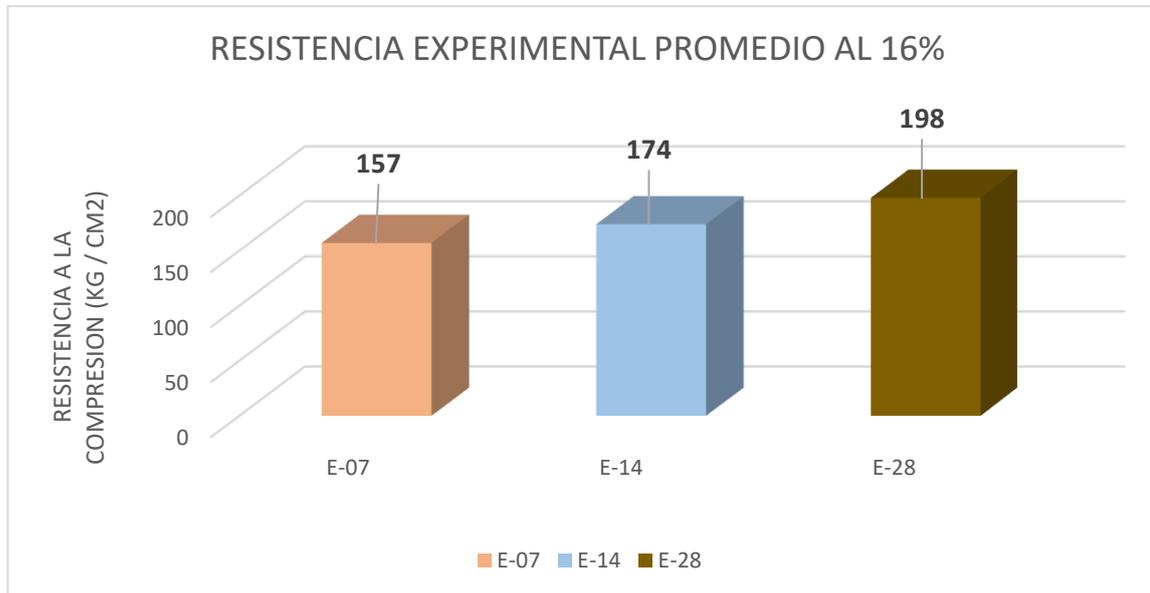


Figura 57: Resistencia a la compresión promedio a los 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia

Figuras de comparación de promedios del concreto patrón y experimental

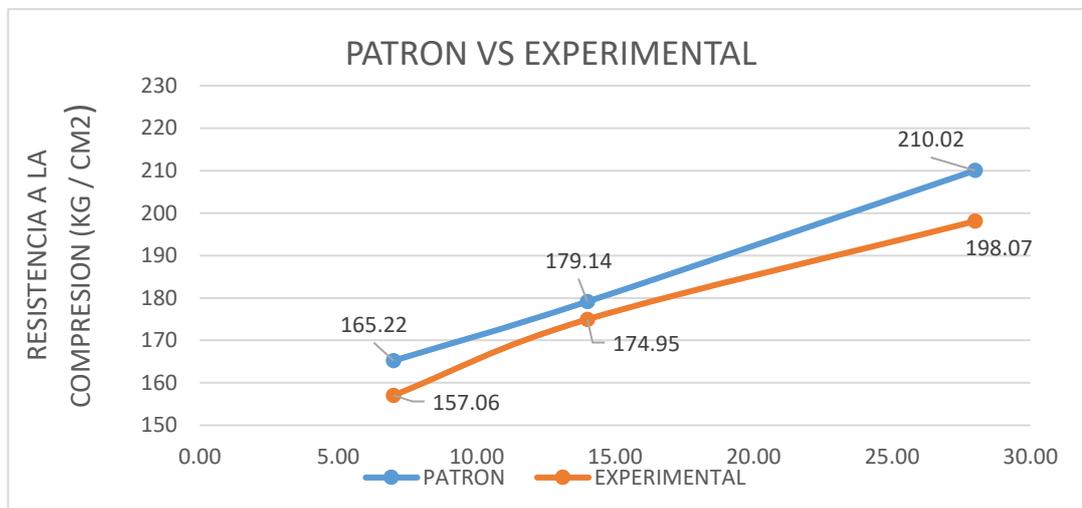


Figura 58: Comparación de la resistencia a la compresión promedio de patrón y experimental a los 7,14 ,28 días

Fuente: Elaboración propia

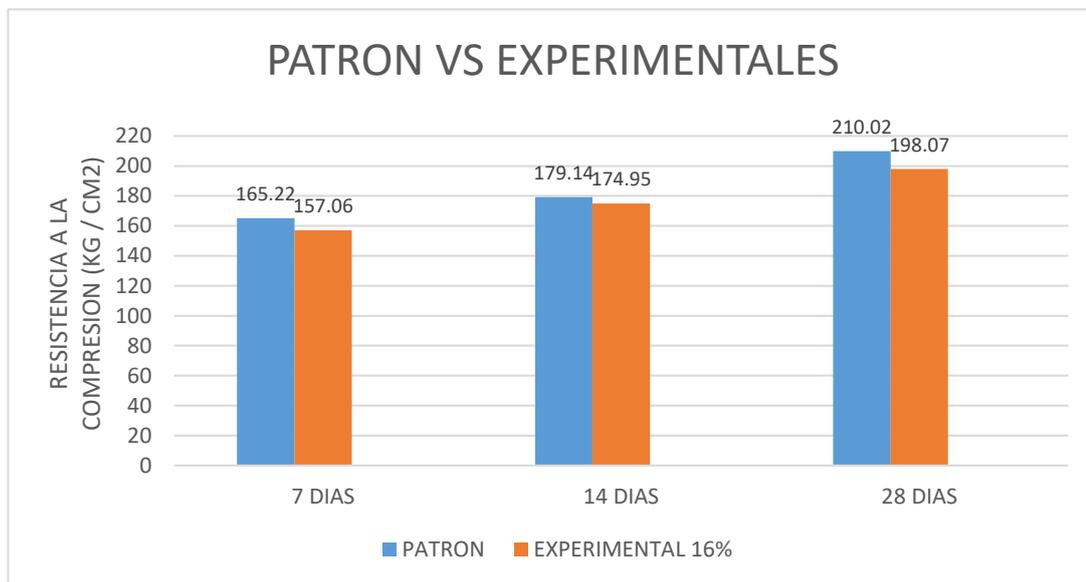


Figura 59: Comparación de la resistencia a la compresión promedio de patrón y experimental a los 7,14 ,28 días

Fuente: Elaboración propia

Interpretación del gráfico N°12, de los resultados alcanzados de la prueba de compresión, se registra que se alcanzó una resistencia promedio de 74.79 % que no supera lo establecido que es de un 75 % en los primeros 7 días; asimismo podemos apreciar que los resultados registrados a los 14 y 28 días no se incrementaron y no superaron el 85% y 100% de los establecidos respectivamente. En conclusión, no se obtuvieron buenos resultados de probetas con sustitución al 12% por el polvo de concha de abanico y 4% de cenizas de piedra de carbón en confrontación con las probetas patrón.

