

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**Resistencia a la compresión de un concreto $F'C=210$ kg/cm²
sustituyendo parcialmente al cemento por la combinación de
cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor

Janampa Alcántara, Grabiela Lucero

Asesor

Solar Jara, Miguel ([ID: 0000-0002-8661-418X](#))

Chimbote – Perú

2020

PALABRAS CLAVE

Tema	Resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología del Concreto

KEYWORDS

Theme	Resistance to compression
Speciality	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de investigación	Construcción y gestión de la construcción	
OCDE	Área	Ingeniería y tecnología
	Sub-área	Ingeniería civil
	Disciplina	Ingeniería de la construcción

TITULO

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO $F'C=210$ KG/CM²
SUSTITUYENDO PARCIALMENTE AL CONCRETO POR LA COMBINACION
DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBÚ.

RESUMEN

En esta investigación se ha determinado la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, mediante la sustitución parcial del cemento en 10% y 20% por la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú.

Mediante el Análisis Térmico Diferencial se logró determinar la temperatura de calcinación de las cenizas de concha de abanico a 890°C y las cenizas de ramas secas de bambú a 700°C

La metodología experimental de la investigación consistió en realizar mezclas de concreto para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , tomando 9 muestras de probetas patrón, 9 muestras sustituyendo el 10 % del cemento por la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú y 9 muestras sustituyendo el 20 % del cemento por la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú, para luego evaluar sus resistencias a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días

Los resultados obtenidos al sustituir al cemento en 10% y 20% en el diseño experimental, no llegaron a superar las probetas hechas con el diseño patrón en las diferentes edades, a excepción de la sustitución del 10 % de cemento a la de edad de 14 días, el cual logró tener un incremento del 4.18% con respecto al patrón.

ABSTRACT

In this investigation, the compressive strength of a concrete $F'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ has been determined by partially substituting 10% and 20% cement for the combination of shell fan and dry bamboo branches ashes.

Through it Differential Thermal Analysis it was possible to determine the calcination temperature of the shell fan ash at 890° C and the ash of dry bamboo branches at 700° C

The experimental methodology of the research consisted of making concrete mixtures for a compressive strength of 210 kg / cm^2 , taking 9 samples from standard specimens, 9 samples substituting 10% of the cement for the combination of shell fan and branches dried bamboo ashes and 9 samples substituting 20% of the cement for the combination of the Shell fan and dry bamboo branches ashes, to later evaluate its resistance to compression of the concrete at the ages of 7, 14 and 28 days

The results obtained when replacing cement in 10% and 20% in the experimental design, did not exceed the specimens made with the standard design in the different ages, except for the substitution of 10% cement at the age of 14 days, which managed to have an increase of 4.18% with respect to the pattern.

Índice general

PALABRAS CLAVE	i
KEYWORDS.....	i
LINEA DE INVESTIGACIÓN	i
TITULO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	19
RESULTADOS	21
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES.....	47
BIBLIOGRAFÍA	48
AGRADECIMIENTOS	50
ANEXOS	51

Indice de tablas

Tabla 1 Componentes del concreto.....	4
<i>Tabla 2</i> Componentes químicos principales del cemento	7
<i>Tabla 3</i> Porcentajes típicos de óxidos que intervienen en el cemento.....	7
<i>Tabla 4</i> Composición del cemento portland	8
Tabla 5 Composición química del polvo de concha de abanico del distrito de Casma	12
Tabla 6 Composición química de las hojas de bambú.....	16
Tabla 7 Variable Dependiente	16
Tabla 8 Variable Independiente	17
Tabla 9 Diseño completo al azar.....	19
<i>Tabla 10</i> Técnica e instrumento de recolección de información	20
Tabla 11 Calcinación de la ceniza de concha de abanico	25
Tabla 12 Calcinación de la ceniza de ramas secas de bambú	26
Tabla 13 Composición elemental de la concha de abanico	26
Tabla 14 Composición elemental de cenizas de Ramas secas de Bambú	27
Tabla 15 <i>Análisis de alcalinidad</i>	29
Tabla 16 <i>Peso específico</i>	29
Tabla 17 Propiedad físicas de los agregados para el concreto.....	30
Tabla 18 Cantidad de material para el diseño patrón $F'C=210\text{kg/cm}^2$	31
Tabla 19 Cantidad de material para el diseño experimental 10% $F'C=210\text{kg/cm}^2$...	31
Tabla 20 Cantidad de material para el diseño experimental 20% $F'C=210\text{kg/cm}^2$...	32
Tabla 21 Ensayo a la compresión del concreto patrón	33
Tabla 22 Ensayo a la compresión del concreto experimental 10%	35
Tabla 23 Ensayo a la compresión del concreto experimental 20%	38
Tabla 24 Resistencias promedio a la compresión axial a las edades de 7, 14 y 28 días, comparando las probetas patrón y los experimentales.....	40
Tabla 25 Resistencias a la compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento por una combinación de cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú según días de curado	42

Tabla 26 Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.	43
---	----

Índice de figuras

Figura 1: Concha de abanico (<i>Argopecten Purpuratus</i>)	12
Figura 2 Bambú (<i>Guadua angustifolia</i>).....	14
Figura 3: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico - Cenizas de conchas de abanico	21
Figura 4: Curva calorimétrica - Concha de abanico	22
Figura 5 Secuencia para obtener las cenizas de ramas de bambú.....	23
Figura 6: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de ramas de bambú	24
Figura 7: Curva calorimétrica - Ramas secas de bambú.....	24
Figura 8 Composición química ceniza conchas de abanico por FRXDE.	27
Figura 9 Composición química ceniza de ramas secas de bambú por FRXDE.....	28
Figura 10: Proporción de materiales según diseño de mezcla patrón.....	31
Figura 11: Proporción de materiales según diseño de mezcla experimental 10%	32
Figura 12: Proporción de materiales según diseño de mezcla experimental 20%	32
Figura 13: Representación de resistencia a la compresión de concreto patrón a los 7 días	33
Figura 14: Representación de resistencia de concreto patrón a los 14 días	34
Figura 15: Representación de resistencia de concreto patrón a los 28 días	34
Figura 16: Representación de resistencia promedio del concreto patrón	35
Figura 17: Representación de resistencia de concreto experimental 10% a los 7 días	36
Figura 18: Representación de resistencia de concreto experimental 10% a los 14 días	36
Figura 19: Representación de resistencia a la compresión de concreto experimental 10% a los 28 días	37
Figura 20: Representación de resistencia promedio del concreto experimental 10%	37
Figura 21: Representación de resistencia a la compresión de concreto experimental 20% a los 7 días	38

Figura 22: Representación de resistencia a la compresión de concreto experimental 20% a los 14 días	39
Figura 23: Representación de resistencia a la compresión de concreto experimental 20% a los 28 días	39
Figura 24: Representación de resistencia promedio del concreto experimental 20%	40
Figura 25: Representación de la resistencia de concreto patrón vs experimental 10% y 20%	41
Figura 26: Representación del porcentaje de resistencia promedio del concreto patrón vs experimental 10% y 20%.....	42
Figura 27 Tipos de corte	42
Figura 28 Tipos de fallas encontradas en las probetas patrón y experimentales	42

INTRODUCCIÓN

Dentro de los antecedentes revisados para el presente estudio, se hizo una ardua revisión de los diversos estudios a nivel local y mundial, por lo que se encontró que según el estudio de Julián, Segura y Jara (2015) determinaron la resistencia a la compresión de un concreto donde el cemento fue sustituido en porcentajes de 5%, 10% y 15%", utilizando como materiales de estudio a las hojas de bambú y las conchas de abanico en el cual las resistencias obtenidas en los tres porcentajes superaron al concreto patrón sin sustitución; apreciando que la mejor resistencia a la compresión fue en la sustitución del cemento en un 10% por las cenizas de hojas secas de bambú y en un 5% de sustitución para los residuos de las conchas de abanico, comprobándose así la actividad puzolánica de estos materiales por separado y que en un próximo paso sería investigarlos de forma combinada como un material compuesto. Así mismo, concluyeron que para disminuir la contaminación ambiental y a la vez reducir el costo en la construcción se podría hacer uso de algunos desechos calcáreos.

Por otro lado, Rios y Velásquez en su investigación manifiestan que la temperatura de calcinación así como el tiempo de calcinación son factores muy importantes para la determinación de carbonato de calcio y como este influye en la calidad del producto final, es por ello que su investigación concluye que el mayor porcentaje de CaCO_3 fue de 94,942% y a una temperatura optima de 600°C y que la calcinación de la valva de caracol se logró en un tiempo óptimo de 02 horas, llegando así a un máximo rendimiento de concentración del carbonato de calcio. (Rios y Velasquez, 2016)

Adewuyi, Kolapo y Oladokun (2013), sometieron a las cenizas producto de las hojas secas de bambú a una calcinación con una temperatura controlada de 800°C durante 2 horas, para evaluar las propiedades del concreto hechas con cenizas de hojas secas de bambú, para ello sustituyeron el cemento portland en 5%, 10%, 15%, 20% y 25%, obteniendo como resultados que el porcentaje óptimo para una sustitución con cenizas de hojas de bambú fue de 5% debido a la resistencia a la compresión y las consideraciones de absorción de agua, así mismo manifiesta que no es recomendable una sustitución mayor al 20% debido a la prueba de absorción de agua fue menor e igual a 0.5%

También analizó químicamente las cenizas de las hojas de bambú, donde encontró en su composición SiO₂ (51.99%), Al₂O₃ (10.10%) y Fe₂O₃ (6.85%) haciendo un total de 68.94%, que es ligeramente menor que el requisito mínimo de 70% de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales estándar (ASTM C618) para el uso de puzolanas calcinadas, pero afirmando que es muy probable que dichas proporciones aumenten a una mayor temperatura de calcinación.

Así mismo manifiesta que no es recomendable una sustitución mayor al 20% debido a la prueba de absorción de agua fue menor e igual a 0.5%.

Villar, Valencia, Santos, Savastano y Frías (2011) en su investigación sostiene que la calcinación de las hojas secas de bambú a la temperatura de 600°C por el periodo de 2 horas, cumplan con las condiciones adecuadas para alcanzar un material totalmente amorfo, así mismo tampoco hubo presencia de materiales cristalinos y en sus resultados se detectó que el tipo de ceniza que se obtuvo estaba compuesto de sílice, de manera completamente amorfa con una elevada actividad puzolánica.

Por otro lado Singh, Das y Dwivedi (2007) en su investigación manifiestan que la ceniza de hoja de bambú es un material puzolánico, donde la actividad puzolánica aumentó conforme el tiempo y la temperatura aumentaban, también hace referencia que al sustituir al cemento de forma parcial con las cenizas de hojas de bambú las propiedades de hidratación eran muy similares al de un diseño de mezcla con un cemento portland ordinario.

Según Sanjuán y Chinchón (2014) con el paso de los años se ha presentado un incremento en la producción del cemento portland hasta superar los 3600 millones de toneladas al anuales, todo esto debido a la alta demanda del concreto, así mismo la temperatura de producción puede llegar a oscilar entre los 1400 – 1500 °C generando una gran cantidad de CO₂; debido a la gran escala de producción de la industria del cemento provoca aumenten las emisiones de gases de efecto invernadero.

Según lo referido anteriormente se puede afirmar que la importancia de esta investigación se basa así como el de disminuir la contaminación ambiental también el

de reducir el costo del concreto debido a su alta demanda, aprovechando los recursos orgánicos que se encuentran como materia prima disponible y sin uso adecuado para obtener un nuevo material cementante que sustituya el uso del cemento portland en la elaboración de estructuras con resistencias adecuadas en edificaciones de calidad, de bajo costo, con las proporciones adecuadas.

La investigación entonces buscó aportar un material con características puzolánicas en base de materiales orgánicos como concha de abanico y las ramas secas del bambú, para sustituir porcentualmente al cemento en la elaboración del concreto.

Dado que la construcción impacta de modo relevante al medio ambiente porque requiere una alta demanda de inversión de recursos así como la demanda de viviendas de algunos sectores con menor ingreso y que va en aumento lo que en nuestra localidad de Chimbote sería el caso de las poblaciones nuevas y algunas zonas rurales en crecimiento, se optó por una solución más sostenible. Se investigó a las conchas de abanico y a las ramas secas del bambú los cuales eran desechados de forma desmedida, sin aprovechar las propiedades e ignorando los usos que se le puede dar en este sector.

Por lo tanto se planteó el siguiente problema:

¿Se obtendrá una resistencia similar a un concreto $F'C = \text{kg/cm}^2$ cuando se sustituye el cemento en un 10% y 20% por la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú?

De la bibliografía consultada se pudo revisar diversas definiciones que fueron útiles para el desarrollo de la investigación, tales como:

Concreto

El concreto según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), podemos definirlo básicamente como una mezcla entre los agregado fino y grueso, agua y cemento; formando una pasta como consecuencia de la reacción química que sucede cuando el cemento se combina con el agua, donde al momento de endurecerse se genera una masa parecida a la roca.

Componentes

El concreto viene a ser el resultado de una mezcla homogénea de varios elementos, cuatro componentes: Cemento, agua, agregados, aditivos y activos de aire como elemento pasivo según (Pasquel, 1998, pp.13).

Tabla 1
Componentes del concreto

Aire = 1% a 3%
Cemento = 7% a 15%
Agua = 15% a 22%
Agregados = 60% a 75%

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú (Pasquel, 1998, p. 13)

Trabajabilidad

“La facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación” (Abanto, 1996, p. 47).

Consistencia

Hablamos de la consistencia en el concreto cuando este depende especialmente del volumen de agua empleado y presentando cierto grado de humedecimiento (Abanto, 1996).

“El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asiento de la mezcla luego del desmoldeado” (Abanto, 1996, pp. 48).

Segregación

“Es un fenómeno perjudicial produciendo en el llenado capas arenosas, cangrejeras, etc. Donde mayormente los causan procesos inadecuados de manipulación y colocación” (Abanto, 1996, pp. 50).

Resistencia

Podemos definir a la resistencia como una capacidad de soportar cargas y esfuerzos, donde se comporta de manera más óptima en la compresión a comparación de la tracción, por las mismas propiedades que presenta el cemento. (Abanto, 1996, pp. 50).

Exudación

“El ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se presenta después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado” (Abanto, 1996, pp. 54).

También puede ser perjudicial para la mezcla de concreto donde la colocación de una capa sobre otra en la superficie de contacto podría causar una disminución en la resistencia por el aumento de la relación agua-cemento en dicha zona, y como consecuencia de esto puede dar como resultado un concreto poroso y no tan duradero (Abanto, 1996).

Durabilidad

EL concreto debe tener la capacidad de resistir a diversos tipos de climas, Abanto (1996) nos menciona que “Los agentes químicos, como ácidos inorgánicos, ácidos acéticos y carbónico y los sulfatos de calcio, sodio, magnesio, potasio, aluminio y hierro desintegran o dañan el concreto”(pp.57-58).

Hoy en día se han desarrollado diversos tipos de cemento resistentes a diversos climas así como también a los sulfatos que pueden dañar el concreto.

Impermeabilidad

Según Abanto (1996) “puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la

evaporación. La inclusión de aire y un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad” (pp. 58).

Factores que afectan la resistencia

Existen diversos factores que pueden afectar la resistencia del concreto, Abanto (1996) menciona que:

“**La relación agua/cemento (a/c)**, La relación a/c afecta la resistencia a la compresión de los concretos c/s aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

El contenido de cemento, la resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

El tipo de cemento, la rapidez de desarrollo de resistencia varía para los concretos hechos con diferentes tipos de cemento.

Las condiciones de curado, dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo” (pp. 52-53).

El cemento

Según Abanto (1996) sostiene que “es un producto de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo o en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida” (pp.15).

Fabricación del cemento portland

Para la fabricación del cemento se necesitan dos materiales principales que son la piedra caliza y arcilla (Abanto, 1996).

Además Abanto (1996) nos da unos alcances:

“Las materias primas, finalmente molidas e íntimamente mezcladas, se calientan hasta principio de la fusión (1400-1450°).

El Clinker parcialmente fundido y molido a polvo muy fino, es lo que constituye el cemento portland comercial. Durante la molienda se agrega una pequeña cantidad de yeso (3 ó 4%), para regular la fragua del cemento” (pp.15).

Componentes químicos principales del cemento

Según Pasquel (1998) “los componentes principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son” (pp.17)

Tabla 2

Componentes químicos principales del cemento

Componente químico	Procedencia Usual
Oxido de Calcio (CaO)	Rocas calizas.
Oxido de Sílice (SiO ₂)	Areniscas.
95% Oxido de Aluminio (AL ₂ O ₃)	Arcilla.
Oxido de Fierro(Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, Pirita.
Oxido de Magnesio, Sodio	
5% Potasio, Titanio, Azufre	Minerales varios
Fósforo y Manganeso	

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. (Pasquel, 1998, pp.17)

Tabla 3

Porcentajes típicos de óxidos que intervienen en el cemento

Oxido Componente	Porcentaje Típico	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: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. (Pasquel, 1998, pp.17)

Composicion del cemento

Abanto (1996) sostiene que “como el cemento es una mezcla de muchos compuestos, resulta impráctica su representación con un fórmula química. No obstante hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento”(pp.16)

Tabla 4

Composición del cemento portland

	Abreviación
a) Silicato tricálcico (3CaO.SiO ₂)	C3S
b) Silicato dicálcico (2CaO.SiO ₂)	C2S
c) Aluminio tricálcico (3CaO.Al ₂ O ₃)	C3A
d) Aluminio ferrita tricálcica (4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃)	C4AF

Fuente: Tecnología del concreto. (Abanto, 1996, pp.16).

“**El Silicato tricálcico (C3S)**. Es el que produce la alta resistencia inicial del cemento portland hidratado.

El Silicato dicálcico (C2S). Es el causante principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.

El aluminato tricálcico (C3A). El yeso agregado al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina con el C3A para controlar el tiempo de fraguado.

La aluminoferrita tricálcica (C4AF). Es semejante al C3A, porque se hidrata con rapidez y solo desarrolla baja resistencia”(Abanto, 1996, pp.16).

Características del cemento portland

Como características principales del cemento portland Abanto (1996) menciona que es “un polvo de color gris, más o menos verdoso. Se vende en bolsas de 42.5 kg. y 1 pie³ de capacidad. En casos que no se conozca el valor se considerará para el cemento un peso específico de 3.15”(pp. 16).

Tipos de cemento portland

Abanto (1996) detalla los diferentes tipos de cemento portland los cuales son:

Tipo I: Es el cemento destinado a obras de concreto en general.

Tipo II: Es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos

Tipo III: Es el cemento de alta resistencia inicial. Se desarrolla una resistencia en 3 días igual a la desarrollada en 28 días por concretos hechos con cemento tipo I o tipo II.

Tipo IV: Es el cemento del cual se requiere bajo calor de hidratación

Tipo V: Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a aguas con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar” (Abanto, 1996, pp. 17).

Fraguado y endurecimiento

La fragua se refiere a la pérdida de plasticidad que sufre la pasta de cemento y el endurecimiento es el desarrollo lento de la resistencia(Abanto, 1996).

Almacenamiento del cemento

Abanto (1996) precisa que “el cemento no debe estar guardado, sin usarse mucho tiempo, pues conforme avanza el tiempo va perdiendo resistencia, esto es válido para todos los tipos de cemento” (pp.18).

Relación agua/cemento

Es uno de los factores que influye en la resistencia del concreto, debido que al aumentar la relación agua/ cemento provoca que la resistencia disminuya, el cual se convierte en un parámetro ineludible en el diseño de mezclas (Pasquel, 1998, pp. 174)

Granulometría

La granulometría es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños, para lograr esto dichas partículas son tamizadas por una serie de mallas de aberturas conocidas y luego se procede a pesar los material retenido refiriéndolo en porcentajes con respecto al peso total (Pasquel, 1998, pp. 90)

Agregados

Según la NTP 400.011 (2008)“Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados” (pp.2). “Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto” (Rivva , 2000).

Agregado grueso

Según la NTP 400.037 (2002) “es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75mm (No 4) proveniente de la segregación natural o artificial de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la presente norma” (pp.6)

Agregado fino

“Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulg.)” ((NTP 400.037, 2002)

“La granulometría es la distribución por tamaños de las partículas de arena. Se determina por separación con una series de mallas normalizadas utilizadas y que las mallas que están normalizadas para este tipo de agregados son las N°4, 8, 16, 30, 50 y 100” (Abanto, 1996, pp. 24).

Catalizador

Es una sustancia, simple o compuesta, que incrementa o minimiza la velocidad a la que se produce una determinada reacción química. Este proceso recibe el nombre de catálisis. Los catalizadores pueden ser positivos, cuando aceleran la velocidad de reacción, o negativos, cuando desaceleran la velocidad de reacción. Al cambiar la velocidad de reacción no se alteran las condiciones de equilibrio, es decir, los catalizadores afectan por igual a la reacción directa y a la inversa. El catalizador aumenta la velocidad de la reacción química al reducir la energía del estado de transición y así disminuir la energía de activación y/o cambiando el mecanismo de la reacción. (Araujo, 2011)

Inhibidor

Es el encargado de reducir o disminuir la velocidad o rapidez de las reacciones químicas; es decir son sustancias que desaceleran la velocidad de las reacciones o que estas sean más lentas (Salazar, 2015)

Reactivo

Los reactivos, son elementos químicos que establecen una interacción con otras sustancias en el marco de una reacción química, generando una sustancia con propiedades diferentes que recibe el nombre de producto.

“Para que el fenómeno catalítico ocurra, es necesaria una interacción química entre el catalizador y el sistema reactivos-productos. Esta interacción no debe modificar la naturaleza química de catalizador a excepción de su superficie. Esto significa que la interacción entre el catalizador y el reactivo (o reactivos) se lleva a cabo en la superficie del catalizador y no involucra el interior del sólido”. (Araujo, 2011)

Conchas de Abanico

“*Argopecten purpuratus* (concha de abanico) es una especie bentónica que se alimenta de fitoplancton y habita los fondos arenosos y arenos fangosos, con presencia de algas y/o conchuela, hasta los 40 m de profundidad.

Su hábitat comprende la zona sub litoral, hasta los 200 m de la línea costera. Normalmente se encuentra entre los 2 y 30 metros de profundidad y ocasionalmente hasta los 40 metros. Puede alcanzar la talla comercial (65 mm de altura valvar), en un año o año y medio en condiciones normales y en seis meses a un año, en condiciones cálidas o evento El Niño. En este último caso, la distribución del recurso se amplía y se incrementan su disponibilidad y abundancia, principalmente en el periodo post Niño” (Garcia, 2011, pp 5).

“Los bancos naturales más importantes de concha de abanico de manera intermitente o fluctuante de acuerdo a las condiciones ambientales, se encuentran en la Bahía de Sechura, Isla Lobos de Tierra, Isla Blanca, Bahía de Samanco, Los Chimus, Las Salinas, Guaynuma, Tortugas, Bahía Independencia, Bahía de Paracas, Lagunillas, Isla San Lorenzo, Isla El Frontón, entre otros, en el caso de los bancos en la zona de Casma, actualmente con la más alta producción de concha de abanico en América Latina” (Mendo , Wolff , Carbajal , Gonzáles y Badjeck, 2008, pp. 101–114).



Figura 1: Concha de abanico (*Argopecten Purpuratus*)
 Fuente: <http://opromar.com/catalogo-especies/es/vieira-del-pacifico>

Según Coronación (2016), en los ensayos que realizó de Fluorescencia de Rayos Y (FRX) del polvo de concha de abanico, que obtuvo de la ciudad de Casma, señala que presenta un alto contenido de CaO:

Tabla 5
 Composición química del polvo de concha de abanico del distrito de Casma

Composición Química	%
---------------------	---

Oxido de Calcio (CaO)	99.597
Óxido de Estroncio (SrO)	0.344
Trióxido de Azufre (SO3)	0.059

Fuente: Resistencia a la Compresión de un Mortero Sustituyendo el Cemento por 5% de Cascara de Arroz y por 5% de Concha de Abanico (Coronacion,2016)

Bambú

Según el plan nacional de promoción del bambú del Ministerio de agricultura (2008): “A nivel mundial los bambúes están representados por más de 1250 especies, pertenecientes a 75 géneros, de la subfamilia Bambusoideae, de la familia Gramineae, distribuidos en todos los continentes con excepción de Europa; encontrándose principalmente en los países de clima tropical, subtropical; pero también en climas templados y fríos, desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm. Algunas especies soportan períodos relativamente largos de sequías y algunas temperaturas de hasta - 20° C.

En el Perú, aun cuando es necesario realizar estudios más profundos y detallados de identificación y caracterización de los bambúes leñosos, existen aproximadamente 50 a 56 especies de bambúes, siendo las formaciones más representativas de los géneros Guadua, Chusquea, Alounenia y Riphidocladum.

El desarrollo del bambú en el Perú se encuentra en su fase inicial, considerando que por ejemplo, importa por sobre las 100,000 TM entre pulpa de papel y papel periódico, siendo las plantaciones de bambú una alternativa de gran potencial, como ocurre en Brasil, el mayor productor de este material en la región.

Con el crecimiento acelerado de la industria de la construcción en el país se está produciendo el incrementado la demanda de materiales, tales como el ladrillo, y cemento, materiales que además de ser costosos, su producción requiere altas cantidades de energía y pueden ser reemplazados por el bambú, material de menor costo y propiedades físico mecánicas adecuadas para ser utilizado en construcciones sismo resistentes, saludables, permanentes y modernas.”(pp. 6-7).

Descripción de la Planta de Bambú

- “Raíces y Rizomas: los bambúes se caracterizan por tener raíces delgadas y fasciculadas, que se desarrollan sobre los rizomas que pueden ser monopodiales o simpodiales (Ejemplos: *Guadua angustifolia* y *Dendrocalamus asper*).
- Brotes: cubiertos de hojas caulinares de diversa forma, color, textura y tamaño, la mayoría de los cuales pueden ser utilizadas como alimento
- Tallos: la mayoría de los bambúes nativos y exóticos tienen tallos huecos de 1 a 20 cm de diámetro y 5 a 25 m de altura, pero algunos pueden ser sólidos, de colores, texturas, formas y diámetros variables, con nudos de características variadas. Los tallos laterales (ramas) nacen de los nudos del tallo principal, pudiendo ser simples o múltiples.
- Hojas: compuestas de folíolos de diversos tamaños, generalmente de color verde de intensidad variable, con alto contenido de flavonas, aminoácidos y micro elementos esenciales” (Ministerio de agricultura, 2008, pp8).



Figura 2 Bambú (*Guadua angustifolia*)

Fuente: Elaboración propia

Clima , Suelo y Propagación del bambú

Para que toda planta se desarrolle de manera correcta necesita tener un ambiente adecuado dependiendo de sus necesidades, en el caso de los bambúes se requiere un suelo húmedo y una temperatura cálida.

“La mayoría de los bambúes leñosos de importancia para la construcción e industrialización se desarrollan mejor en climas cálidos a templados, precipitación entre 1,270 a 4,050 mm por año, 80 a 90% de humedad relativa, desde el nivel del mar hasta los 2,800 msnm.

La mayor parte de los bambúes se desarrollan en suelo franco arenoso y suelo franco arcilloso y con buen drenaje; aún cuando, también se encuentran en los lechos húmedos de cursos de agua y suelos arenosos.

Los bambúes se propagan por semilla botánica o vegetativa, dependiendo de la especie y estado de desarrollo de la planta madre, siendo más rápido su propagación por semilla vegetativa, es decir por plántulas que se desarrollan de tallos enterrados, ramas, porciones de rizomas (principalmente las especies monopodiales) y por los denominados “chusquines”, que son plántulas que se desarrollan cerca de la planta madre, en períodos de estrés hídrico, que posteriormente son propagados vegetativamente. Este es el método más eficiente para las especies simpodiales, como es el caso de la *Guadua angustifolia*” (Ministerio de agricultura, 2008,pp10).

Composición química de la hoja de bambú

La composición química de la ceniza de la hoja de bambú fue estudiada por primera vez por Villar, Valencia, Santos, Savastano y Frías (2011) encontrando que prácticamente se comprende por sílice en concentraciones de alrededor de 80%, para calcinaciones de hoja de bambú a 600°C por dos horas.

Tabla 6
Composición química de las hojas de bambú

Composición química	Óxidos (%)
SiO ₂	80.4
Al ₂ O ₃	1.22
Fe ₂ O ₃	0.71
MgO	0.99
CaO	5.06
Na ₂ O	0.08
K ₂ O	1.33
SO ₃	1.07
P ₂ O ₅	0.56
MnO	0.20
ZnO	0.07
Perdida por calcinación	8.04

Fuente: (Villar, Valencia, Santos, Savastano y Frías, 2011)

Operacionalización de variable:

Variable Dependiente:

Como variable dependiente se tiene a la Resistencia a la compresión del concreto F'C=210Kg/cm², como se muestra en la Tabla 7:

Tabla 7
Variable Dependiente

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador
Resistencia a la compresión del concreto F'C=210kg/cm ² .	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento	La resistencia a la compresión del concreto se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Variable independiente:

Como variable independiente se tiene a la sustitución de ceniza de conchas de abanico y cenizas de ramas secas de bambú, como se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8
Variable Independiente

Variable	Definición Operacional	Indicador
Sustitución con ceniza de concha de abanico	Cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú:	Porcentaje 10%(5% de concha de abanico + 5% de ramas secas de bambú)
Sustitución con ceniza de ramas secas de bambú	Subproducto de calcinación con características puzolánicas.	20% (10% de concha de abanico + 10% de ramas secas de bambú)

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis

De acuerdo a lo mencionado, se formuló la siguiente hipótesis:

La sustitución parcial del cemento en 10% y 20% por la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú aumentará la resistencia a la compresión de un concreto convencional $F'C=210$ kg/cm².

Objetivo general

El objetivo general del presente estudio es: Determinar la resistencia a la compresión de un concreto $F'C= 210$ kg/cm², mediante la sustitución parcial del cemento en 10% y 20% por la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú.

Objetivos específicos

Determinar la temperatura de calcinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú, mediante el método de análisis térmico diferencial (ATD).

Determinar la composición química de conchas de abanico y ramas secas de bambú mediante el análisis de espectrometría de fluorescencia de rayos x.

Determinar el potencial hidrogeno (Ph) y peso específico (Pe) de los materiales y sus combinaciones.

Determinar la relación A/C de las probetas patrón y experimental.

Determinar, comparar las resistencias a la compresión del concreto patrón y experimentales a los 7,14 y 28 días y realizar una prueba estadística de la resistencia a la compresión y experimentales.

METODOLOGÍA

El tipo de investigación es aplicada, porque analizamos el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto como consecuencia de una sustitución parcial del cemento por la combinación de las cenizas de concha de abanico y las ramas secas de bambú en un 10% y 20%.

La investigación es de carácter experimental de nivel cuasi-experimental; por lo cual se propone estudiar una nueva mezcla de concreto sustituyendo parcialmente al cemento por la combinación de las cenizas de concha de abanico y las ramas secas de bambú en un 10% y 20%.

Comparamos dos grupos de trabajo, el concreto convencional y el concreto con la sustitución de las cenizas de conchas de abanico y ramas secas de bambú.

Siendo el esquema de investigación el siguiente:

Tabla 9
Diseño completo al azar

Edades de ensayo (Días)	Resistencia a la compresión de un concreto $F'C=210$ kg/cm ² sustituyendo parcialmente al cemento por la combinación de cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú.		
	Patrón	(5% CCA y 5% CRB)	(10% CCA y 10% CRB)
7			
14			
28			

Fuente: Elaboración propia

Para esta investigación se trabajó con 27 probetas de concreto $F'C= 210 \text{ kg/cm}^2$, con un diseño según el estándar de construcción establecido por las normas técnicas, distribuido de la siguiente manera:

Se realizaron 9 probetas por cada porcentaje de sustitución y el de control.