➤ **Ensayo de permeabilidad:**

Ensayo de permeabilidad de probetas patrón:

- Se realizaron un total de 2 probetas para ensayarlas por permeabilidad a los 28 días obteniendo los siguientes resultados

Tabla 16: *Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto patrón a los 28 días de curado*

Peso Desencofrado	Peso Después de Curado	Peso Sacado del Horno	Profundidad penetración máxima
13.632	13.71	13.652	25.30 mm
13.618	13.70	13.663	19.00 mm
13.620	13.69	13.661	22.15 mm

Fuente: Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro

Interpretación de la tabla N°16, mediante esta tabla se determinó la absorción del agua en cada cara de las probetas, determinando que el concreto es impermeable por estar en el rango mínimo de 25.00 mm

Ensayo de permeabilidad de probetas experimental

- Se realizaron un total de 2 probetas para ensayarlas por permeabilidad a los 28 días obteniendo los siguientes resultados

Tabla 17: *Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto experimental a los 28 días de curado*

Peso Desencofrado	Peso Después de Curado	Peso Sacado del Horno	Profundidad penetración máxima
13.462	13.580	13.480	33.30 mm
13.546	13.660	13.586	39.10 mm
13.508	13.628	13.610	36.20 mm

Fuente: Laboratorio de Mec. De Suelos de la Univ. San Pedro

Interpretación de la tabla N°17, mediante esta tabla se determinó la absorción del agua en cada cara de las probetas, determinando que el concreto es permeable por superar el rango mínimo de 25.00 mm

➤ **Ensayo de validez estadística:**

Ensayo de validez estadística (Resistencia a la compresión de un concreto)

Tabla 18: *Resistencias a la compresión de un concreto con un porcentaje de cemento sustituido por ceniza de piedra de carbón y polvo de concha de abanico.*

Días de curado	Resistencia de un concreto con porcentaje de cemento sustituidos de ceniza de piedra de carbón y polvo de concha de abanico	
	0%	16%
7	165,22	157,06
14	179,08	174,95
28	210,02	198,07

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 18, se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las unidades de probetas son mayores a los 28 días de curado.

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 ($F=0.094$, $p=0.775$, $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las unidades de probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de piedra de carbón y polvo de concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 19: *Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.*

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Ceniza de piedra de carbón y polvo de concha de abanico	97,978	1	97,978	12,823	,070
Días de curado	1882,133	2	941,066	123,166	,008
Error	15,281	2	7,641		
Total	1995,392	5			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio de la USP

En la tabla 19, se puede visualizar que para la sustitución de cemento en 16% por ceniza de piedra de carbón y polvo de concha de abanico, el $p\text{-value} > \alpha$ ($p=0.070$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : las resistencias medias son iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm² logradas en las unidades de probetas de concreto, con sustitución del 0% y 16% del cemento por ceniza de carbón de piedra y polvo de concha de abanico son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de estas unidades de probetas en los tratamientos.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.008$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las unidades de 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 unidades de probetas).

Ensayo de validez estadística (Permeabilidad de un concreto)

Tabla 20: *Permeabilidad de probetas de concreto con una sustitución de cemento por ceniza de carbón de piedra y polvo de concha de abanico.*

Permeabilidad del concreto	
Patrón 0%	Experimental 16%
25,30	33,30
19,00	39,10
22,15	36,20

Fuente: Laboratorio de materiales.

$$T=-5.684 \quad p=0.005 \quad p<0.05$$

En la tabla 20, después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro - Wilk (con un $p>0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de F ($F=0.014$, $p=0.913$ y $p>0.05$) de la permeabilidad media obtenidas en las probetas de concreto para cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza piedra de carbón y polvo de concha de abanico) se procedió a realizar la prueba t-Student para muestras independientes.

Según la prueba t-Student ($t=-5.684$) y siendo $p=0.005$ ($p<0.05$), podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : permeabilidad media iguales). Por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia la permeabilidad media logradas en las probetas de concreto, con sustitución de cemento por ceniza de piedra de carbón (4%) y polvo de conchas de abanico (16%), en 0% y 16%, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre la permeabilidad media de las probetas de concreto.

IV. Análisis y Discusión

Al realizarse el análisis térmico diferencial de la concha de abanico, según en el análisis termo gravimétrico en el Grafico N° 1, se puede observar una gran estabilidad térmica del material hasta alcanzar 700 ° C, a partir el cual inicia la descomposición y la pérdida de material hasta caer drásticamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 34 % de su masa inicial.

De acuerdo al análisis calorimétrico Grafico N° 2, se puede mostrar unas ligeras bandas endotérmicas en torno a 110 ° C y 210 ° C, posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890 ° C que es una temperatura de cambio estructura y de características en el material, el cual, al ser mezclado en la mezcla de concreto, aportara los elementos puzolanicos de Hidróxidos de calcio.

Por otro lado, difiere con los resultados obtenidos encontrados por los autores Flores y Maza (2015) en su tesis registra que utilizaron la concha de abanico a una calcinación de 800° durante 4 horas, menor a los resultados obtenidos en mi ensayo de ATD, que fue de 890°C.

Al realizarse el análisis térmico diferencial de la piedra de carbón, según en el análisis termo gravimétrico en el Grafico N° 3, nos muestra dos caídas de la masa, la primera se da en un rango entre 80 °C y 120 °C y la segunda se da entre 550 y 900 °C, posteriormente la caída es gradual y

lentamente, hasta llegar a perder un total de 24 % de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.

De acuerdo al análisis calorimétrico Grafico N° 4, se puede mostrar dos picos endotérmicos en torno a 100 ° y 210 ° C, posteriormente se muestra un ligero pico de absorción térmica a 700 ° C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material, el cual, al ser mezclado en la mezcla de concreto, aportara los elementos puzolanicos de Hidróxidos de silicio.

Por otro lado, difiere con los resultados obtenidos encontrados por los autores Mohammad y Danish (2017) en su tesis registra que utilizaron la piedra de carbón a una calcinación de 500°, menor a los resultados obtenidos en mi ensayo de ATD, que fue de 700°C.

Los resultados de la FRX indican que, para la composición química del polvo de concha de abanico, los porcentajes más relevantes son: 93.102 % de (Ca O), 0.697 % de (SiO₂), 4.134 % (Al₂O₃) y en menores porcentajes 0.008% (Fe₂O₃); las sumas de las mismas alcanzan un valor 97.94 % que superan en un 24.49 % al criterio de Puzolanidad del estándar ASTM C618 1980 (Chackchouk, 2006). El proceso de activación ha permitido obtener un material puzonalico.

Se asemeja a los resultados por los autores Benítez et al (2016) en su

tesis registra la composición química de la concha de abanico siendo el más relevante 97.743 % de (Ca O) obteniendo un biomaterial altamente reactivo.

Los resultados de la FRX indican que, para la composición química de la ceniza de piedra de carbón, los porcentajes más relevantes son: 57.659% de (SiO₂), 23.924% (Al₂O₃) y en menores porcentajes 6.018 % (Fe₂O₃); las sumas de las mismas alcanzan un valor 87.61 % que superan en un 29.20 % al criterio de Puzolanidad del estándar ASTM C618 1980 (Chackchouk, 2006). El proceso de activación ha permitido obtener un material puzolanico.

Se asemeja a los resultados por los autores Mariluz y Ulloa (2018) en su tesis registra la composición química de la piedra de carbón siendo el más relevante 61.49 % de (SiO₂).

Obtuvimos en la composición química de ambos elementos piedra de carbón y concha de abanico 16 %, un rango de óxido de potasio (K₂O) 3.093 %, donde difiere de Teodoro E. Harsen, que nos indica que este elemento debe estar en un rango de (0.25 % – 1.5 %), y por tanto el óxido de potasio reduce la resistencia del concreto

La medición del PH de los elementos para determinar la combinación de las muestras del polvo de concha de abanico (CCA), cenizas de piedra

de carbón (CPC) y cemento dieron como resultado lo siguiente en la Tabla nº09, CCA= 12.90, CPC= 13.03, Cemento= 13.12. Y la combinación de todas estas, ((CCA) + (CC) + Cemento) = 13.51. Apreciando el valor de la alcalinidad en elevado porcentaje más relevante 13.02 %, lo cual me indica que tiene una gran medida de carbonato y bicarbonato

Se asemeja a los resultados por los autores Mariluz y Ulloa (2018) en su tesis registra un PH de las cenizas volantes: (13.41) siendo altamente alcalino

También Se asemeja a los resultados por los autores Benítez et al (2016) del ensayo del PH, obtuvo el siguiente resultado para el polvo de concha de abanico: 12.24 siendo alcalino y tomando como referencia el PH del cemento que es de 12.00.

Las granulometrías del agregado fino se localizan dentro de los límites señalados en la Norma ASTM C-33 por lo que lo estimamos como granulometría inmejorable.

El módulo de finura es 2.50 lo cual es aceptable, pues se está trabajando un módulo de finura superior al mínimo establecido (2.35 – 3.15).