9 probetas de control (0% de sustitución)

9 probetas experimental (10% de sustitución)

9 probetas experimental (20% de sustitución)

Las hojas secas de bambú se recolectaron desde el pueblo de 14 incas, provincia del Santa y departamento de Ancash.

Las conchas de abanico se obtuvieron del mercado de peces “La Sirena” ubicado en el centro de Chimbote.

Los agregados para el diseño de las probetas se recolectaron en la cantera Rubén perteneciente al distrito de Chimbote

El cemento es del tipo I de la marca Pacasmayo.

Las técnicas e instrumentos de investigación utilizados son:

Tabla 10

Técnica e instrumento de recolección de información

Técnicas de recolección de información	Instrumento
Observación	Guía de observación
	Fichas técnicas de laboratorio
	de pruebas a realizar

Fuente: Elaboración propia

Sobre el procesamiento y análisis de la información, los datos fueron recolectados mediante el método de la experimentación, y para el procesamiento de los datos se usó una hoja de cálculo Excel. Así mismo la prueba de hipótesis se realizó con el método ANOVA (ANalysis Of VAriance).

RESULTADOS

Este capítulo presenta la información recogida a lo largo de la investigación de modo que se desarrollaran los objetivos específicos mencionados anteriormente.

Caracterización y Analisis Termico Diferencial de la ceniza de concha de abanico

Las Conchas de Abanico se obtuvieron del mercado de peces “La Sirena”, después se procedió a una limpieza del material lavando y limpiando con una escobilla luego secado al aire libre a temperatura ambiente. Se Realizó un análisis térmico a las conchas de abanico donde podemos observar que sufre cambios bruscos de temperatura a los 890° por un periodo de 2 horas. Con la información del ATD se procedió a calcinar las conchas de abanico en el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo a una temperatura de 890° por un periodo de 2 horas.

La concha de abanico fue sometida al ensayo de Análisis térmico diferencial (ATD), que permite verificar mediante una activación térmica, la temperatura y tiempo en que la muestra de ceniza tiene una reacción exotérmica, coincidente con la producción de puzolanas, para ello se procedió a moler una pequeña cantidad. Los ensayos realizados En el Análisis Termogravimétrico (TGA), se evaluó la pérdida de masa de acuerdo al tiempo y temperatura, se concluye que a la temperatura de seguridad para calcinar la concha de abanico es de 890° para la investigación

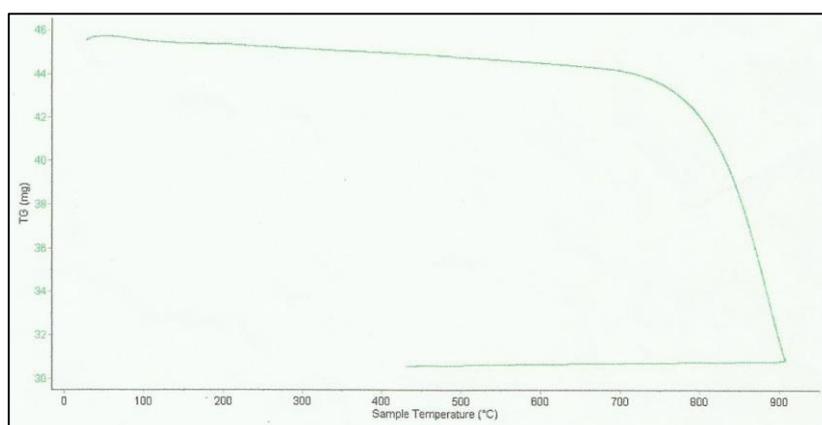
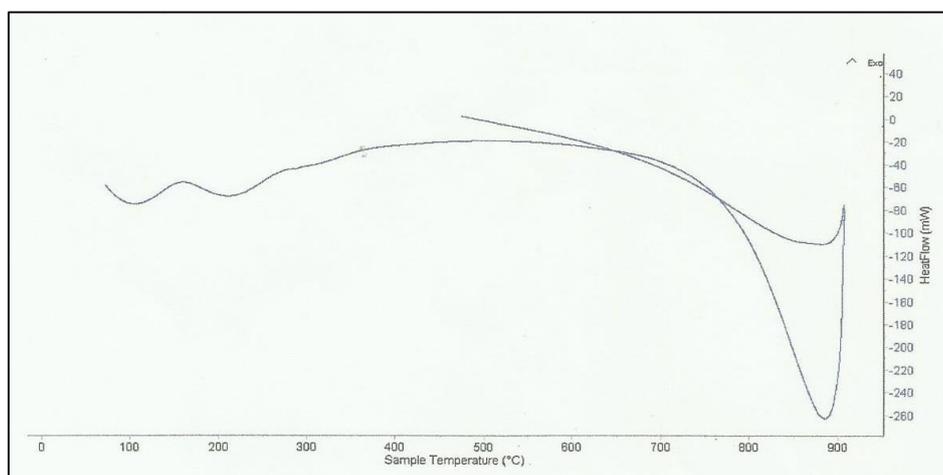


Figura 3: Curva de pérdida de masa - Análisis Termogravimétrico - Cenizas de conchas de abanico. El tiempo de calcinación de la muestra para esta investigación, fue de 2 horas según antecedentes. En el Análisis Térmico Diferencial (DTA), se mide las transiciones endo

y exotérmicas en función a la temperatura la curva muestra algunos picos endotérmicos a baja temperatura, las primeras a aproximadamente 110°C y 210°C y luego alcanza un pico de absorción térmica de 890°C.



En el quemado, se realizó el quemado en el horno mufla, a la temperatura de 890° y por espacio de 2 horas. Este paso se realiza para activar térmicamente la concha de abanico. Se efectuó el quemado en el horno de la Universidad Nacional de Trujillo, en la Facultad de ingeniería. Posteriormente del quemado se procede al enfriado, el cual se efectúa al aire libre fuera de la mufla. En el proceso de quemado la masa de concha de abanico disminuye en un 45%.

Siguiente al enfriado es tiempo de realizar el tamizado correspondiente para alcanzar el tamaño de partículas semejantes al cemento, del cual serán sustitutos, debido a que el tamaño de las partículas en su minoría no es adecuado, pues un tamaño menor influye en la reactividad de la ceniza, es decir cuanto más fina sea la ceniza será más reactiva. Pudieron ser tamizadas por la malla N° 200, alcanzando de esta manera tamaños menores a los 75µm.

Caracterización y Análisis Térmico Diferencial (ATD) de la ceniza de ramas secas de bambú

Para la caracterización de la ceniza de ramas secas de bambú por Análisis térmico diferencial (DTA), se realizó una secuencia, desde la obtención de las ramas, hasta la obtención de ceniza de las ramas secas de bambú en el pre - quemado, para poder determinarlo mediante el Análisis térmico diferencial (DTA), la temperatura y tiempos adecuados para realizar la calcinación de la ceniza de ramas secas de bambú, para que se obtengan las características puzolánico necesarias. La secuencia es la siguiente: Recolección, Pre-quemado, Análisis térmico diferencial, Quemado, Tamizado, Fluorescencia de Rayos X.

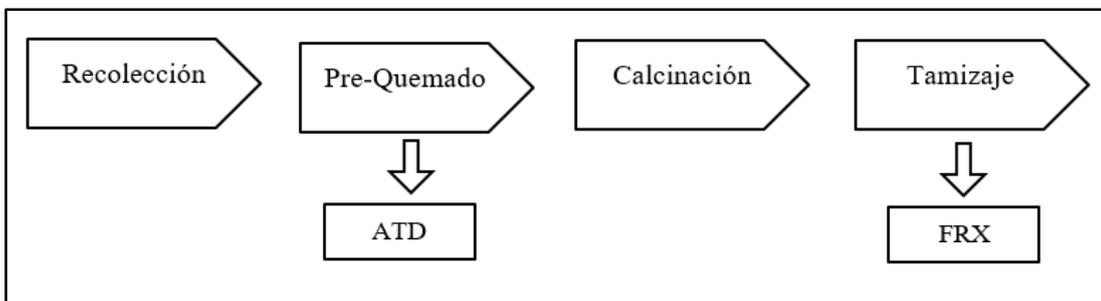


Figura 5 Secuencia para obtener las cenizas de ramas de bambú
Fuente: Elaboración propia

La Recolección de las ramas secas de bambú se puede dar, de manera directa, las ramas sobrantes del proceso de talado de bambú.

El Pre-quemado, se realizó previo al quemado, una disminución del volumen de las ramas, cortándola en menores tamaños, para poder quemar mayor cantidad de ella.

Las ramas secas de bambú fueron sometidas al ensayo de Análisis térmico diferencial (ATD), que permite verificar mediante una activación térmica, la temperatura y tiempo en que la muestra de ceniza tiene una reacción exotérmica, coincidente con la producción de puzolanas.

En el Análisis Termo gravimétrico (TGA), se evaluó la pérdida de masa de acuerdo al tiempo y temperatura, se concluye que a la temperatura de seguridad para calcinar las cenizas es de 700° para la investigación.

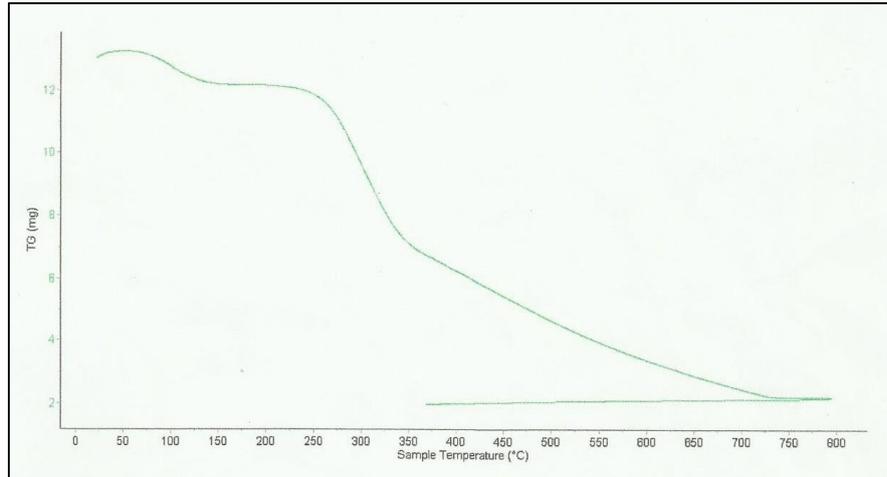


Figura 6: Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico de las cenizas de ramas de bambú (Laboratorio de polímeros –UNT)

El tiempo de calcinación de la muestra fue de acuerdo a los antecedentes es de 2 horas y por lo que se tomó dos horas para esta investigación. En el Análisis Térmico Diferencial (DTA), se mide las transiciones endo y exotérmicas en función a la temperatura la curva muestra algunos picos endotérmicos a baja temperatura, las primeras a aproximadamente 100°C y 210°C y otras a mayor temperatura, es decir a 370 y uno final a 730°C.

Luego de lo cual decae, lo que implica un cambio estructural de las cenizas, lo cual ya no es recomendable.

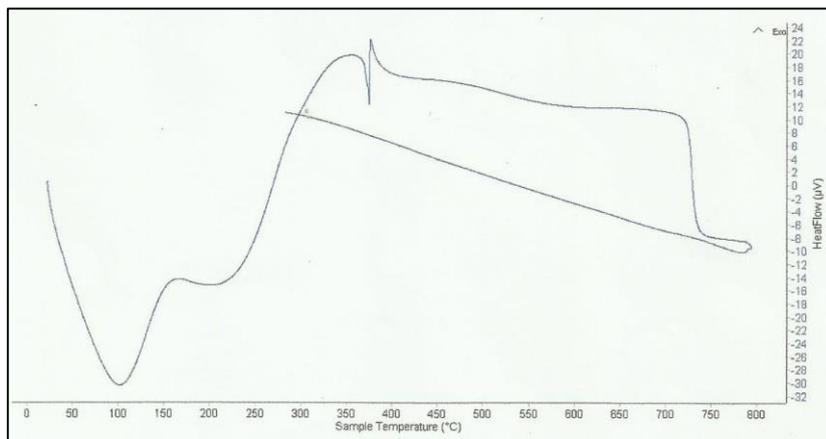


Figura 7: Curva calorimétrica - Ramas secas de bambú (Laboratorio de polímeros - UNT)

El quemado se realizó en el horno mufla, a la temperatura de 700° y por espacio de 2 horas. Este paso se realiza para activar térmicamente a la ceniza de ramas secas de bambú logra eliminar el carbono presente en el material y llevarlo a la formación de las fases vítreas.

Se efectuó el quemado en el horno de la Universidad Nacional de Trujillo, en la Facultad de ingeniería. Posteriormente del quemado se procede al enfriado, el cual se efectúa al aire libre fuera de la mufla. En el proceso de quemado la masa de la las ramas secas de bambú disminuye en un 31.1%.

Siguiente al enfriado es tiempo de realizar el tamizado correspondiente para alcanzar el tamaño de partículas semejantes al cemento, del cual serán sustitutos, debido a que el tamaño de las partículas en su minoría no es adecuado, pues un tamaño menor influye en la reactividad de la ceniza, es decir cuanto más fina sea la ceniza será más reactiva. Pudieron ser tamizadas por la malla N° 200, alcanzando de esta manera tamaños menores a los 75µm.

Calcinacion del material

Muestra: Ceniza de concha de abanico

Se calcinó la ceniza de concha de abanico a una temperatura de 890°C según el ATD y por un tiempo de 2 horas según los antecedentes presentados.

Tabla 11
Calcinación de la ceniza de concha de abanico

Peso antes de calcinado	Peso después de calcinado	Peso disminuido
11820 gr.	6505 gr.	5315 gr.

Disminuyo su peso en un 45% de su masa inicial.

Muestra: Ceniza de ramas secas de bambú

Se calcinó la ceniza de ramas secas de bambú a una temperatura de 700°C según ATD y por un tiempo de 2 horas según los antecedentes presentados.

Tabla 12
 Calcinación de la ceniza de ramas secas de bambú

Peso antes de calcinado	Peso después de calcinado	Peso disminuido
4615 gr.	3176 gr.	1439 gr.

Disminuyo su peso en un 31.1% de su masa inicial.

Fluorescencia de Rayos X de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú

La determinación de la composición de óxidos mediante el ensayo de Fluorescencia de Rayos X ensayo realizado en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en el Laboratorio de Arquimetría de la Facultad de Ciencia Físicas., se logró saber el contenido y porcentaje de óxidos de la muestra de ceniza de concha de abanico, los cuales se muestran en la Tabla 13:

Tabla 13
 Composición elemental de la concha de abanico

Óxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
Al ₂ O ₃	6.578	7.962
SiO ₂	6.448	7.805
P ₂ O ₅	2.209	2.674
SO ₂	1.287	1.534
ClO ₂	0.908	1.099
K ₂ O	2.111	2.556
CaO	61.841	74.860
TiO ₂	0.027	0.033
MnO	0.021	0.025
Fe ₂ O ₃	0.026	0.031
Ni ₂ O ₃	0.013	0.015
CuO	0.627	0.709
ZnO	0.356	0.432
SrO	0.083	0.100
BaO	0.095	0.116
Total	82.609	100.00

Fuente: Informe N°018-LAQ/2020 – Análisis FRXDE - Fac. Ciencias Físicas - UNMSM

De la Tabla 13 se obtuvieron resultados favorables con respecto a lo que es el óxido de calcio en la composición química semejante al cemento.

La composición de la ceniza de concha de abanico presenta 74.860% de Óxido de calcio, 7.805% de Óxido de Silicio, y 0.031% de Óxido de hierro, que colaboran en generar una buena resistencia.

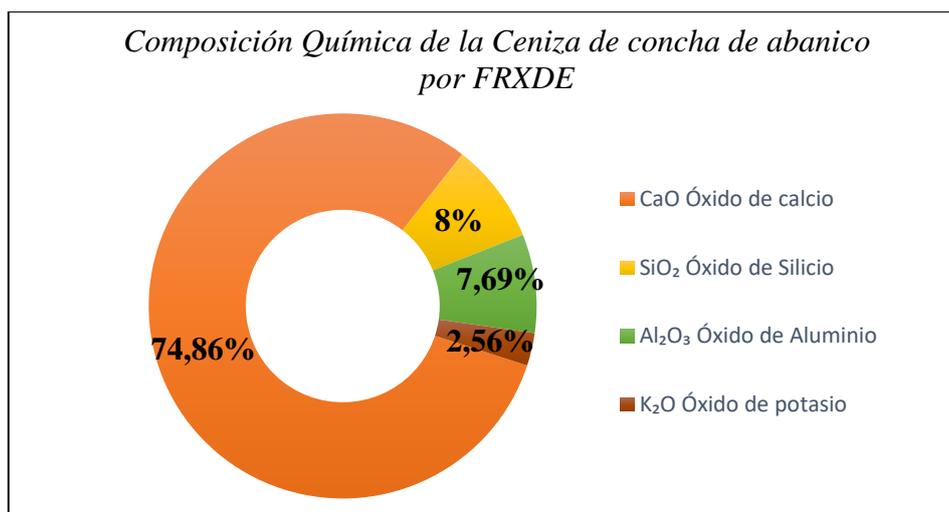


Figura 8 Composición química ceniza conchas de abanico por FRXDE. (Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional de San Marcos)

Así mismo se logró saber el contenido de óxidos de la muestra de ramas secas de bambú.

Tabla 14
Composición elemental de cenizas de Ramas secas de Bambú

Óxido	(% Óxidos)	(% Normalizado)
Al ₂ O ₃	14.253	13.837
SiO ₂	67.626	65.651
SO ₂	2.475	2.403
ClO ₂	3.706	3.598
K ₂ O	5.374	5.217
CaO	5.234	5.081
TiO ₂	0.250	0.253
V ₂ O ₃	0.013	0.012

Cr ₂ O ₃	0.009	0.009
MnO	0.101	0.098
Fe ₂ O ₃	3.053	2.954
CuO	0.510	0.496
ZnO	0.289	0.281
SrO	0.013	0.013
BaO	0.1088	0.085
Total	103.009	100.00

Fuente: Informe N°019-LAQ/2020 – Análisis FRXDE - Fac. Ciencias Físicas – UNMSM

De la Tabla 14 se obtuvieron resultados favorables con respecto a la composición química semejante al cemento.

La composición de la ceniza de ramas secas de bambú presenta 65.651% de Óxido de Silicio, 5.081% de Óxido de calcio y 2.954% de Óxido de hierro, que colaboran en generar una buena resistencia.

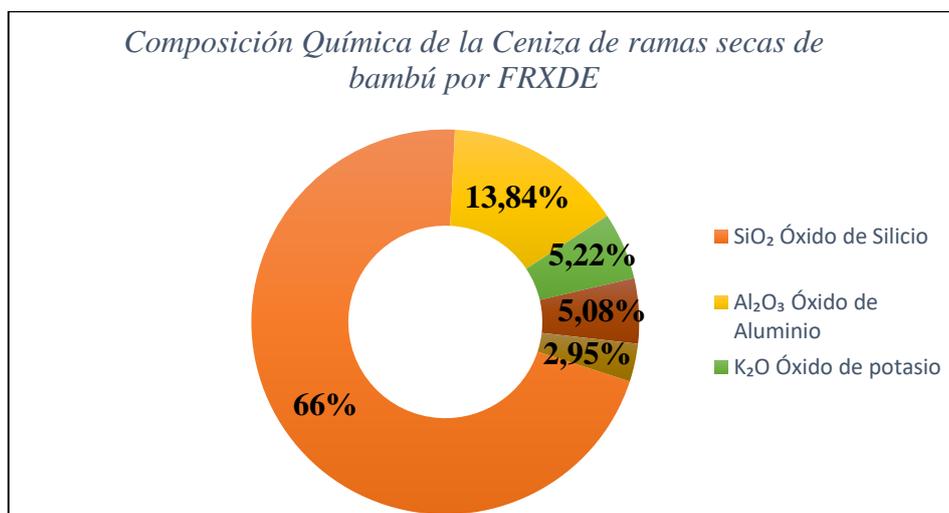


Figura 9 Composición química ceniza de ramas secas de bambú por FRXDE. (Laboratorio de Arqueometría de la Universidad Nacional de San Marcos)

La presencia un poco elevada de Óxido de Aluminio 13.837% puede interferir en el fraguado y falta de plasticidad, así como también afecta a la resistencia del concreto.

Potencial hidrógeno (Ph)

Tabla 15
Análisis de alcalinidad

Material	Ph
Cemento tipo I	12.77
Ceniza de concha de abanico	13.38
Ceniza de ramas secas de bambú	11.08
Sustitución de cemento en 10% por la combinación de cenizas de concha de abanico y de ramas secas de bambú	13.49
Sustitución de cemento en 20% por la combinación de cenizas de concha de abanico y de ramas secas de bambú	13.49

Fuente: Laboratorio de COLECBI S.A.C – Chimbote

Se concluye que las muestras son altamente alcalinas y que, al realizar la mezcla de ceniza de concha de abanico, ceniza de ramas secas de bambú y Cemento, se obtiene un pH de similar alcalinidad al del Cemento tipo I.

Peso específico

Tabla 16
Peso específico

Materiales	Peso(g)	Peso específico
Ceniza de concha de abanico 100%	64 gr.	3.23
Ceniza de ramas secas de bambú 100%	64gr.	3.06
Cemento 90% +5% Cenizas de concha de abanico + 5% ceniza de ramas de bambú	64gr.	3.17
Cemento 80% +10% Cenizas de concha de abanico + 10% ceniza de ramas de bambú	64gr.	2.91

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos USP – Chimbote

Según la Tabla 16 los materiales por separado y en combinación presentan un peso específico similar al del cemento.

Resultado de los diseños y proporciones para la mezcla de concreto

Se realizó el diseño de mezcla para una resistencia $F'C=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días, y se obtuvieron las proporciones de los agregados para el concreto convencional y los experimentales de 10% y 20%.

Tabla 17
Propiedad físicas de los agregados para el concreto

Materiales y ensayo	Resultado
Tipo de cemento	I
P. Específico del cemento	3.10
P. Especifico de 90% Cemento +5% Cenizas de concha de abanico + 5% ceniza de ramas de bambú	3.17
P. Especifico de 80% Cemento +10% Cenizas de concha de abanico + 10% ceniza de ramas de bambú	2.91
Peso Específico de masa de agregado fino	2.65
Peso unitario suelto de agregado fino	1627 kg/m ³
Peso unitario compactado de agregado fino	1804 kg/m ³
Contenido de humedad de agregado fino	0.45%
Absorción de agregado fino	0.94%
Módulo de fineza de agregado fino	2.72
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	¾"
Peso específico de masa del agregado grueso	2.85
Peso unitario suelto del agregado grueso	1457 kg/m ³
Peso unitario compactado del agregado grueso	1569 kg/m ³
Contenido de humedad del agregado grueso	0.56%
Absorción del agregado grueso	0.64%

Fuente: Ensayos realizados en el laboratorio de suelos de la USP

Tabla 18
Cantidad de material para el diseño patrón $F'C=210\text{kg/cm}^2$

Proporciones de agregado	Cantidad
Cemento	299.708 Kg/cm ³
Agregado fino	881.989 Kg/cm ³
Agregado grueso	994.047 Kg/cm ³
Agua	210.178 Kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia

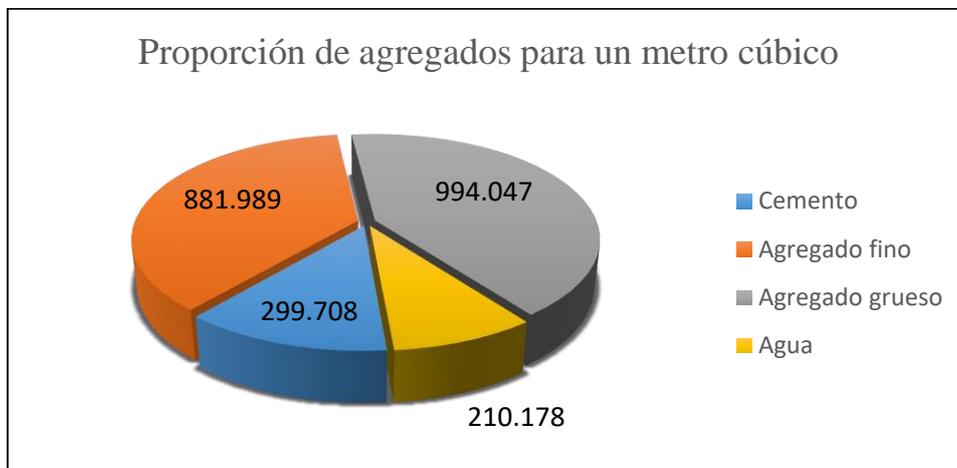


Figura 10: Proporción de materiales según diseño de mezcla patrón
Fuente: Elaboración propia

Tabla 19
Cantidad de material para el diseño experimental 10% $F'C=210\text{kg/cm}^2$

Proporciones de agregado	Cantidad
90% Cemento	269.74 Kg/cm ³
5% Cenizas de concha de abanico + 5% ceniza de ramas secas de bambú	29.971 Kg/cm ³
Agregado fino	881.99 Kg/cm ³
Agregado grueso	994.05 Kg/cm ³
Agua	210.18 Kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia

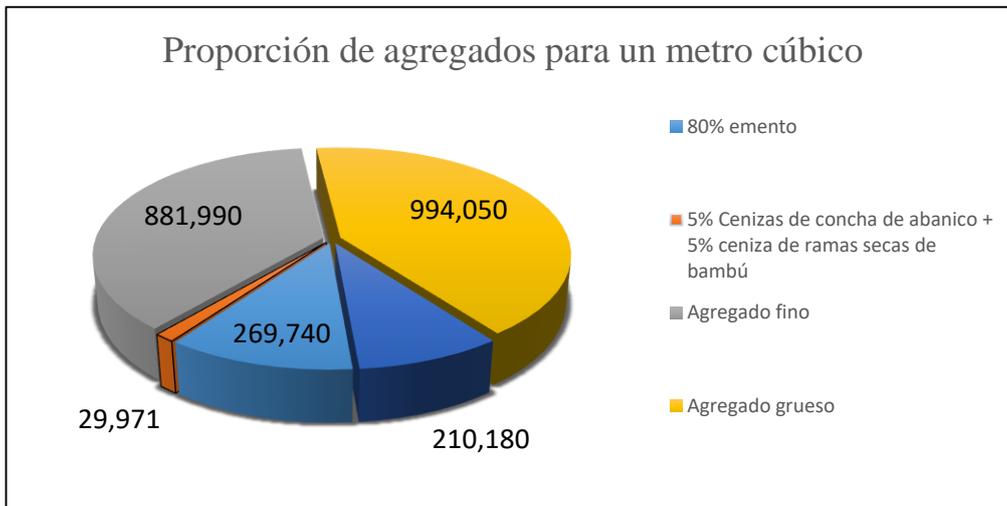


Figura 11: Proporción de materiales según diseño de mezcla experimental 10%
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Cantidad de material para el diseño experimental 20% F'C=210kg/cm²

Proporciones de agregado	Cantidad
80% Cemento	239.77 Kg/cm ³
10% Cenizas de concha de abanico + 10% ceniza de ramas secas de bambú	59.942 Kg/cm ³
Agregado fino	881.99 Kg/cm ³
Agregado grueso	994.05 Kg/cm ³
Agua	210.18 Kg/cm ³

Fuente: Elaboración propia

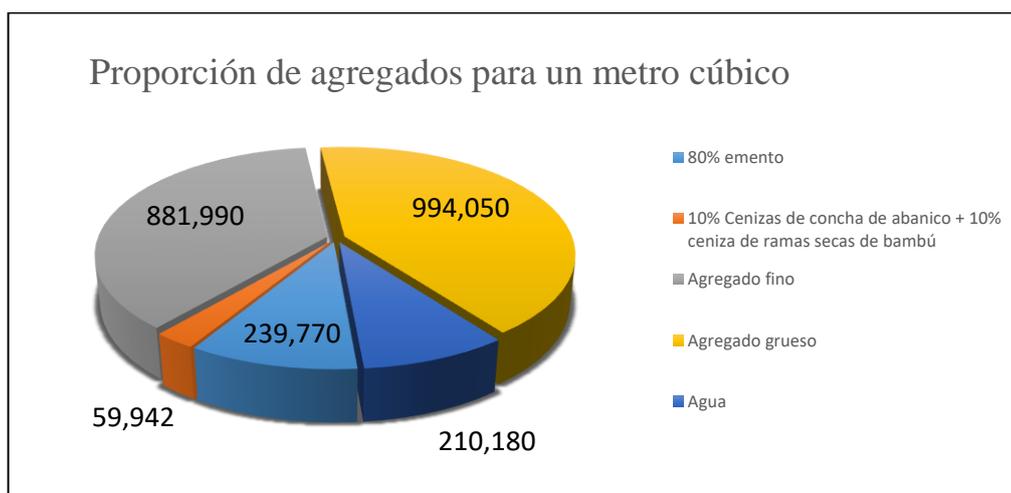


Figura 12: Proporción de materiales según diseño de mezcla experimental 20%
Fuente: Elaboración propia

Ensayos de resistencia a la compresión

Tabla 21
Ensayo a la compresión del concreto patrón

N° de muestra	Edad (días)	Peso	Diam.(Ø)	Carga	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)	% Prom.
P1	7	13.65	15,30	31800	172,96	169,32	80,63
P2		13.70	15,29	31430	171,17		
P3		13.70	15,30	30120	163,83		
P4	14	13.60	15,20	32900	181,31	182,51	86,91
P5		13.80	15,16	32780	181,60		
P6		13.55	15,15	33280	184,62		
P7	28	13.70	15,17	39890	220,70	219,79	104,66
P8		13.65	15,15	39130	217,07		
P9		13.50	15,20	40210	221,59		

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – USP

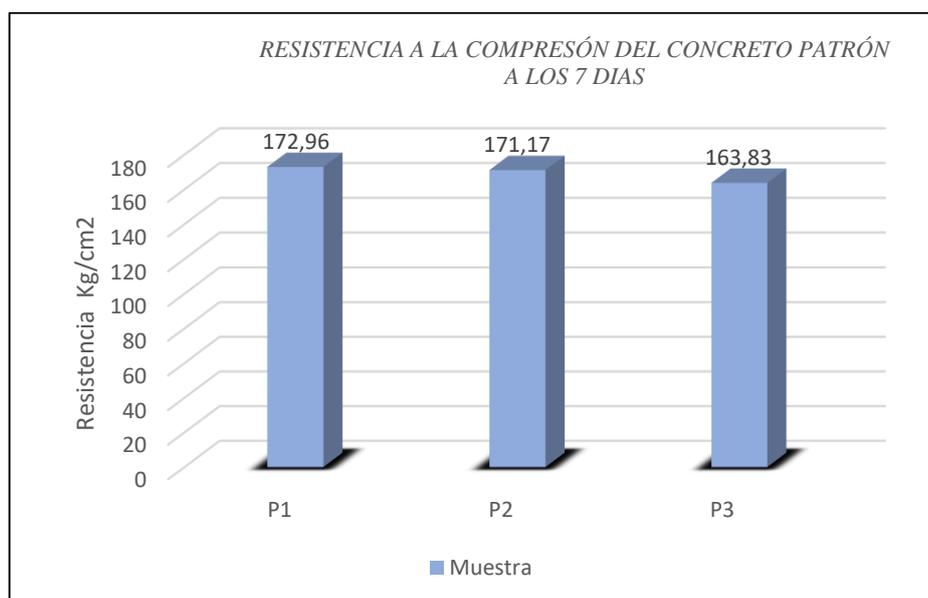


Figura 13: Representación de resistencia de concreto patrón a los 7 días
Fuente: Elaboración propia