El peso específico del agregado fino es de 2.76 gr/cm³, se puede clasificar como un agregado habitual ya que está en el límite del rango

de este peso específico (2.5-2.8).

Por otro lado, difiere con los resultados obtenidos encontrados por los autores Mariluz y Ulloa (2018) en su tesis registra un módulo de finura de 2.88 y un peso específico de 2.68 gr/ cm³

La granulometría de las rocas como agregado grueso, cumple con los límites establecidos por Norma ASTM C-33 y está caracterizada por forma sub. Angular y rugosa.

Se determinó por ensayo de peso específico del agregado grueso que el valor obtenido 2.90 gr/cm³, está dentro del rango de peso específico.

Por otro lado, difiere con los resultados obtenidos encontrados por los autores Mariluz y Ulloa (2018) en su tesis registra un peso específico de 2.82 gr/ cm³

En el gráfico N° 08, el concreto patrón adquirió una resistencia promedio de 165.22 kg/cm² a los 7 días de curado, a los 14 días 179.14 kg/cm², a los 28 días 210.02 %.

En el gráfico N° 09, el concreto experimental con 4% de cenizas de carbón y 12 % de polvo de conchas de abanico adquirió una resistencia promedio de 157.06 kg/cm² a los 7 días de curado, a los 14 días 174.95 kg/cm², a los 28 días 198.07 %.

Según apreciamos con los resultados obtenidos, podemos concluir

que con material sustituido al 16 %, es inferior en porcentaje en comparación al patrón a los 7,14 y 28 días

Se asemeja a los resultados de los autores Hazurina y Badorul (2015) concluyendo que el polvo de cascara de concha de abanico causaría una hidratación en el proceso que reduciría la resistencia del concreto a temprana edad de curación. No obstante, durante un largo periodo de curado (hasta 90 días), el porcentaje de fuerza aumentaría en comparación con el concreto normal, especialmente con los porcentajes de 5% y 15 %

Se asemeja a los resultados de los autores Harison y Srivastava (2014) concluyendo las cenizas volantes su nivel óptimo de reemplazo es del 20 tomando como referencia los días de curado de 28 y 56 días, aumentando su fuerza de 1.9 % a 3.28 % respectivamente. Con una relación de agua/cemento de 0.46. Esto es debido a que el carbón tarda en hidratarse por lo tanto es más lenta que la del cemento portland.

También los autores Gonzales y Mendoza (2016) coinciden con el concepto anterior debido a que concluyen con que a los 56 días de curado la resistencia a la compresión aumenta en promedio de 11 % con un porcentaje de sustitución entre el 10 % y 20 %

Por otro lado, difieren con el autor Huayta (2019) en su tesis registra que con el polvo de concha de abanico supero la resistencia de diseño, a los 14 y 28 días de curado con 5 % de polvo de concha de abanico.

En el ensayo de permeabilidad el concreto patrón alcanzo una absorción de agua promedio de 22.15 mm, determinando impermeable. Por otro lado, el concreto experimental con 4% de cenizas de carbón y 12 % de polvo de conchas de abanico alcanzo una absorción de agua promedio de 36.20 mm, a los 28 días de curado determinándose un concreto permeable por encontrarse en el rango encima de los 30.00 mm.

Estos resultados difieren de los autores Contreras & Peña (2017) concluyendo que en función a las dosificaciones y al tiempo de curado, se redujo la penetración de agua que se genera en el ensayo de permeabilidad en función a las dosificaciones aplicadas (1.5 %, 3%, 4.5% y 6%). Llegamos a la conclusión que, en menores cantidades de carbón, la absorción de agua se reduce, ya que logran excelentes propiedades mecánicas y mayor durabilidad por su resistencia a los agresivos ácidos y a la reacción árido-alcali; sin embargo, es necesario tener en cuenta que la reacción de hidratación de la ceniza volante es más lenta que la del Cemento Portland, por ello, se obtiene mejores resultados en periodos de tiempo mas largos.

V. Conclusiones

Según el análisis térmico diferencial de la ceniza de la piedra de carbón muestra una pérdida de masa entre 80 y 120°C donde pierde en total aproximadamente 24 % respecto a su masa inicial, posterior a 730°C podría indicar cambio de fase del material. Por otro lado, en la ceniza de concha de abanico muestra una pérdida de masa entre 360 y 700°C donde pierde en total aproximadamente 34 % respecto a su masa inicial, posterior a 890°C podría indicar cambio de fase del material.

Las cenizas de concha de abanico y piedra de carbón, tiene a elevar su resistencia del concreto a comparación con el patrón, debido a su composición química favorable en oxido de calcio CaO (93.747 %), dióxido de silicio SiO_2 (58.173 %) y trióxido de aluminio Al_2O_3 (28.058%) semejantes a las características cementantes del cemento portland Tipo I.

La alcalinidad mediante la prueba de Ph, para determinar la combinación de las muestras de polvo de conchas de abanico (CCA), cenizas de carbón (CC) y cemento dieron como resultado lo siguiente: CCA= 12.90, CPC= 13.03, Cemento= 13.12. Y la combinación de todas estas, ((CCA) + (CC) + Cemento) = 13.02. Apreciando el valor de la alcalinidad en elevado porcentaje más relevante 13.02% lo cual me indica que tiene una gran medida de carbonato y bicarbonato, esto apoya, al concreto ya que, al mezclar con el agua, se obtiene una gran rapidez de absorción, lo que beneficia un óptimo endurecimiento del cemento, de esta

manera, hidrata y endurece el concreto brindando una resistencia a edades mayores.

La relación agua – cemento (a/c) del concreto patrón es de 0.684 y la relación agua - cemento a/c del concreto experimental 16 % es de 0.731 debido a que la presencia de las cenizas combinado con el cemento presenta otro peso específico, lo cual no afecta directamente en la relación a/c, mientras si afecta en la absorción a comparación del cemento portland tradicional, por consecuencia presenta unas diferencias de resistencia y trabajabilidad.

El concreto patrón adquirió una resistencia promedio de 165.22 kg/cm² a los 7 días de curado, a los 14 días 179.14 kg/cm², a los 28 días 210.02 kg/cm². El concreto experimental con 4% de cenizas de carbón y 12% de conchas de abanico adquirió una resistencia promedio de 157.06 kg/cm² a los 7 días de curado, a los 14 días 174.95 kg/cm², a los 28 días 198.07 kg/cm², encontrándose por debajo del concreto convencional y no alcanzando la resistencia adecuada. Esto es debido a que el carbón tarda en hidratarse por lo tanto es más lenta que la del cemento portland (Suarez, 2010).

Por lo tanto, definimos la combinación de ambos elementos, válidos para resistencias menores, debido a que para que alcance la resistencia promedio tardaría en alcanzar su resistencia adecuada, debido a la lenta hidratación del carbón, pero con lo cual llegamos a la conclusión que a mayores edades encontraríamos un diseño que se asemeje al diseño convencional.

En el ensayo de permeabilidad el concreto patrón alcanzo una absorción de agua promedio de 22.15 mm, a los 28 días de curado determinándose un concreto impermeable por encontrarse en el rango debajo de los 30.00 mm, de acuerdo a norma 12390 parte 8 (2009). Por otro lado, el concreto experimental con 4% de cenizas de carbón y 12 % de polvo de conchas de abanico alcanzo una absorción de agua promedio de 36.20 mm, a los 28 días de curado determinándose un concreto permeable por encontrarse en el rango encima de los 30.00 mm, de acuerdo a norma 12390 parte 8 (2009).

Llegando a la conclusión que cuanto más poroso el concreto, será más permeable, con lo cual tendrá una capacidad de absorción capilar más importante.

VI. Recomendaciones

Al activar los elementos tener atención en no contaminar el espécimen para de esta manera no alterarla porque sería perjudicial para los resultados que deseamos obtener.

Se recomienda la utilización de ambos materiales para la elaboración de estructuras de baja resistencia debido a que cuentan con componentes con porcentajes que se asemejan al cemento y como también un Ph alcalino de esta forma se lograrán mezclas más aglomerantes.