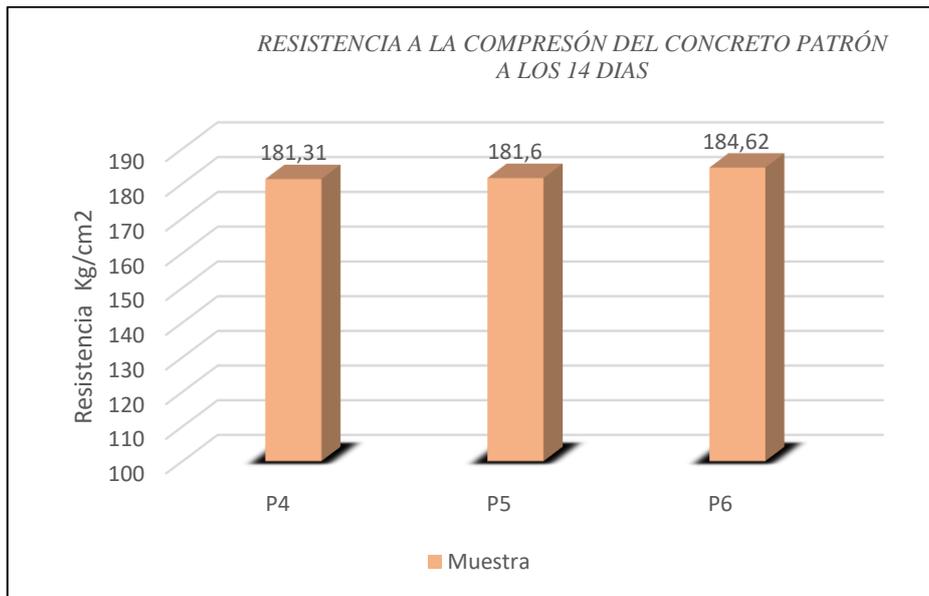


Figura 14: Representación de resistencia de concreto patrón a los 14 días
Fuente: Elaboración propia

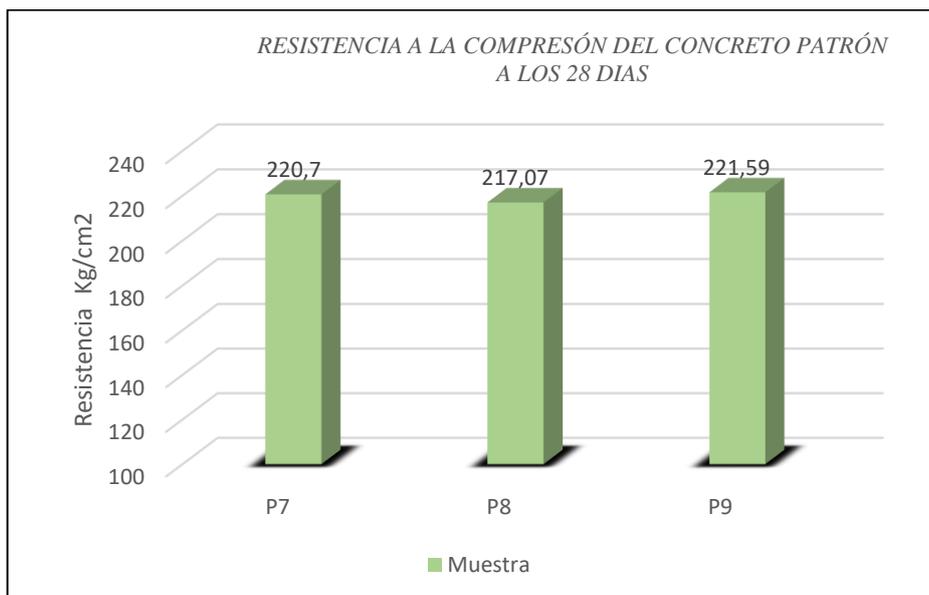


Figura 15: Representación de resistencia de concreto patrón a los 28 días
Fuente: Elaboración propia

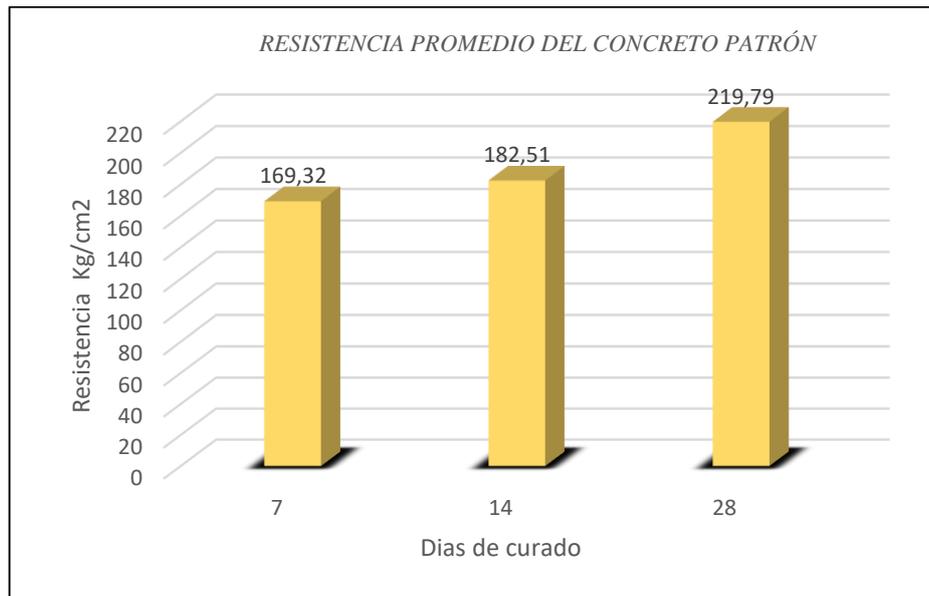


Figura 16: Representación de resistencia promedio del concreto patrón
Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión de las probetas patrón, muestra a que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 169.32 kg/cm² y a los 14 y 28 días incrementó a 182.51 kg/cm² y 219.79 kg/cm² respectivamente.

Tabla 22
Ensayo a la compresión del concreto experimental 10%

Nº de muestra	Edad (días)	Peso	Diam.(Ø)	Carga	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)	% Prom.
E1		13,55	15,16	25910	143,48		
E2	7	13,70	15,17	25910	143,35	145,74	69,40
E3		13,75	15,17	27180	150,38		
E4		13,50	15,15	34520	191,49		
E5	14	13,60	15,20	35200	193,98	191,28	91,09
E6		13,50	15,35	34860	188,37		
E7		13,65	15,20	38280	210,96		
E8	28	13,75	15,18	39400	217,70	214,22	102,01
E9		13,65	15,19	38780	213,99		

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – USP

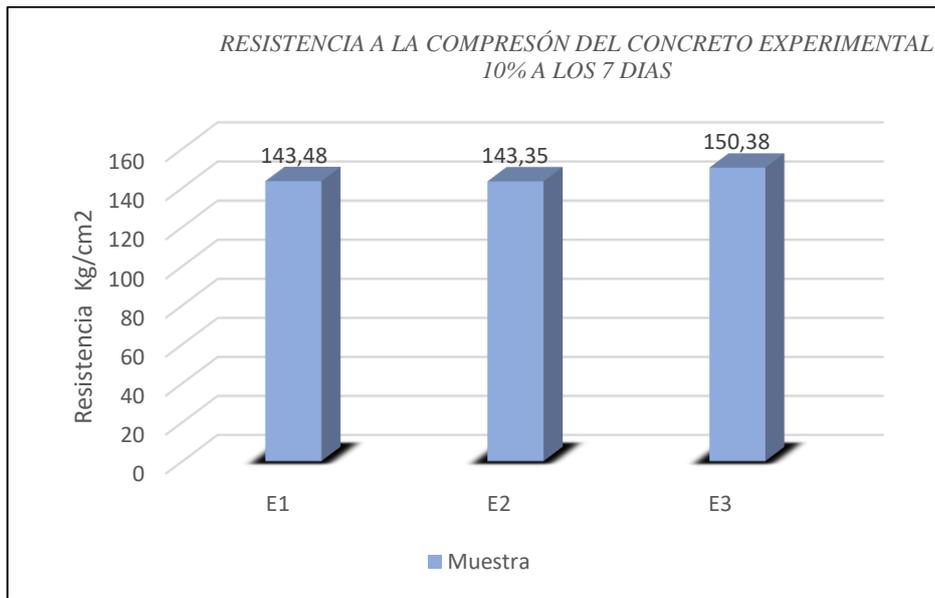


Figura 17: Representación de resistencia de concreto experimental 10% a los 7 días
Fuente: Elaboración propia

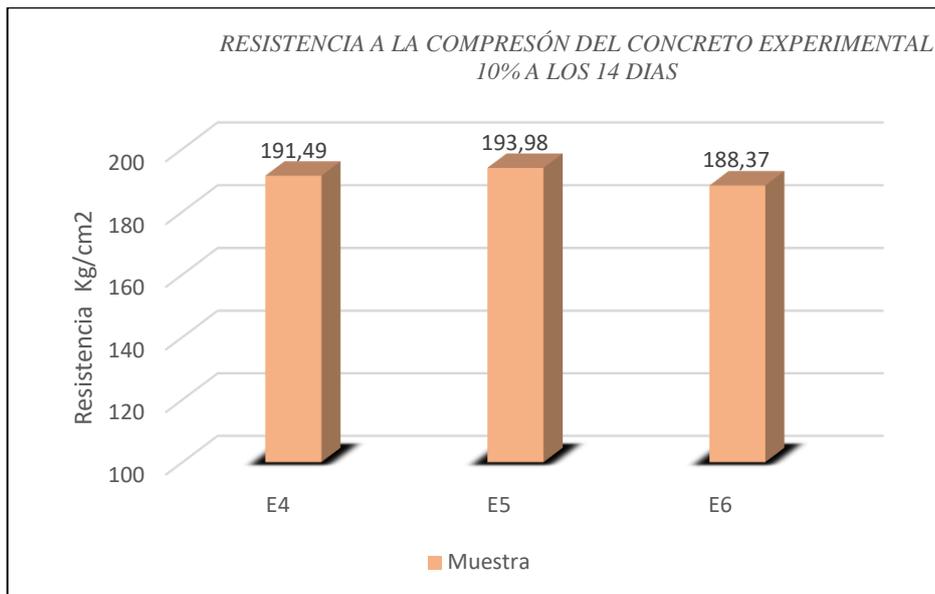


Figura 18: Representación de resistencia de concreto experimental 10% a los 14 días
Fuente: Elaboración propia

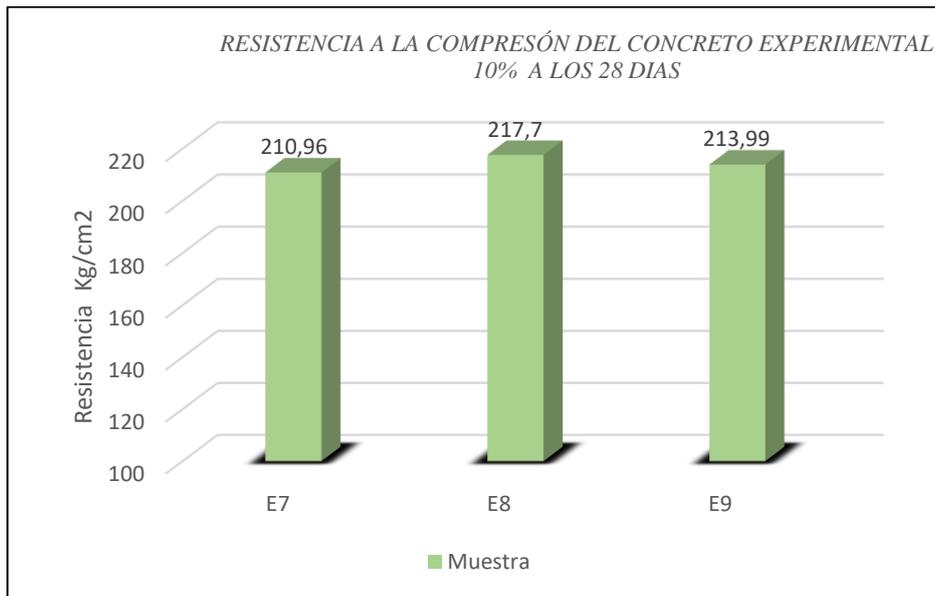


Figura 19: Representación de resistencia de concreto experimental 10% a los 28 días
Fuente: Elaboración propia

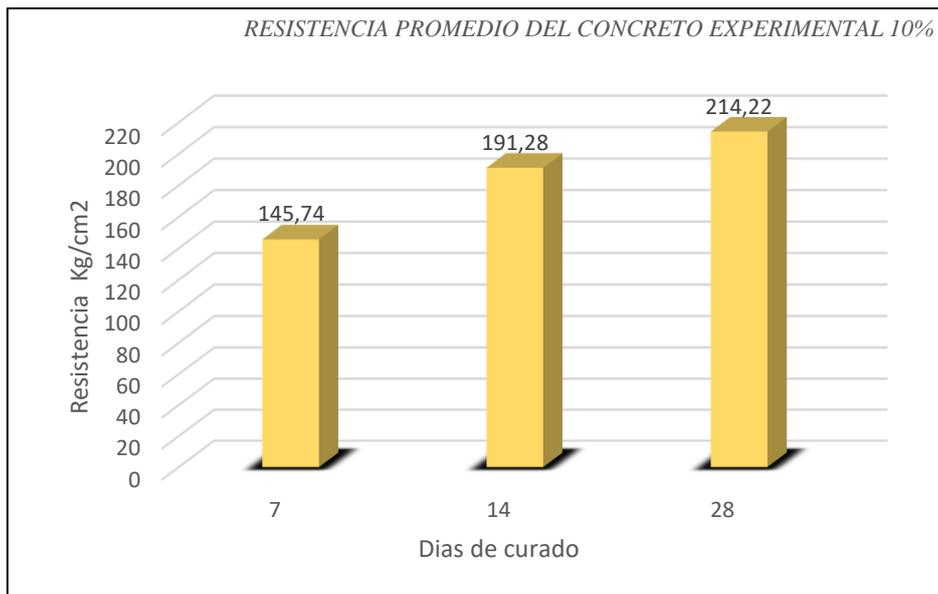


Figura 20: Representación de resistencia promedio del concreto experimental 10%
Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión de las probetas experimental 10%, muestra a que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 145.74 kg/cm² y a los 14 y 28 días incrementó a 191.28 kg/cm² y 214.22 kg/cm² respectivamente.

Tabla 23
 Ensayo a la compresión del concreto experimental 20%

N° de muestra	Edad (días)	Peso	Diam.(Ø)	Carga	F'c (kg/cm ²)	F'c Prom. (kg/cm ²)	% Prom.
E1		13,50	15,30	28860	156,97		
E2	7	13.50	15,29	30940	168,51	162,97	77,61
E3		13.45	15,30	30050	163,44		
E4		13.50	15,16	31540	174,73		
E5	14	13.70	15,15	30350	168,36	171,11	81,48
E6		13.55	15,15	30690	170,25		
E7		13,45	15,20	36520	201,26		
E8	28	13,50	15,25	37560	205,63	205,96	98,08
E9		13,50	15,23	38440	211,00		

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos – USP

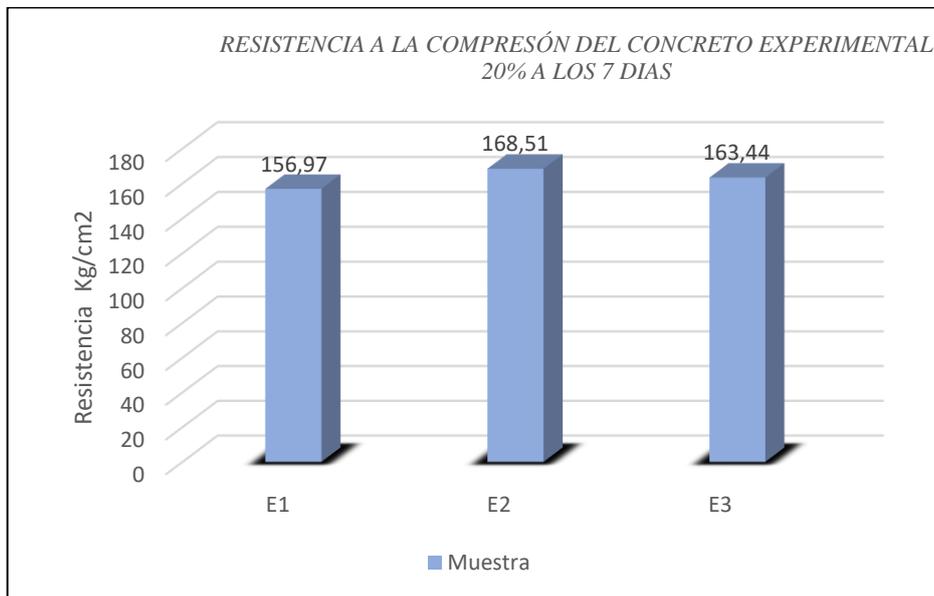


Figura 21: Representación de resistencia de concreto experimental 20% a los 7 días
 Fuente: Elaboración propia

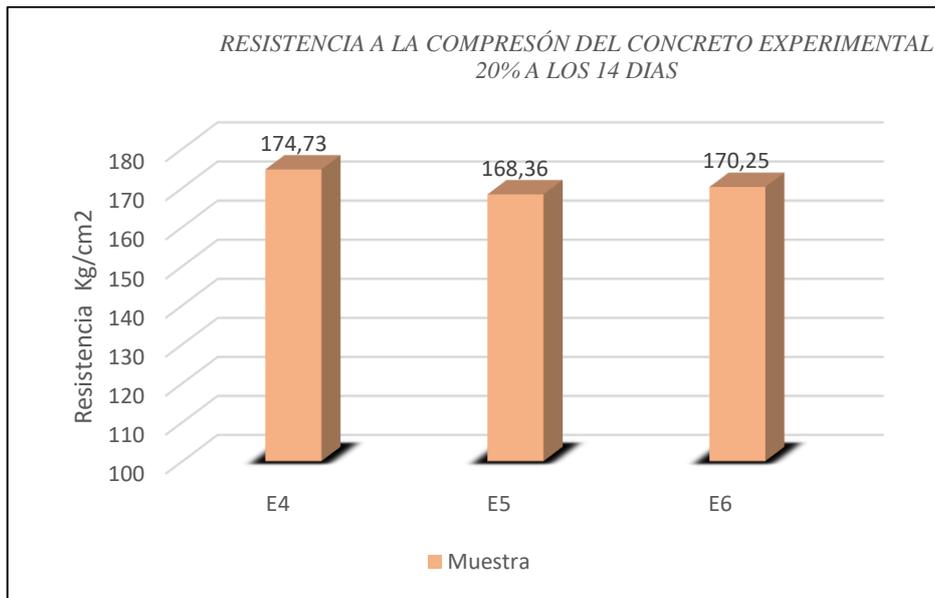


Figura 22: Representación de resistencia de concreto experimental 20% a los 14 días
Fuente: Elaboración propia

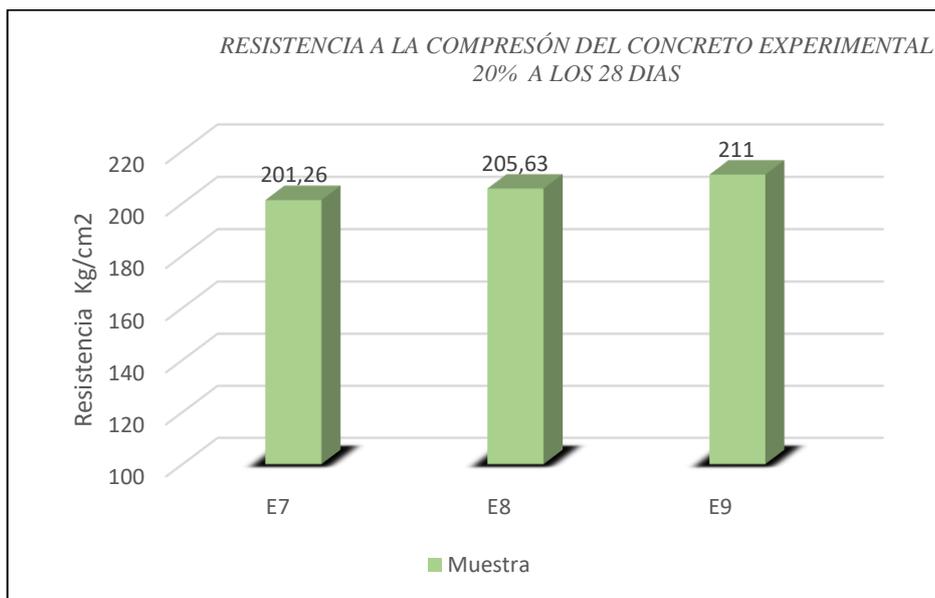


Figura 23: Representación de resistencia de concreto experimental 20% a los 28 días
Fuente: Elaboración propia

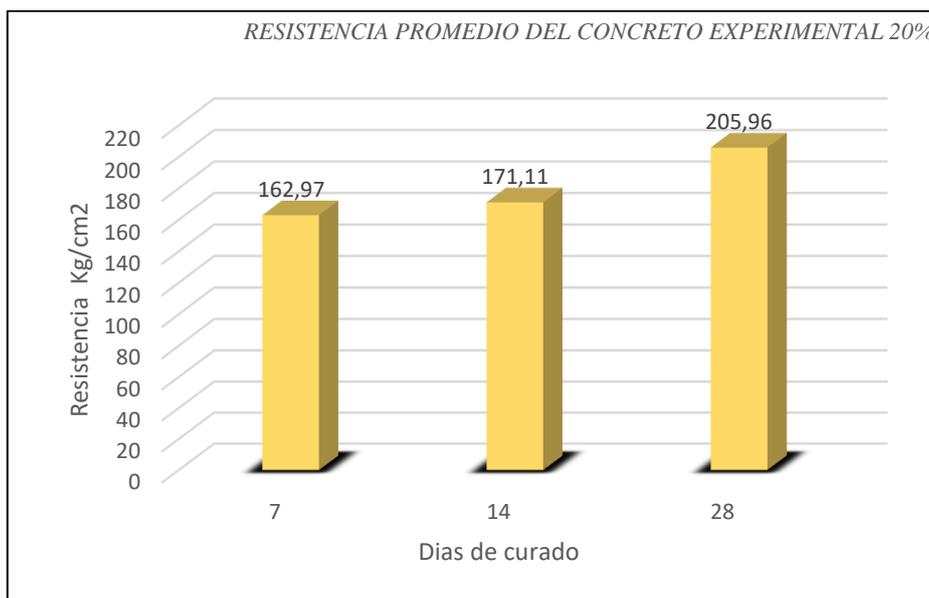


Figura 24: Representación de resistencia promedio del concreto experimental 20%
Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión de las probetas experimental 20%, muestra a que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 162.97 kg/cm² y a los 14 y 28 días incrementó a 171.11 kg/cm² y 205.96 kg/cm² respectivamente.

Tabla 24

Resistencias promedio a la compresión axial a las edades de 7, 14 y 28 días, comparando las probetas patrón y los experimentales.

Días	Promedio de resistencias a la compresión (kg/cm ²)					
	Patrón (kg/cm ²)		Experimental 10% (kg/cm ²)		Experimental 20% (kg/cm ²)	
	F'C	F'C (%)	F'C	F'C (%)	F'C	F'C (%)
7	169,32	80.63	145,74	69.40	162,97	77,61
14	182,51	86.91	191,28	91.09	171,11	81,48
28	219,79	104.66	214,22	102.01	205,96	98,08

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio – USP

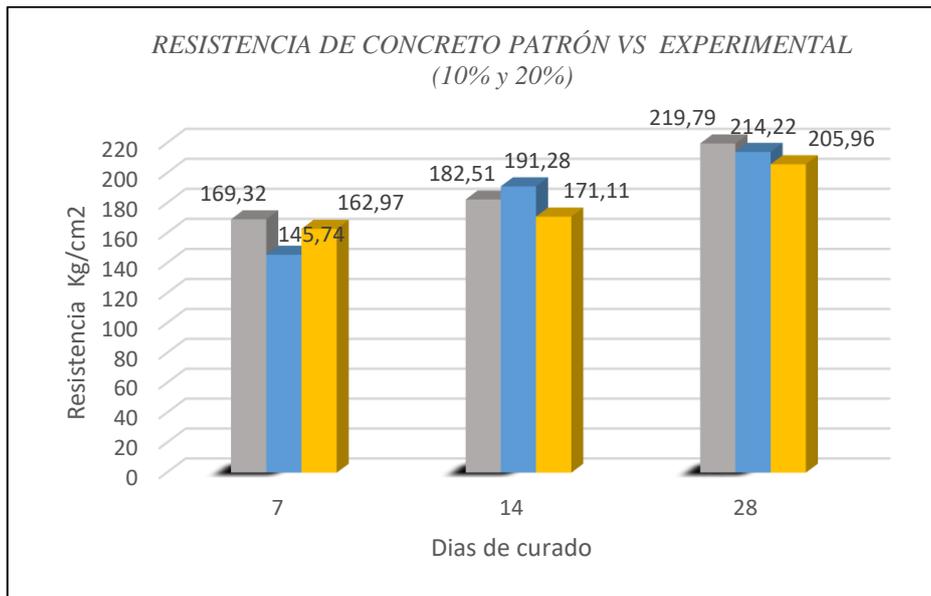


Figura 25: Representación de la resistencia de concreto patrón vs experimental 10% y 20%
Fuente: Elaboración propia

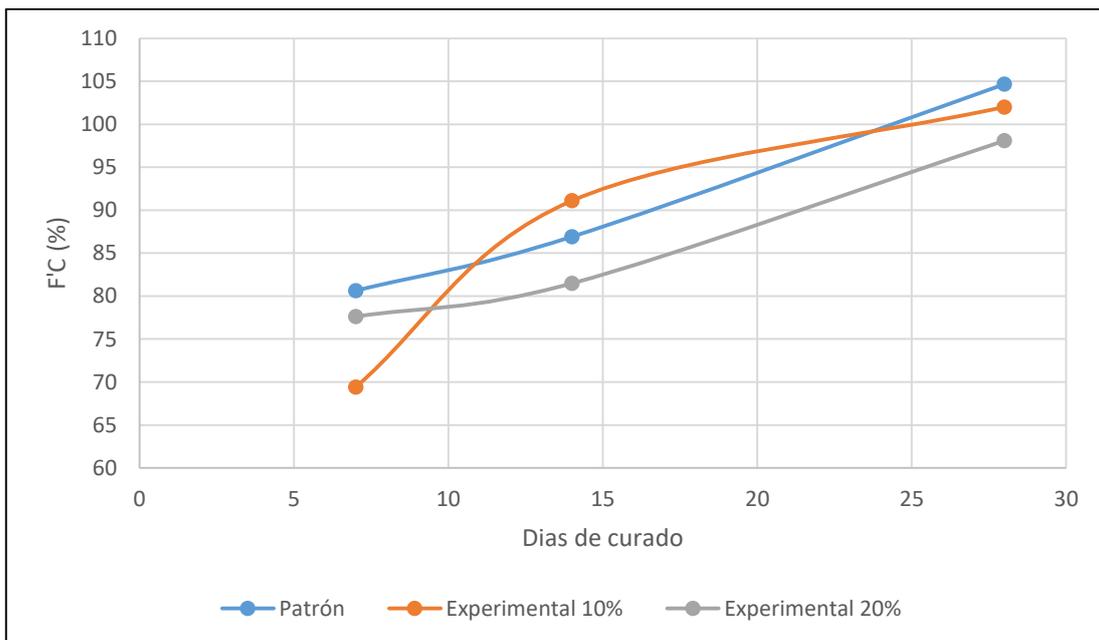


Figura 2627: Representación del porcentaje de resistencia promedio del concreto patrón vs experimental 10% y 20%
Fuente: Elaboración propia

Los tipos de fallas que se pueden encontrar son las siguientes que se muestran en la Figura 28 , pero en este caso solo se encontraron algunas como lo son las fallas de cono-corte y de cono- separación presentes en la Figura 29.

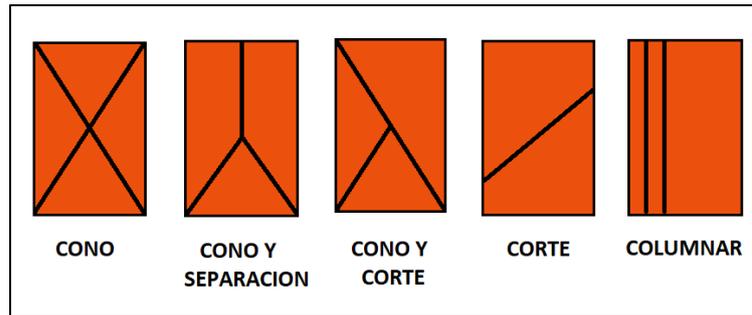


Figura 28 Tipos de corte
Fuente: Elaboración propia



Figura 29 Tipos de fallas encontradas en las probetas patrón y experimentales (Ensayos lab. USP)

Prueba estadística

Tabla 25

Resistencias a la compresión de probetas de concreto con sustitución de cemento por una combinación de cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú según días de curado

Días	Promedio de resistencias a la compresión (kg/cm ²)		
	Patrón (kg/cm ²)	Experimental 10% (kg/cm ²)	Experimental 20% (kg/cm ²)
7	169,32	145,74	162,97
14	182,51	191,28	171,11
28	219,79	214,22	205,96

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio- USP

En la Tabla 25 se observa que las resistencias promedio son mayores a la edad de 28 días y menores resistencias se presentan a los 7 días.

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 Levene ($p=0.353$ y $p>0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto en cada tratamiento (sustitución de cemento por una combinación de cenizas de concha de abanico y cenizas de ramas secas de bambú) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

Tabla 26

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		170,817	2	85,408	,798	,511
Días de curado		4415,136	2	2207,568	20,638	,008
Error		427,871	4	106,968		
Total		5013.824	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio- USP

En la Tabla 26 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por una combinación de cenizas concha de abanico y ramas secas de bambú (en 0%, 10% y 20%) el $p\text{-value} >$ ($p=0.511$, $p>0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : resistencias medias iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia las resistencias medias en kg/cm^2 logradas en las probetas de concreto, con sustitución de cemento por cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú en 0%, 10% y 20%, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} >$ ($p=0.008$, $p<0.05$) entonces podemos decir que las resistencias medias de las probetas de concreto son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El ensayo de análisis térmico diferencial nos sirvió para visualizar a que temperatura nuestras muestras de ceniza están produciendo óxidos los cuales luego serán favorables para que aumente la resistencia a la compresión del diseño experimental, es por eso que para el caso de las cenizas de ramas secas de bambú se optó por una temperatura de 700°C y para el caso de las cenizas de concha de abanico a una temperatura de 890°C luego de estas temperaturas la curva calorimétrica decae el cual ya no es recomendable. El tiempo de calcinación de las muestras fue de acuerdo a los antecedentes, donde las muestras alcanzaban un máximo rendimiento alrededor de ese tiempo el cual fue de 2 horas para ambos materiales, por lo que se optó dicho tiempo para la investigación.

De los resultados obtenidos por medio del análisis de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X, se registra la composición química de la ceniza de concha de abanico, teniendo como componente principal al óxido de calcio, mientras que en las cenizas de las ramas secas de bambú tiene como máximos componentes al óxido de silicio y al óxido de aluminio. En general se obtuvieron componentes muy similares al cemento portland pero en proporciones un poco distintas tal es el caso de la composición de la ceniza de concha de abanico el cual presenta 74.860% de CaO, 7.805% de SiO₂, mientras que en caso de las ramas secas de bambú presenta 62.651% de SiO₂ y 5.081 de CaO. Donde los porcentajes típicos para ambos compuestos es de 61-67% para el CaO y de 20-27% para el SiO₂.

En los resultados del ensayo de peso específico se puede ver que la ceniza de concha de abanico tiene un peso específico de 3.23 gr/cm³ mientras que la ceniza de ramas de bambú presenta 3.06 gr/cm³ y sus combinaciones del 10% y 20% tienen un 3.17 gr/cm³ y 2.91 gr/cm³ respectivamente los cuales son muy similares al del cemento con 3.10 gr/cm³.