Para comprobar que al sustituir ambos materiales se logren mayores resistencias, se sugiere estimar la sustitución a etapas mayores a los 28 días para determinar en cuanto se aproxima la resistencia del concreto experimental con respecto al patrón

Se recomienda trabajar los materiales de forma equivalente para que de ese modo sus elementos puedan trabajar de mejor manera y de esa forma alcanzar mejores resultados al momento de sustituir los materiales por el porcentaje de cemento deseado.

Se recomienda realizar ensayo de Fluorescencia de mezcla de las combinaciones de polvo de conchas de abanico 12 % y cenizas de carbón 4 % para obtener el comportamiento de las nuevas propiedades químicas

que se están formando. Asimismo, realizar el ensayo de Fluorescencia de las mezclas de la combinación de polvo de conchas de abanico 12 %, cenizas de piedra de carbón 4% y cemento para obtener el comportamiento de las nuevas propiedades químicas que se está formando.

VII. Agradecimiento

A mis padres y hermano que son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, que me sostiene, que, gracias a su apoyo incondicional, consejo sabio y oportuno yo no estaría aquí dándolo todo por ellos, a ellos les dedico cada día mi esfuerzo para lograr mis metas.

A Dios, mis abuelos, familia y amigos/as que con su entusiasmo y cariño me dieron el valor y coraje para seguir adelante a pesar de las dificultades.

A mi asesor el Ing. Gumerciendo Flores Reyes quien me brindo su tiempo y apoyo en esta eta etapa de mi proyecto.

A mis maestros que, con sus conocimientos, ayuda oportuna y desinteresada contribuyeron a la finalización de este trabajo y por ende un largo camino recorrido lleno de obstáculos, que están convencidos de que un mundo mejor es posible si se tienen los conocimientos para ayudar.

A ellos es a quien les dedico el producto de mi esfuerzo y dedicación.

VIII. Referencias Bibliográficas

- Benitez, C. (2016). *Resistencia de una pasta concha - arcilla de Yacya - Huari*.(tesis de pregrado). Universidad San Pedro,Chimbote,Peru
- Contreras, K., & Peña, J. (2017). *Analisis de la resistencia a la compresion y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbon en la mezcla*. (Tesis de Pregrado).Universidad Privada del Norte, Trujillo,Peru
- Flores, M. (2015). *Utilizacion de residuos de conchas de abanico como mejoramiento en las propiedades resistentes del concreto*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Peru
- Frederick, S. (1992). *Manual del Ingeniero Civil* (cuarta ed.). Mexico: McGRAW-HILLINTERAMERICANA EDITORES, S. A. DE C. V. Obtenido de https://www.academia.edu/36877196/Manual_del_ingeniero_civil._Tomo_I_4ta_Edici%C3%B3n_-_Frederick_S._Merritt
- Gonzales, P., & Mendoza, I. (2016). *Evaluacion de las propiedades del concreto fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como sustitucion parcial del cemento en la ciudad de Arequipa*(tesis de pregrado). Universidad catolica de santa,Arequipa, Peru
- Gonzales, S. (1987). *Manual de Supervision de Obras de concreto* (segunda ed.). Mexico: Limusa. Obtenido de <https://www.casadellibro.com/libro-manual-de-supervision-de-obras-de-concreto/9789681859077/827597>
- Harison, A., & Srivastava, V. (2014). effect of fly ash compressive strength of portland pozzolana cement concrete. *jornual of academia and industrial research*, 02(08), 30-52. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/3197/f23eb20e7406f4b523227115de0e03c1fdac.pdf>
- Huaquisto, S., & Belizario, G. (2016). utilizacion de la ceniza volante en la dosificacion del concreto como sustituo del cemento. *Investigaciones Altoandinas*, 20(02), 2213-2957. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000200007
- Huayta, J. (2019). *Analisis comparativo entre la resistencia a la compresion del concreto tradicional y concreto modificado con cal de conchas de abanico*(tesis de pregrado).Universidad Cesar Vallejo,Trujillo, Peru

- IECA. (2015). *compenentes y propiedades del cemento*. Obtenido de https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179
- Mariluz, M., & Ulloa, J. (2018). *Uso de las cenizas volantes de carbon excedentes de la central termoelectrica Ilo 21 - Moquegua como adiccion para mejorar las propiedades de concreto: Resistencia a la compresion, absorcion, manejabilidad y temperatura* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa,Chimbote, Peru
- Mo, K. H., & al, e. (2017). reciclyng of seashell waste in concrete: a review. *construction and buildign materials*, 162(01), 751-764. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817324042>
- Mohammad, A., & Danish, M. (2017). comparative study of compressive strength of concrete with fly ash replacement by cement. *International Research journal of Engineering and technology*, 08(04), 1737-1745. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/317216276_Comparative_study_on_compressive_strength_of_fly_ash_concrete/citation/download
- Morales, A. (2017). *uso de las cenizas volantes de carbon excedentes de la central termoelectrica* (tesis de pregrado) .Universidad Nacional del santa, Chimbote, Peru
- Nor Hazurina, O., & Badorul, H. (2015). Cockle shell ash replacement for cement and filler in concrete. *fisheries research institue*, 25(02), 201-211. Obtenido de <https://mjce.utm.my/index.php/MJCE/article/view/303>
- Ravina, D. (2018). Compressive Strength of low cement/ high fly ash concrete. *cement and concrete research*, 18(04), 571-583. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0008884688900506>
- resistencia a la compresion del concreto*. (2015). Obtenido de <http://civilgeeks.com/2015/10/01/resistencia-a-la-compresion-del-concreto>
- Rohan, S. (2016). a study on strength parameters of partially replacement of cement by fly ash and activated fly ash concrete. *International journal of engineering and techonology*, 05(09), 2278-2282. Obtenido de <https://www.ijert.org/research/a-study-on-strength-parameters-of-partially-replacement-of-cement-by-fly-ash-and-activated-fly-ash-concrete-IJERTV5IS090099.pdf>
- Teodoro, E. (1997). *Materiales en diseño de estructuras de concreto armado*(tesis de pregrado) Pontificia Universidad Catolica del peru, Lima, Peru
- Albañileria estructural. (s.f.). Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/97854803/trabajo-final-de-albañileria-estructural>

IECA. (2015). *compenentes y propiedades del cemento*. Obtenido de https://www.ieca.es/gloCementos.asp?id_rep=179

Resistencia a la compresion del concreto. (2015). Obtenido de <http://civilgeeks.com/2015/10/01/resistencia-a-la-compresion-del-concreto>

Norma Técnica Peruana, (NTP) 334.009.(2002). *Agregados. Especificaciones Normalizadas para Agregados en Hormigón (Concreto)*.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 339.088.(2006). *Agua de Mezcla Utilizada en la Producción de Concreto*.

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.037.(2002). *Cementos Portland. Requisitos*.

Portland Cement Association, PCA. (2004). *Diseño y Control de Mezcla de Concreto*.

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

Norma Técnica Peruana, (NTP) 400.037. (2001). *Agregados. Análisis granulométrico del agregado grueso*.