De los resultados del ensayo a la compresión de las probetas patrón muestran a los 7 días una resistencia promedio de 169.32 kg/cm² presentando un avance de 80.63%, calificándose dentro del parámetro de 70-85% permitido para esa edad, a los 14 días la resistencia promedio fue de 182.51 kg/cm² presentando un avance de 86.91%

dentro del parámetro de 85-95% y por ultimo a la edad de 28 días se obtiene una resistencia promedio de 219.79 kg/cm², encontrándose dentro del parámetro de 100-120%.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión del experimental a 10% de sustitución, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 145.74 kg/cm² representando el 69.40% de avance aproximándose dentro del parámetro mínimo para esa edad. Asimismo, podemos observar la resistencia promedio a los 14 días fue de 191.28 kg/cm² con un avance del 91.09% el cual es mayor al del concreto patrón en un 4.18%, pero a la edad de 28 días se obtiene una resistencia de 214.22 kg/cm² con un 102.01% el cual no supera al patrón. Pero se puede destacar que a pesar de esto la resistencia promedio logra llegar al rango de 100-120%.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión del experimental a 20% de sustitución, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia promedio de 162.97 kg/cm² representando un avance de 77.61%, asimismo, podemos observar la resistencia promedio a los 14 días fue de 171.11 kg/cm² con un avance del 81.48% y a la edad de 28 días se obtiene una resistencia de 205.96 kg/cm² el cual representa un 98.08% no llegando al mínimo permitido.

Debido a que las resistencias promedio de las probetas experimentales en su mayoría no logran superar al patrón, puede deberse a la presencia de K₂O de 2.674% en la concha de abanico y 5.217% en la ceniza de ramas secas de bambú, porcentajes un poco elevados a los permitidos en el cemento.

CONCLUSIONES

Las temperaturas que se obtuvieron en el ATD activan las muestras de cenizas con elevados contenidos de CaO (74.860%) para caso de las cenizas de concha de abanico y SiO (62.651%) para las cenizas de ramas secas de bambú.

Las cenizas de concha de abanico fueron activadas a temperatura controlada de 890°C durante 2 horas

Las cenizas de las ramas secas de bambú fueron activadas a temperatura controlada de 700°C durante 2 horas

En el ensayo de Ph de la combinación de las cenizas de concha de abanico y ramas secas de bambú para la sustitución del 10% y 20% son similares al Ph del cemento, por lo tanto se puede decir que estos componentes son altamente alcalinos.

Según el diseño de mezcla la relación agua cemento utilizada para el diseño patrón fue de 0.684, al 10% de sustitución aumenta la relación a un 0.702 y al 20% de sustitución presenta una la relación de 0.701.

El peso específico de las muestras es similar al cemento, lo cual quiere decir que no interfiere en el diseño de mezcla.

Se alcanzó una resistencia de 214,22 kg/cm² correspondiente al 10% de sustitución a la edad de 28 días, para el experimental de 20% se obtuvo una resistencia de 205,96 kg/cm² ambos experimentales presentan valores inferiores a la resistencia del concreto patrón con 219,79 kg/cm² a la edad de 28 días.

Según prueba estadística no existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

RECOMENDACIONES

Al realizar el pre quemado de las ramas secas de bambú se debe tener cuidado de no contaminar la muestra para que los resultados que queremos obtener no se vean afectados.

Mantener la temperatura y tiempo de calcinación ya que se observa un gran porcentaje de óxido de silicio y oxido de calcio, los cuales son los principales componentes del cemento

Evaluar la resistencia a edades superiores a los 28 días de curado, para poder determinar la aproximación de las resistencias de las probetas experimentales con las del patrón.

Investigar otro tipo de proporciones donde los materiales trabajen de forma equivalente, debido a que los materiales tienen componentes elevados de óxido de silicio y oxido de calcio.

Evitar trabajar con más del 20% de sustitución del cemento con estos materiales, debido a que la resistencia disminuye a mayor porcentaje de sustitución.

Con respecto al óxido de aluminio se recomienda buscar un aditivo que ayude a disminuir su porcentaje debido a que puede interferir en el fraguado y afectar la resistencia del concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- Abanto, F. (1996). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú.
- Adewuyi, T., Kolapo, U., & Oladokun, M. (2013). Engineering properties of sandcrete blocks made with blended bamboo leaf ash (bla) and ordinary portland cement. *Innovation*.
- Araujo, A. (2011). *Desarrollo de catalizadores nanoestructurado para la eliminación de ch4 en reacciones de postcombustión*. Universidad Autónoma de Nuevo Leon.
- Coronacion. (2016). *Resistencia a la Compresión de un Mortero Sustituyendo el Cemento por 5% de Cascara de*. Chimbote, Perú.
- Garcia Talledo, E. (2011). *Análisis y propuesta de manejo sostenible en la pesquería de la "Concha de Abanico" (Argopecten purpuratus) en la Bahía del Callao*. Universidad del callao, Peru.
- Gerardo, R. (s.f.). *Concreto simple*. (U. d. Cauca, Ed.)
- Julián Benites, C., Segura Terrones, L., & Jara Fumachi, W. (2015). Resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto. *Conocimiento para el desarrollo*, 6(2).
- (2007). *Manejo y explotación de principales bancos naturales de concha de abanico (Argopecten purpuratus) en la costa peruana*.
- Ministerio de agricultura. (2008). *Plan nacional de promoción del bambú (2008 - 2020)*. Perú.
- NTP 400.011. (2008). *Agregados Definición y Clasificación de Agregados para Uso en Morteros y Hormigones (Concretos)* (2° ed.). Lima, Perú.
- NTP 400.037. (2002). *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto)*. Lima, Perú.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima, Perú.

- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). Lima, Perú.
- Rios, W., & Velasquez, M. (2016). Obtención de carbonato de calcio apartir de valval residuales de caracol (Thais Chocolata). (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Rivva , E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima, Perú.
- Salazar, J. (2015). *Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Sanjuán Barbudo, M., & Chinchón Yepes, S. (2014). *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. (U. d. Alicante, Ed.)
- Singh, N., Das, S., & Dwivedi, V. (2007). Hydration of bamboo leaf ash blended portland cement. *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, 14, 69-76.
- Villar, E., Valencia, E., Santos, S., Savastano, H., & Frías, M. (2011). Pozzolanic behavior of bamboo leaf ash: Characterization and determination. *Cement & Concrete Composites*, 33, 68-73.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida, guiar siempre mis pasos, por darme fortaleza y por hacerme parte de una hermosa familia que me apoyaron en todo momento para alcanzar esta meta.

A mi abuela Martha, que en paz descanse, que con sus consejos siempre supo encaminar mi vida profesional y a quien dedico esta meta.

A mis padres y tíos que con su ayuda, consejos, esfuerzos, sacrificios y apoyo incondicional lograron que termine este periodo educativo.

A mi asesor el Ing. Miguel Solar Jara, que me brindó su tiempo, conocimientos y apoyo para poder realizar este proyecto.

A la Universidad San Pedro y sus docentes que me impartieron todos sus conocimientos a lo largo de mi formación académica.

ANEXOS

ANEXO N°1

Análisis térmico diferencial de
ceniza de conchas de abanico



Trujillo, 03 de Febrero del 2020

INFORME N° 27 - FEB -20

Solicitante: Janampa Alcántara Grabiela Lucero - 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-27F	45.6 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: 45.6 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo



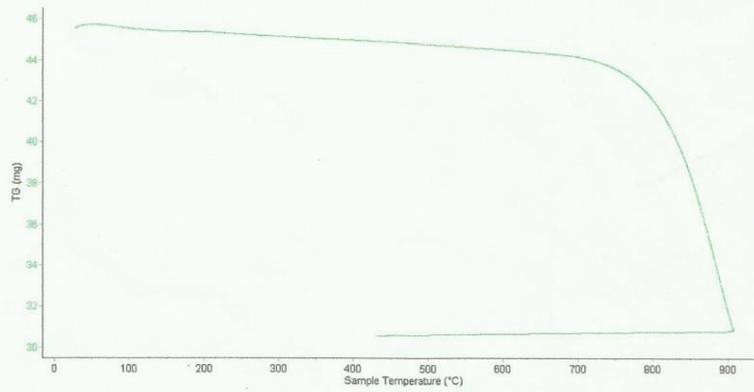


Trujillo, 03 de Febrero del 2020

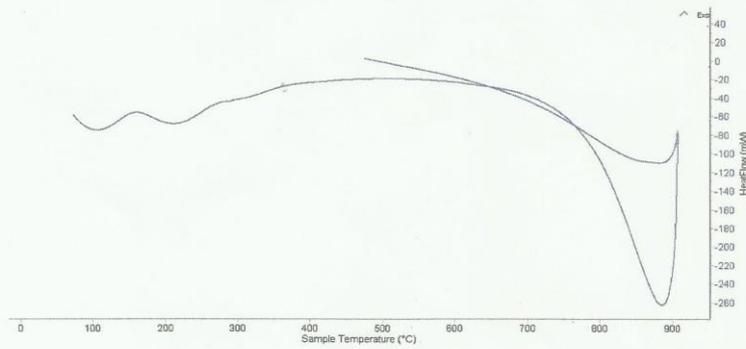
INFORME N° 27 - FEB -20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510949790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú





Trujillo, 03 de Febrero del 2020

INFORME N° 27 - FEB -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 35% 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, 03 de Febrero del 2020


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

ANEXO N°2

Análisis térmico diferencial de
ceniza de ramas secas de bambú



Trujillo, 3 de febrero del 2020

INFORME N° 24 - FEB 20

Solicitante: Janampa Alcántara Grabiela Lucero – Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Ramas secas de bambú (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	RB-24F	13.5 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 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 13.5 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949790880 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo, Pa.



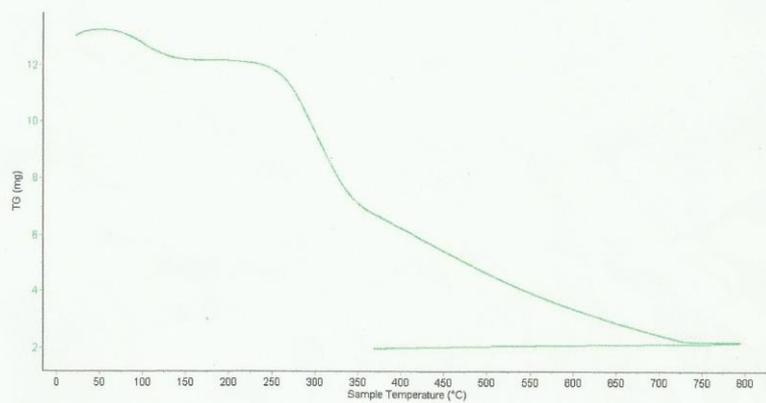


Trujillo, 3 de febrero del 2020

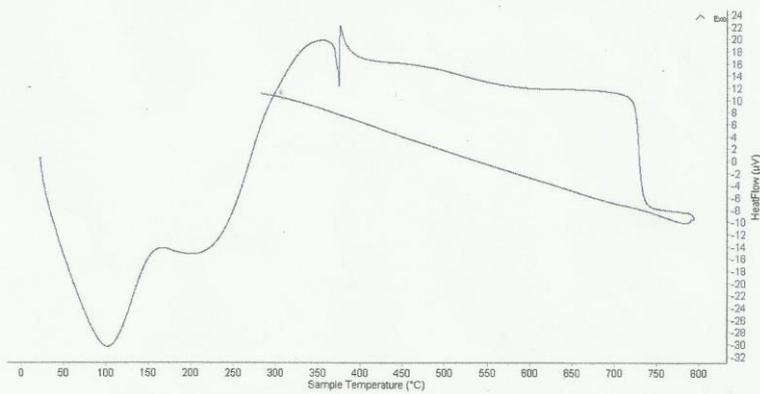
INFORME N° 24 - FEB 20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510/949790880 damchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo





Trujillo, 3 de febrero del 2020

INFORME N° 24 - FEB 20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra algunas pérdidas de masa entre 80 y 120°C y una más intensa entre 250 y 340°C, posteriormente la pérdida es lenta progresiva. El material presenta una pérdida total de 85% respecto a su masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis ATD, se muestra un primer pico endotérmico en torno a 100°C y 210°C, posteriormente a 370°C y luego a 730°C muestran picos de absorción térmico que podrían indicar posibles cambios de fase y cambio en las características del material.

Trujillo, 3 de febrero del 2020


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

ANEXO N°3

Análisis químico por
Fluorescencia de Rayos X
Cenizas de concha de abanico



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 018 - LAQ/2020

Análisis de ceniza de concha 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 de la Srta. **Janampa Alcántara, Grabiela Lucero**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la Compresión de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente al Cemento por la Combinación de Cenizas de Concha de Abanico y Ramas Secas de Bambú."

La muestra fue previamente calcinada a 890°C por 2 horas, 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 $15 \mu\text{A}$. Para acumular el espectro se utilizó 2048 canales de memoria donde se registraron un millón de cuentas. Los espectros se acumularon con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45° ; con distancia de muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 2025 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 concha 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 característico.



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 forman en un proceso de calcinación. La concentración total de estos óxidos resulta ser menor que 100%. Esto indica que puede contener compuestos de Na y/o Mg que esta técnica no detecta y/o diferentes de óxidos y/o existe una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición mineral de la muestra se recomienda utilizar el análisis por difracción de rayos-X.

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

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	6.578	7.962
SiO ₂	6.448	7.805
P ₂ O ₅	2.209	2.674
SO ₂	1.287	1.534
ClO ₂	0.908	1.099
K ₂ O	2.111	2.556
CaO	61.841	74.860
TiO ₂	0.027	0.033
MnO	0.021	0.025
Fe ₂ O ₃	0.026	0.031
Ni ₂ O ₃	0.013	0.015
CuO	0.627	0.709
ZnO	0.356	0.432
SrO	0.083	0.100
BaO	0.095	0.116
Total	82.609	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

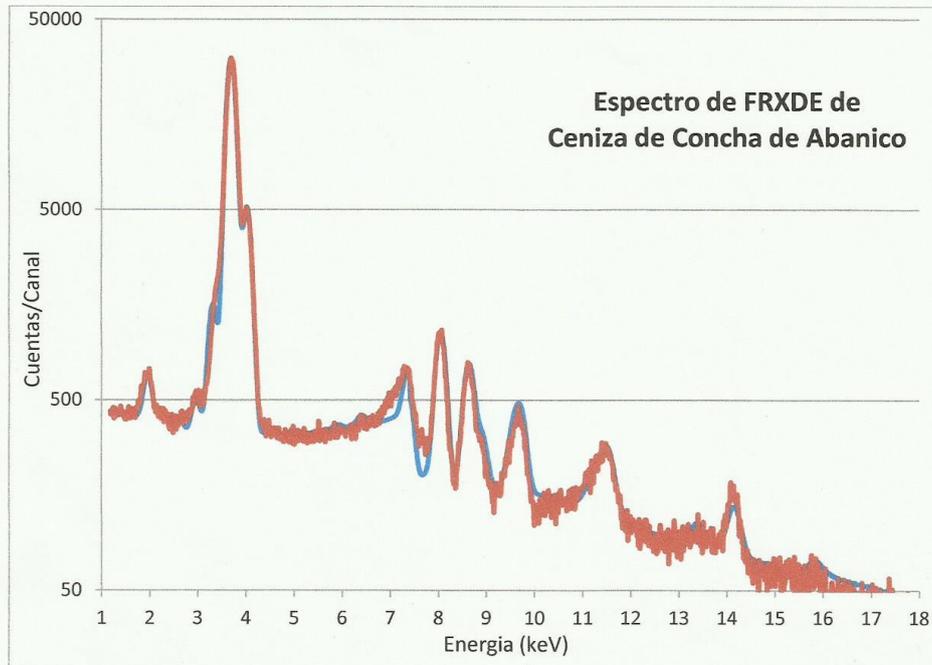


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de concha de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 26 de Febrero del 2020

ANEXO N°4

Análisis químico por
Fluorescencia de Rayos X
Ramas secas de bambú



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

Informe N° 019 - LAQ/2020

Análisis de ceniza de ramas de bambú por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de ceniza de ramas de bambú a pedido de la Srta. **Janampa Alcántara, Grabiela Lucero**, alumna de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

"Resistencia a la Compresión de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo Parcialmente al Cemento por la Combinación de Cenizas de Concha de Abanico y Ramas Secas de Bambú."