Tacilla, Araujo y Cardozo (2004) en "Composición Química del cemento. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/35796358/24863679-Composicion-Quimica-Del-Cementopdf/>

Martínez, I (2010) en "Cementos y Morteros" .Obtenido de <https://es.slideshare.net/LennHegg/exposicion-de-kfc>

Mario Marquez (2013). "Complementario origen materiales de cemento a partir de residuos agrícolas" Obtenido de scielo.org.co/pdf/cein/v25n2/v25n2a06.pdf

ANEXO N°1

RESULTADOS DE LABORATORIO

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/06/2020

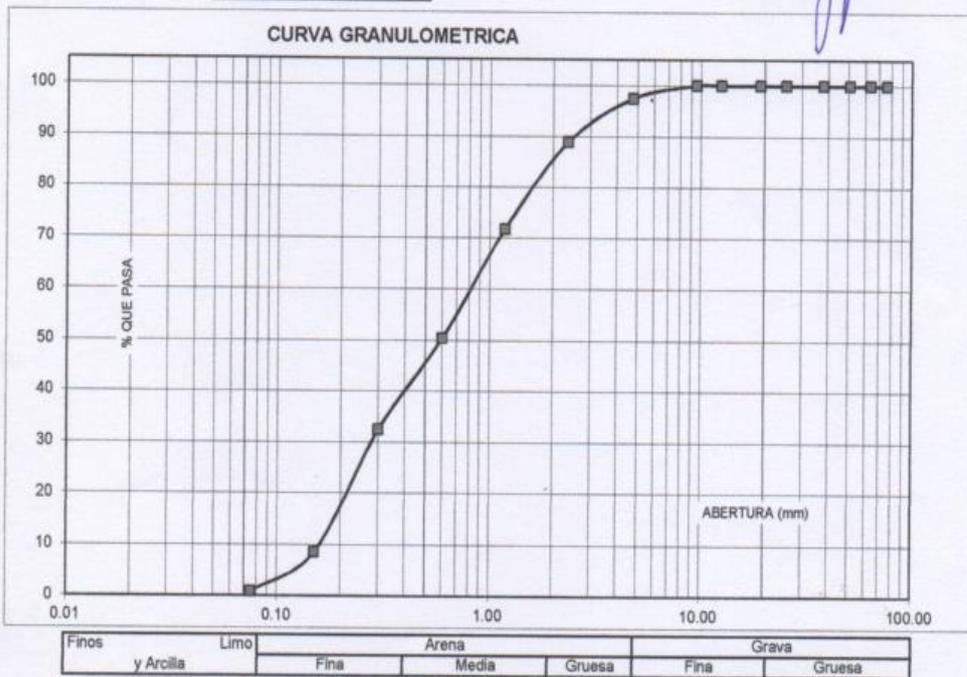
TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
Nº	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
Nº 4	4.76	15.0	2.6	2.6	97.4
Nº 8	2.36	50.0	8.5	11.1	88.9
Nº 16	1.18	100.0	17.1	28.2	71.8
Nº 30	0.60	125.0	21.4	49.6	50.4
Nº 50	0.30	105.0	17.9	67.5	32.5
Nº 100	0.15	140.0	23.9	91.5	8.5
Nº 200	0.08	45.0	7.7	99.1	0.9
PLATO	ASTM C-117-04	5	0.9	100.0	0.0
TOTAL		585.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.50

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Las Mesas de San Pedro, Chiclayo de Marañón
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 04/06/2020

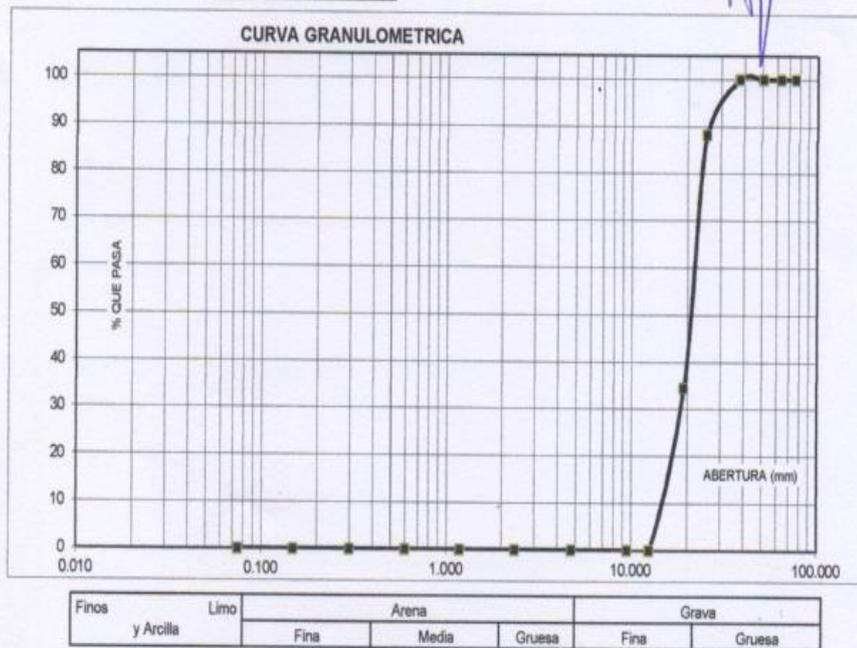
TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	70.0	11.8	88.2
3/4"	19.100	320.0	53.8	65.5
1/2"	12.500	205.0	34.5	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0
TOTAL		595.0	100.0	

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	#3/4
Huso	N° 8 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES

La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mezcla de Concreto y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	7945	7940	7935
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	4625	4620	4615
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1659	1657	1655
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1657		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1629		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	01	02	03
Peso de molde + muestra	8485	8480	8490
Peso de molde	3320	3320	3320
Peso de muestra	5165	5160	5170
Volumen de molde	2788	2788	2788
Peso unitario (Kg/m ³)	1853	1851	1854
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1853		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1822		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lic. Nicolás de Santoro, Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 UEPB

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
DE PIEDRA DE CARBÓN (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 04/08/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19225	19220	19230
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	14105	14100	14110
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1508	1507	1508
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1508		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1600		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20500	20560	20450
Peso de molde	5120	5120	5120
Peso de muestra	15380	15430	15330
Volumen de molde	9354	9354	9354
Peso unitario (Kg/m ³)	1644	1650	1639
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1644		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1635		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Las Mecánicas de Materiales y Ensayo de Materiales


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

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

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 E PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 04/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire) gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua gr.	669.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B) cm ³	969.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material gr.	857.20	860.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D) cm ³	111.80	105.00
F	Peso de material seco en estufa gr.	297.70	300.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))	109.50	105.00
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E	2.663	2.857
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E	2.683	2.857
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E	2.719	2.857
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.77	0.00

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.760
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.770
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.788
 Absorción (%) : 0.39



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

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

SOLICITA : BACH. PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 04/08/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	625.00	630.00
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	410.60	415.30
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	214.40	214.70
D	Peso de material seco en estufa	618.90	624.00
E	Volumen de masa (C-(A-D))	208.30	208.70
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.887	2.906
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.915	2.934
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.971	2.990
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.99	0.96

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.897

P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.925

P.e. Aparente (Base Seca) : 2.981

Absorción (%) : 0.97


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 F.P. INGENIERIA
 Lit. Neces. L. 2002, 2003 y Enayo de Manabala


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

CANTERA : RUBEN

MATERIAL : ARENA GRUESA

FECHA : 04/08/2020

PRUEBA Nº	01	02	
TARA Nº			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	365	495	
TARA + SUELO SECO (gr)	360	490	
PESO DEL AGUA (gr)	5.0	5.0	
PESO DE LA TARA (gr)	65	195	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	295	295	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.69	1.69	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		1.69	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Las Mecánicas, Civil y Construcción de Materiales
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

CANERA : RUBEN

MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

FECHA : 04/08/2020

PRUEBA N°	01	02	
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1075	1115	
TARA + SUELO SECO (gr)	1070	1110	
PESO DEL AGUA (gr)	5	5	
PESO DE LA TARA (gr)	170	215	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	900	895	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.56	0.56	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.56	



Mg. Miguel Solar Jara
Perez

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH

FECHA : 04/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.76
- Peso unitario suelto 1629 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 1.69 %
- Absorción 0.39 %
- Módulo de fineza 2.50

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal #3/4
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1500 kg/m³
- Peso unitario compactado 1635 kg/m³
- Contenido de humedad 0.56 %
- Absorción 0.97 %



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : $205 / 0.684 = 299.71 \text{ kg/m}^3 = 7.05 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	198.179	lts/m ³
Agregado fino.....	874.021	kg/m ³
Agregado grueso.....	1068.654	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{874.021}{299.71} : \frac{1068.65}{299.71}$$

$$1 : 2.92 : 3.57 : 28.10 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.64 : 3.55 : 28.10 \text{ lts / bolsa}$$



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(16% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR C
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 04/06/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.76
- Peso unitario suelto 1629 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 1.69 %
- Absorción 0.39 %
- Módulo de fineza 2.50

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular #3/4
- Tamaño Máximo Nominal 2.90
- Peso especifico de masa 1500 kg/m³
- Peso unitario suelto 1635 kg/m³
- Contenido de humedad 0.56 %
- Absorción 0.97 %



Miguel Solar Jara
JEFE

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de #3/4, el volumen unitario de agua es de 216 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.081
12%CA + 4%CPC.....	(m ³)	0.016
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.311
Agregado grueso.....	(m ³)	0.367
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	251.75	kg/m ³
12%CA + 4%CPC.....	47.953	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	859.45	kg/m ³
Agregado grueso.....	1062.73	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	251.75	kg/m ³
12%CA + 4%CPC.....	47.953	kg/m ³
Agua efectiva.....	201.30	lts/m ³
Agregado fino.....	874.02	kg/m ³
Agregado grueso.....	1068.65	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{251.75}{251.75} : \frac{47.953}{251.75} : \frac{874.02}{251.75} : \frac{1068.65}{251.75}$$

$$1 : 0.19 : 3.47 : 4.24 \quad 28.55 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lic. Miguel Solar Jara y Enrique de la Cruz

Mg. Miguel Solar Jara
UFPE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)

DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

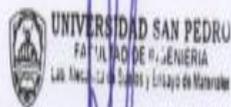
FECHA : 04/08/2020

F' C : 210 Kg/cm²

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/FC
N°	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	PATRON	-	27/01/2020	03/02/2020	7	159.77	76.08
02	PATRON	-	27/01/2020	03/02/2020	7	166.90	79.47
03	PATRON	-	27/01/2020	03/02/2020	7	168.99	80.47
04	PATRON	-	27/01/2020	10/02/2020	14	170.19	81.04
05	PATRON	-	27/01/2020	10/02/2020	14	181.53	86.44
06	PATRON	-	27/01/2020	10/02/2020	14	185.69	88.42
07	PATRON	-	27/01/2020	24/02/2020	28	203.84	97.07
08	PATRON	-	27/01/2020	24/02/2020	28	206.22	98.20
09	PATRON	-	27/01/2020	24/02/2020	28	219.99	104.76

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

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



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - EXPERIMENTAL 16%

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)

DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)

LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH

FECHA : 04/06/2020

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm ²	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	11/02/2020	7	153.80	73.24
02	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	11/02/2020	7	158.03	75.25
03	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	11/02/2020	7	159.34	75.88
04	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	18/02/2020	14	166.75	79.40
05	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	18/02/2020	14	176.79	84.18
06	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	18/02/2020	14	181.31	86.34
07	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	03/03/2020	28	193.08	91.94
08	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	03/03/2020	28	196.57	93.60
09	EXPERIMENTAL 16%	-	04/02/2020	03/03/2020	28	204.55	97.40

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 CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MATERIALES Y TRABAJO DE MATERIALES

Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

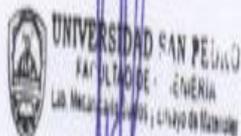
DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chateair)

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

SOLICITA : BACH PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 MATERIAL : 100%CONCHA DE ABANICO
 FECHA : 04/08/2020

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	21.50	21.50
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	21.50	21.50
PESO ESPECIFICO	2.977	2.977
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(2.977	



Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chaletair)

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

SOLICITA : BACH: PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 MATERIAL : 100%CARBON DE PIEDRA
 FECHA : 04/06/2020

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	24.00	24.00
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	24.00	24.00
PESO ESPECIFICO	2.667	2.667
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	2.667	



Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chateir)

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

SOLICITA : BACH. PEREZ JARAMILLO EDWIN EDUARDO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS)
 DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHAS DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 MATERIAL : 84%CEMENTO + CONCHA DE ABANICO 12% + CENIZA DE PIEDRA DE CARBON 4%
 FECHA : 04/06/2020

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	19.50	19.50
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	19.50	19.50
PESO ESPECIFICO	3.282	3.282
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	3.282	



Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENTAL

SOLICITA : PEREZ IARAMILLO EDWIN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHA DE ABANICO (ARGOPECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 04/06/2020

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
Nº	ELEMENTO	INICIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	PATRON	01/03/2020 8:00	04/03/2020 8:00	72	25.30	22.15
	Dia - 28					
02	PATRON	04/03/2020 8:00	07/03/2020 1:00	72	19.00	
	Dia - 28					

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNE-83309-1990
 NCh 2262 OB97

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LÍNEA MESTRADO DE TESIS / Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ENSAYO DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DE AGUA BAJO PRESION-EXPERIMENTAL

SOLICITA : PEREZ IARAMILLO EDWIN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE UN CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZAS DE PIEDRA DE CARBON (COAL STONE) Y POLVO DE CONCHA DE ARANICO (ARGOPLECTEN PURPURATUS)
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 04/06/2020

TESTIGO		ENSAYO PENETRACION DE AGUA			PROF. PENETRAC. MAX.	P. P. PROMEDIO
Nº	ELEMENTO	ENCIO	TERMINO	HORAS	mm	mm
01	EXPERIMENTAL 16% Día - 28	08/03/2020 8:00	011/03/2020 8:00	72	33.30	36.20
02	EXPERIMENTAL 16% Día - 28	11/03/2020 8:00	14/03/2020 8:00	72	39.10	

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de UNE-83309-1990
 NCh 2262-08/97
 OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados por los Alumnos del Curso


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lic. Inca Garcilaso de la Vega / Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ANEXO N°2

ANALISIS TERMICO

DIFERENCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 28 de enero del 2020

INFORME N° 205 - ENE-20

Solicitante: Pérez Jaramillo Edwin E. – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

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

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-205S	45.8 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Mx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 1000 °C.
- Masa de muestra analizada: 45.8 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



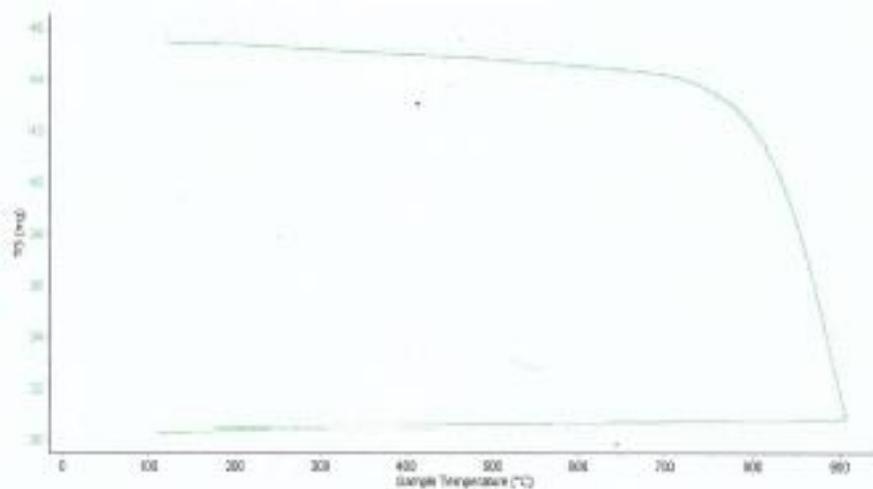


Trujillo, 28 de enero del 2020

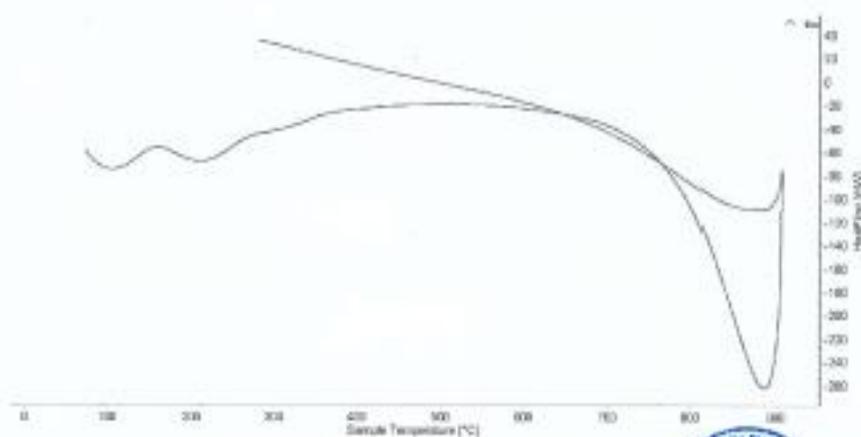
INFORME N° 205 - ENE-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATU



[Handwritten signature]



Trujillo, 28 de enero del 2020

INFORME N° 205 - ENE-20

5. CONCLUSION:

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

Trujillo, 28 de enero del 2020



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



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 28 de enero del 2020

INFORME N° 205 - ENE-20

Solicitante: Pérez Jaramillo Edwin Eduardo – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Piedra de carbón (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PC-202S	31 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: 31 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa



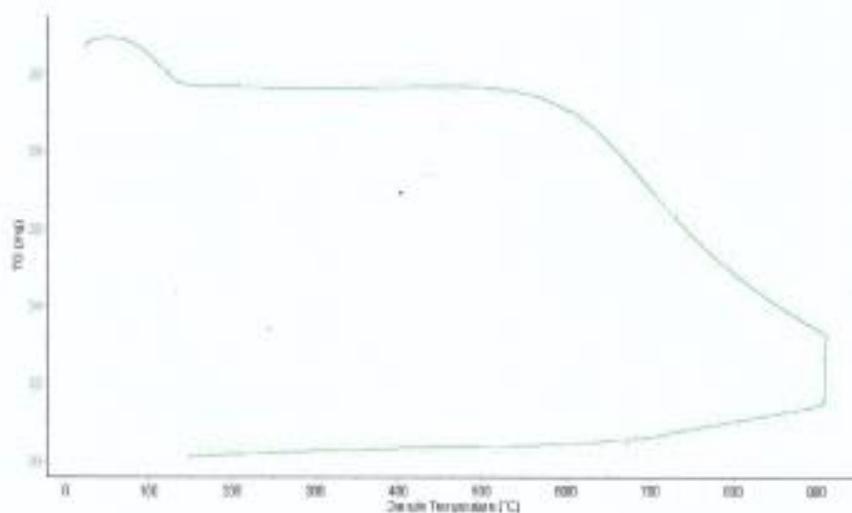


Trujillo, 28 de enero del 2020

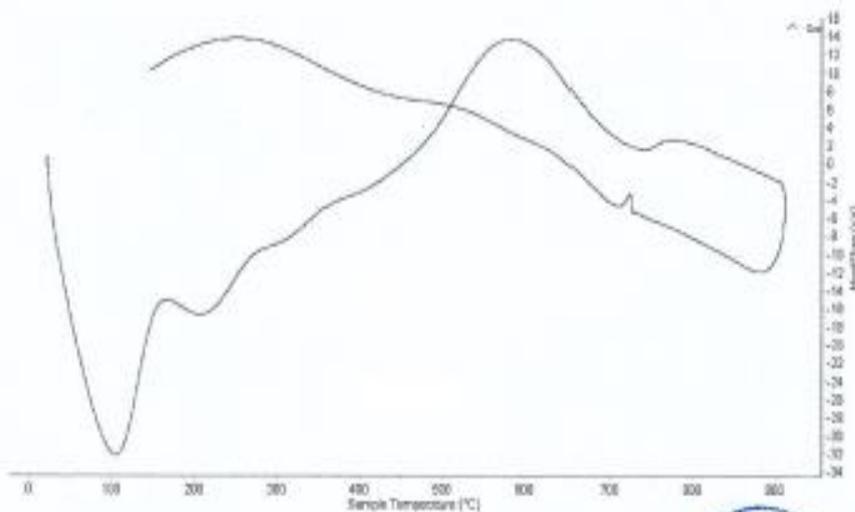
INFORME N° 205 - ENE-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica DSC





UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 28 de enero del 2020

INFORME N° 205 - ENE-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra un ligero descenso como consecuencia de su pérdida de masa frente a la temperatura, en el rango entre 80 y 120°C. Posteriormente se evidencia otra pérdida de masa, más intensa, entre 550 y 900°C, llegando a perder un total de aproximadamente 24% de su masa inicial en el rango de temperatura estudiado.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra un pico endotérmico a aproximadamente 100°C, otra de menor intensidad a 210°C, un pico exotérmico a 600°C y finalmente una pequeña banda endotérmica alrededor de 730°C, todos ellos podrían indicar cambios de fase y cambio en las propiedades del material.

Trujillo, 28 de enero del 2020




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

ANEXO N°3

COMPOSICION QUIMICA DE LOS MATERIALES



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°134-LAQ/2020

Análisis de una muestra de cenizas de piedra de carbón por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas de piedra de carbón a pedido del Sr. **Pérez Jaranillo, Edwin Eduardo**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresion y Permeabilidad Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Piedra de Carbon y Polvo de Conchas de Abanico”

La muestra proviene de la Minera “La Limeña” y había sido previamente calcinada 700°C por 3 h; está en la forma de grano fino de color negro.

Arreglo experimental

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4460 cts/s.

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

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de cenizas de piedra de carbón. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mucho menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por carbonatos y compuestos de Na y Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de piedra de carbón en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	7.832	23.924
SiO ₂	18.875	57.659
SO ₂	1.723	5.263
ClO ₂	0.063	0.192
K ₂ O	0.969	2.969
CaO	0.539	1.645
TiO	0.648	1.979
Cr ₂ O ₃	0.047	0.144
MnO	0.014	0.044
Fe ₂ O ₃	1.970	6.018
NiO	0.004	0.013
CuO	0.006	0.017
ZnO	0.010	0.032
As ₂ O ₃	0.006	0.019
SrO	0.009	0.027
Y ₂ O ₃	0.005	0.014
ZrO ₂	0.016	0.050
Total	32.736	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría



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

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 04 de Febrero del 2020



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°132-LAQ/2020

Análisis de ceniza de conchas de abanico por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de concha de abanico a pedido del Sr. **Pérez Jaramillo, Edwin Eduardo**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresion y Permeabilidad Sustituyendo al Cemento por Cenizas de Piedra de Carbon y Polvo de Conchas de Abanico”

La muestra fue previamente calcinada a 890°C por 3 h y 30 min y está en la forma de grano fino de color blanco.

Arreglo experimental

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4460 cts/s.

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

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

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

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

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de conchas de abanico. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo X.



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es algo menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de conchas de abanico en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	3.899	4.134
SiO ₂	0.657	0.697
P ₂ O ₅	0.947	1.004
SO ₂	0.485	0.514
ClO ₂	0.118	0.125
K ₂ O	0.117	0.124
CaO	87.810	93.102
TiO	0.011	0.012
MnO	0.002	0.002
Fe ₂ O ₃	0.007	0.008
Ni ₂ O ₃	0.006	0.007
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.010	0.011
SrO	0.240	0.255
Total	94.316	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

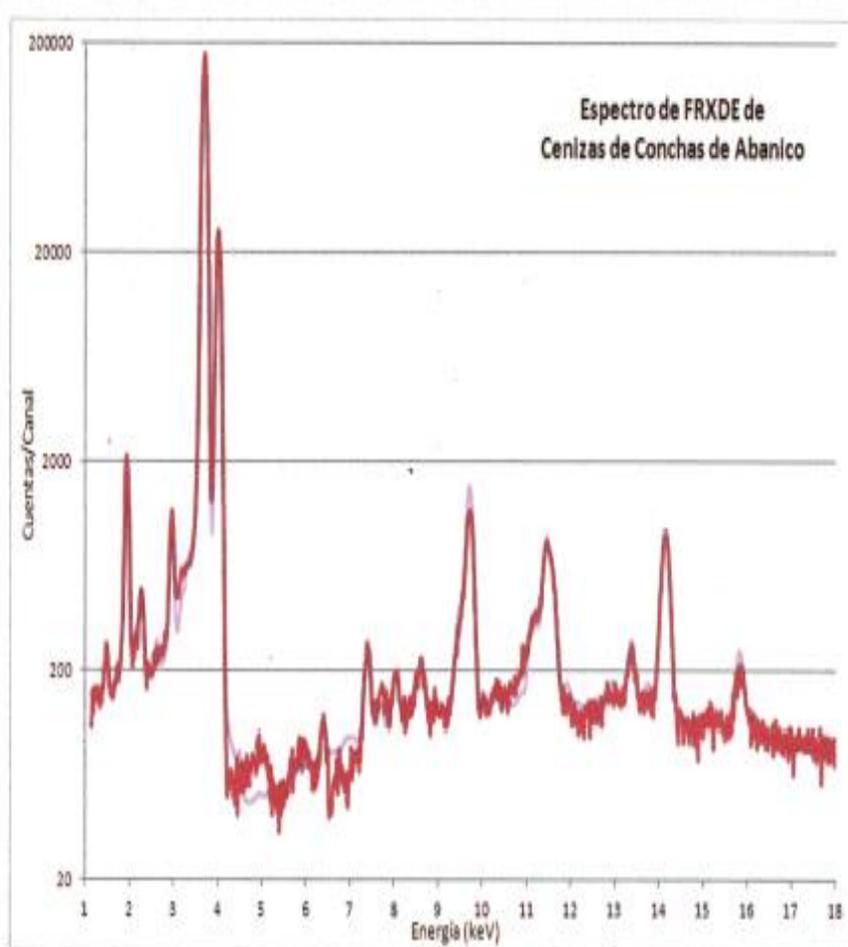


Figura 1. Espectro de FRXDE de cenizas de conchas de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos

Laboratorio de Arqueometría



ANEXO N°4

ALCALINIDAD DE LOS MATERIALES



**CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES**

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20200210-014

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR	: EDWIN EDUARDO PEREZ JEREMILLO
DIRECCIÓN	: Jr. Cajamarca Mz. B Lote 38 Miraflores Alto 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	: 03 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2020-02-10
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2020-02-10
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO	: 2020-02-10
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS	: Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI	: SS 200210-12

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CONCHA DE ABANICO	12,90
PIEDRA DE CARBON	13,03
CONCHA DE ABANICO 4% + PIEDRA DE CARBON 12% + CEMENTO 84%	13,02

METODOLOGÍA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

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 Dirimencia 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 negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 11 del 2020.

GVR/jms


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios

ANEXO N°5

PANEL

FOTOGRAFICO

EXTRACCION DE LOS AGREGADOS:

AGREGADO FINO:



FIGURA 6: RECOLECCION DEL AGREGADO FINO (PAG. 73)

AGREGADO GRUESO:



FIGURA 7: RECOLECCION DEL AGREGADO GRUESO (PAG.

73)

TRATAMIENTO DE LOS MATERIALES:

CONCHA DE ABANICO:



FIGURA 8: ADQUISICION DE LAS CONCHAS DE ABANICO

(PAG. 73)



FIGURA 9: LIMPIEZA DE LAS CONCHAS DE ABANICO (PAG.

73)

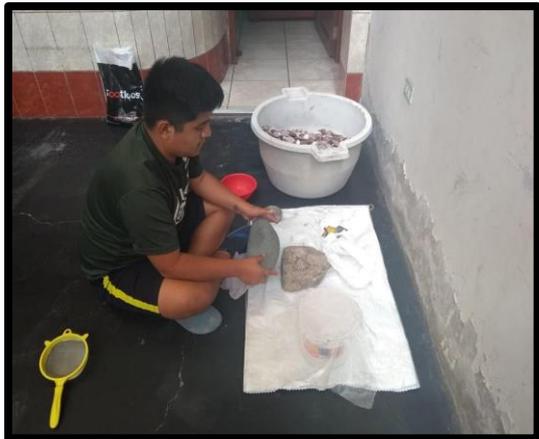


FIGURA 10: TRITURACION DE LAS CONCHAS DE ABANICO

(PAG. 74)



FIGURA 11: CALCINACION DE LAS CONCHAS DE ABANICO

(PAG. 74)

PIEDRA DE CARBON:**FIGURA 12: ADQUISICION DE LA PIEDRA DE CARBON (PAG.**

74)

**FIGURA 13: CALCINACION DE LA PIEDRA DE CARBON (PAG.**

74)

ENSAYO DE LOS AGREGADOS:

AGREGADO FINO:

PESO UNITARIO SUELTO:



FIGURA 14: LA ARENA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA SIN COMPACTAR, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA

PESO UNITARIO COMPACTADO:



FIGURA 15: LA ARENA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA COMPACTANDO Y CHUCEANDO EN TRES CAPAS IGUALES, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA

CONTENIDO DE HUMEDAD:

**FIGURA 16: LA ARENA SE DEJA SECAR EN EL HORNO O EN
LA COCINA**

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION:

FIGURA 17: LAVADO DE LA ARENA



**FIGURA 18: LUEGO SE PASA A SECAR LA ARENA Y
POSTERIORMENTE REALIZAR LOS ENSAYOS CON LA FIOLA Y
TOMAR SU PESO**

GRANULOMETRIA:



**FIGURA 19: DEL CUARTEO REALIZADO SE TOMA UNA
MUESTRA DE ARENA Y SE PASA A REALIZAR LA
GRANULOMETRÍA, TOMANDO LOS PESOS RETENIDOS EN
CADA MALLA**

AGREGADO GRUESO:**PESO UNITARIO SUELTO:**

FIGURA 20: LA PIEDRA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA SIN COMPACTAR, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA

PESO UNITARIO COMPACTADO:

FIGURA 21: LA PIEDRA SE DEJA CAER A CIERTA ALTURA COMPACTANDO Y CHUCEANDO EN TRES CAPAS IGUALES, ENRASANDO Y PESANDO LA MUESTRA

CONTENIDO DE HUMEDAD:**FIGURA 22: LA PIEDRA SE DEJA SECAR EN EL HORNO****GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION:****FIGURA 23: LAVADO DE LA PIEDRA**

GRANULOMETRIA:

FIGURA 24: DEL CUARTEO REALIZADO SE TOMA UNA MUESTRA DE PIEDRA Y SE PASA A REALIZAR LA GRANULOMETRÍA, TOMANDO LOS PESOS RETENIDOS EN CADA MALLA

ELABORACION DE PROBETAS:

CONCRETO PATRON:

PESADO DE LOS AGREGADOS:



FIGURA 25: PESAJE DE LOS AGREGADOS

MEZCLADO:



FIGURA 26: MEZCLA DEL CONCRETO

SLUMP:**FIGURA 27: SLUMP 3.5" COMPROBADO POR EL INGENIERO****VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO DEL
CONCRETO:****FIGURA 28: SIGUIENDO TODOS LOS PASOS CONFORMES
POR EL INGENIERO**

DESENCOFRADO:**FIGURA 29: DESENCOFRADO AL DIA SIGUIENTE****CONCRETO EXPERIMENTAL:****PESADO DE LOS AGREGADOS:****FIGURA 30: PESAJE DE LOS AGREGADOS**

COMBINACION DE LAS MEZCLAS:

FIGURA 31: COMBINACIÓN DEL CEMENTO CON EL POLVO DE LA CONCHA DE ABANICO Y LAS CENIZAS DE PIEDRA DE CARBON

MEZCLADO:

FIGURA 32: MEZCLA DEL CONCRETO

SLUMP:**FIGURA 33: SLUMP 3.5" COMPROBADO POR EL INGENIERO****VACEADO, CHUCEADO Y ENRASADO DEL
CONCRETO:****FIGURA 34: LLENADO DE LAS PROBETAS
EXPERIMENTALES**

DESENCOFRADO:**FIGURA 35: DESENCOFRADO AL DIA SIGUIENTE****CURADO:****FIGURA 36: CURADO A LOS 7,14 Y 28 DIAS**

ENSAYO DE PERMEABILIDAD:



FIGURA 37: PROBETAS COLOCADAS EN EL EQUIPO DE PERMEABILIDAD



FIGURA 38: PROBETAS COLOCADAS DURANTE 3 DIAS



**FIGURA 39: ROTURA DE LA PROBETA, PARA COMPROBAR
SU HUMEDAD**



**FIGURA 40: MEDICION DE LA ABSORCION DEL AGUA EN EL
CONCRETO**

PESO ESPECÍFICO:**FIGURA 41: PESO ESPECÍFICO DE LA PIEDRA DE CARBON****FIGURA 42: PESO ESPECÍFICO DE LA CONCHA DE ABANICO**