La muestra fue previamente calcinada a 700°C durante 2 horas, y 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 $15 \mu\text{A}$. Para acumular el espectro se utilizó 2048 canales de memoria donde se registraron un millón de cuentas. Los espectros se acumularon con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45° ; con distancia de muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 1.8 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 1900 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 ramas de bambú. 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 característico.

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 forman en un



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

proceso de calcinación. La concentración total de estos óxidos resulta ser ligeramente mayor que 100%. Esto indica que puede contener compuestos diferentes de óxidos y/o existe una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición mineral de la muestra se recomienda utilizar el análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de ramas de bambú en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	14.253	13.837
SiO ₂	67.626	65.651
SO ₂	2.475	2.403
ClO ₂	3.706	3.598
K ₂ O	5.374	5.217
CaO	5.234	5.081
TiO ₂	0.250	0.253
V ₂ O ₃	0.013	0.012
Cr ₂ O ₃	0.009	0.009
MnO	0.101	0.098
Fe ₂ O ₃	3.053	2.954
CuO	0.510	0.496
ZnO	0.289	0.281
SrO	0.013	0.013
BaO	0.1088	0.085
Total	103.009	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

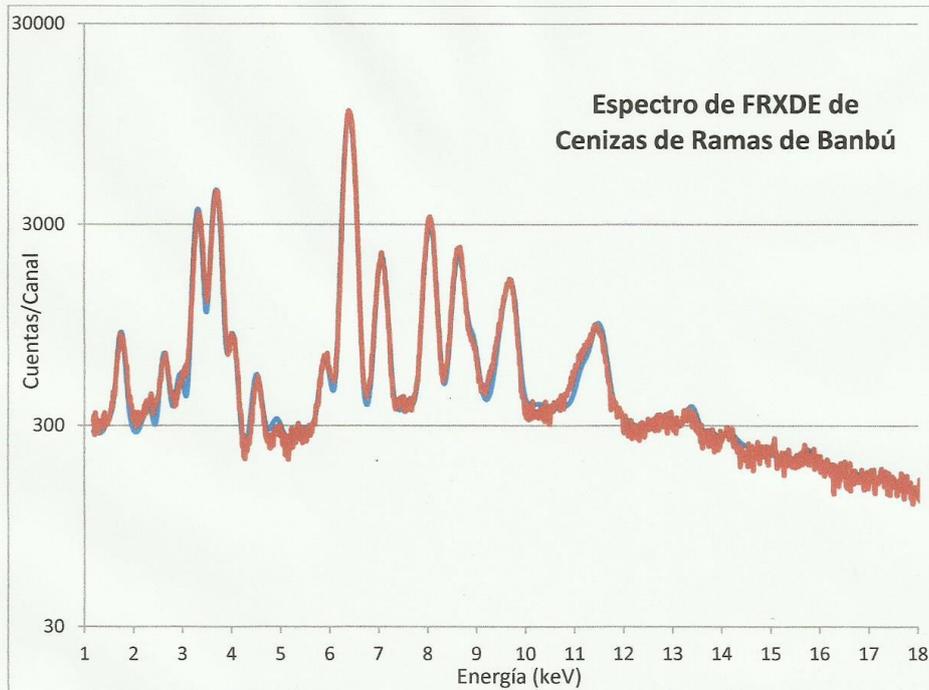


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de ramas de bambú en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

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



Lima, 26 de Febrero del 2020

ANEXO N°5

Análisis de alcalinidad



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° 20200218-009

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO.
DIRECCIÓN : Jr. Libertad Mz 1 Lote 20 Cambio Puente Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-18
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-18
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-18
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 200218-6

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CENIZA DE RAMAS DE BAMBU	11,08
CENIZA DE CONCHA DE ABANICO	13,38
SUSTITUCION DE CEMENTO EN 10% POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE RAMAS DE BAMBU Y CONCHA DE ABANICO	13,49
SUSTITUCION DE CEMENTO EN 20% POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE RAMAS DE BAMBU Y CONCHA DE ABANICO	13,49

METODOLOGIA 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 negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 19 del 2020.

GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.B.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

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

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
Web: www.colecbi.com

ANEXO N°6

Ensayos de laboratorio

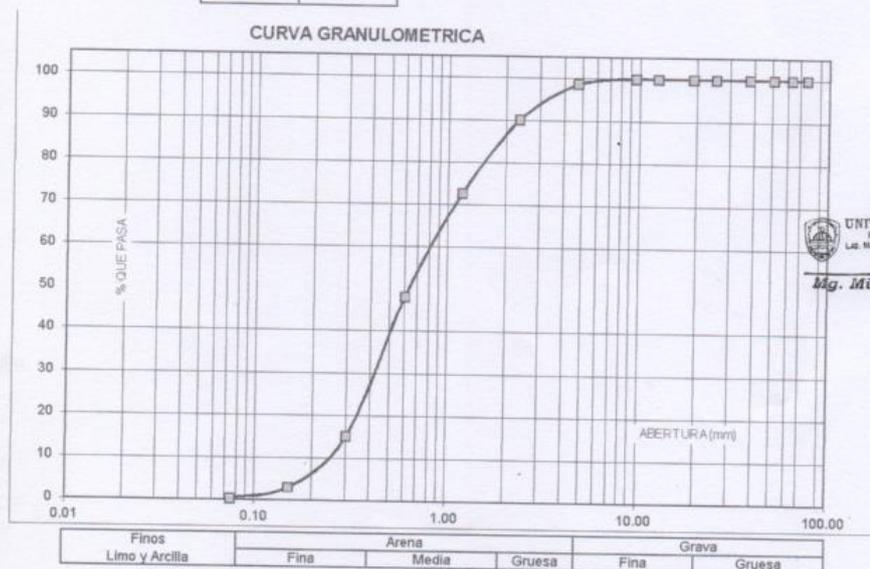
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 26/05/2020

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu. (%)	% Que pasa (gr.)
N°					
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
N° 4	4.76	8.0	1.3	1.3	98.7
N° 8	2.36	50.0	8.4	9.8	90.2
N° 16	1.18	104.0	17.5	27.3	72.7
N° 30	0.60	146.0	24.6	51.9	48.1
N° 50	0.30	196.0	33.0	84.8	15.2
N° 100	0.15	72.0	12.1	97.0	3.0
N° 200	0.08	16.0	2.7	99.7	0.3
PLATO	ASTM C-117-04	2	0.3	100.0	0.0
TOTAL		594.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.72

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.




UNIVERSIDAD SAN FELIPE
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lic. Miguel Solar Jara
 Ing. Miguel Solar Jara

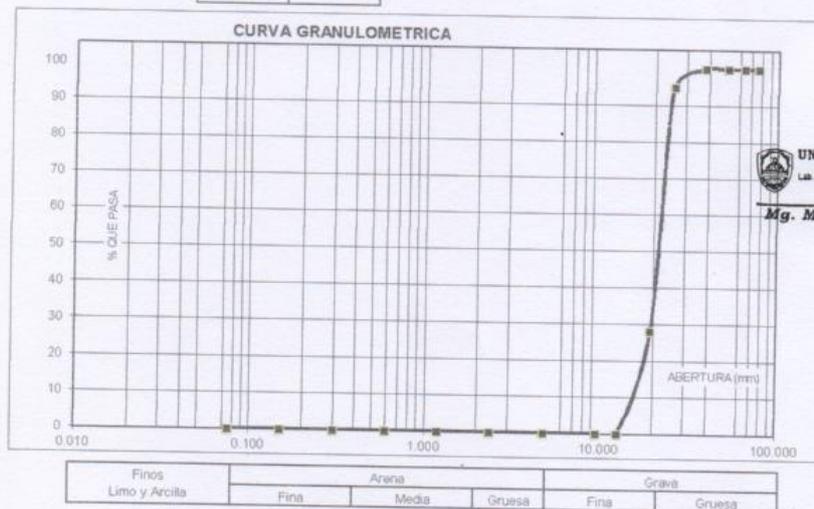
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 26/05/2020

TAMIZ	Abert.(mm)	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	52.0	5.0	5.0	95.0
3/4"	19.100	590.0	56.8	71.8	28.2
1/2"	12.500	290.0	28.2	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1030.0	100.0		

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

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante



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

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBI
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 26/05/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	666.00	666.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	966.00	966.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	854.00	854.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	112.00	112.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.20	297.20
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.20	109.20
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.654	2.654
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.679	2.679
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.722	2.722
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.94	0.94

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.654
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.679
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.722
Absorción (%) : 0.94


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lto. Néstor de la Cruz y Arroyo de Murillo
 Mág. Miguel Solar Jara
 UPEPE

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

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBL
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 26/05/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	1444.50	1390.90
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	939.90	905.40
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	504.60	485.50
D	Peso de material seco en estufa	1435.40	1381.90
E	Volumen de masa (C-(A-D))	495.50	476.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.845	2.846
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.863	2.865
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.897	2.900
F	Absorción (%) ((D-A)/A)x100	0.63	0.65

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.845
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.864
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.898
 Absorción (%) : 0.64


UNIVERSIDAD SAN JOSÉ
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 LÍNEA ACCIONES DE INGENIERÍA Y ENFERMERÍA
 Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBL
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 26/05/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18730	18705	18600
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13680	13655	13550
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1471	1468	1457
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1465	
CORREGIDO POR HUMEDAD			
		1457	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19625	19800	19745
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14575	14750	14695
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m3)	1567	1588	1580
Peso unitario prom. (Kg/m3)		1578	
CORREGIDO POR HUMEDAD			
		1569	


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lic. Miguel Solar Jaza, Decano del Centro de Estudios de Materiales
Mg. Miguel Solar Jaza
 JEFE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 26/05/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7770	7815	7801
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4470	4515	4501
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1625	1642	1637
Peso unitario prom. (Kg/m³)		1635	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1627	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8300	8282	8270
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	5000	4982	4970
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1818	1812	1807
Peso unitario prom. (Kg/m³)		1812	
CORREGIDO POR HUMEDAD		1804	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LUGAR DE CONTROL Y ENSAYO DE MATERIAS
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 26/05/2020

PRUEBA N°	01	02	02
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	502	508	498
TARA + SUELO SECO (gr)	501	507	496
PESO DEL AGUA (gr)	1.0	1.0	2.0
PESO DE LA TARA (gr)	202	208	198
PESO DEL SUELO SECO (gr)	299	299	298
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.33	0.67
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.45	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LABORATORIO DE ENLACE DE MATERIAS
Mg. Miguel Soria Jara
 J.C.

**CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)**

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 26/05/2020

PRUEBA N°	01	02	02
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	362	364	426
TARA + SUELO SECO (gr)	361	362	424
PESO DEL AGUA (gr)	1	2	2
PESO DE LA TARA (gr)	62	64	126
PESO DEL SUELO SECO (gr)	299	298	298
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.33	0.67	0.67
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.56	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Soldr Jara
 JEFE

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO $f_c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 28/05/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso específico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANtera : RUBEN

- Peso específico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1627 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1804 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.45 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.72

D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
- Tamaño Máximo Nominal 2.85
- Peso específico de masa 1457 kg/m^3
- Peso unitario suelto 1569 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.56 %
- Absorción 0.64 %

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lia. Mecánica de Estructuras y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
DISEÑO

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/m3
Agua efectiva.....	210.178 lts/m3
Agregado fino.....	881.989 kg/m3
Agregado grueso.....	994.047 kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{881.989}{299.71} : \frac{994.05}{299.71}$$

$$1 : 2.94 : 3.32 : 29.80 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$1 : 2.70 : 3.40 : 29.80 \text{ lts / bolsa}$$

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
Lab. Ingeniería de Materiales y Laboratorio de Materiales
Mig. Miguel Solar Jara
JEFE

DISEÑO DE MEZCLA
(10% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 26/05/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo" + CCA-RSB
- Peso especifico 3.17

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino :

CANtera : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.65
- Peso unitario suelto 1627 kg/m³
- Peso unitario compactado 1804 kg/m³
- Contenido de humedad 0.45 %
- Absorción 0.94 %
- Módulo de fineza 2.72

D.- Agregado grueso

CANtera : RUBEN

- Piedra, perfil angular 3/4"
- Tamaño Máximo Nominal 2.85
- Peso especifico de masa 1457 kg/m³
- Peso unitario suelto 1569 kg/m³
- Contenido de humedad 0.56 %
- Absorción 0.64 %

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERIA
LAB. Mezclas de Suelos y Agregados de Materiales
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

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.087
10% CCA+RSB.....	(m ³)	0.010
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.331
Agregado grueso.....	(m ³)	0.347
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	269.74	kg/m ³
10% CCA+RSB.....	29.971	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	878.07	kg/m ³
Agregado grueso.....	988.52	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	269.74	kg/m ³
10% CCA+RSB.....	29.971	kg/m ³
Agua efectiva.....	210.18	lts/m ³
Agregado fino.....	881.99	kg/m ³
Agregado grueso.....	994.05	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{269.74}{269.74} : \frac{29.971}{269.74} : \frac{881.99}{269.74} : \frac{994.05}{269.74}$$
$$1 : 0.11 : 3.27 : 3.69 \quad 29.80 \text{ lts / bolsa}$$


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
ACADÉMIA DE INGENIEROS
LAB. Pruebas Mecánicas y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
L.E.F.E.

DISEÑO DE MEZCLA
(20% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO FC=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 26/05/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"+ CCA-RSB
- Peso especifico 2.91

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

- CANTERA : RUBEN**
- Peso especifico de masa 2.65
 - Peso unitario suelto 1627 kg/m³
 - Peso unitario compactado 1804 kg/m³
 - Contenido de humedad 0.45 %
 - Absorción 0.94 %
 - Módulo de fineza 2.72

D.- Agregado grueso

- CANTERA : RUBEN**
- Piedra, perfil angular
 - Tamaño Máximo Nominal 3/4"
 - Peso especifico de masa 2.85
 - Peso unitario suelto 1457 kg/m³
 - Peso unitario compactado 1569 kg/m³
 - Contenido de humedad 0.56 %
 - Absorción 0.64 %


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN CONCRETO Y ENLACE DE MATERIALES
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

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.078
20% CCA+RSB.....	(m ³)	0.019
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.331
Agregado grueso.....	(m ³)	0.347
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	239.77	kg/m ³
20% CCA+RSB.....	59.942	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	878.07	kg/m ³
Agregado grueso.....	988.52	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	239.77	kg/m ³
20% CCA+RSB.....	59.942	kg/m ³
Agua efectiva.....	210.18	lts/m ³
Agregado fino.....	881.99	kg/m ³
Agregado grueso.....	994.05	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{239.77}{239.77} : \frac{59.942}{239.77} : \frac{881.99}{239.77} : \frac{994.05}{239.77}$$
$$1 : 0.25 : 3.68 : 4.15 \quad 29.80 \text{ lts / bolsa}$$

 UNIVERSIDAD SAN FELIPE
FACULTAD DE INGENIERIA
Línea: Mecánica y Materiales, División de Materiales
Mg. Miguel Solari Jara
C.F.E.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 26/05/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SEUMP (*)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	06/02/2020	13/02/2020	7	172.96	82.36
02	PATRON	-	06/02/2020	13/02/2020	7	171.17	81.51
03	PATRON	-	06/02/2020	13/02/2020	7	163.83	78.01
04	PATRON	-	06/02/2020	20/02/2020	14	181.31	86.34
05	PATRON	-	06/02/2020	20/02/2020	14	181.60	86.48
06	PATRON	-	06/02/2020	20/02/2020	14	184.62	87.91
07	PATRON	-	06/02/2020	05/03/2020	28	220.70	105.10
08	PATRON	-	06/02/2020	05/03/2020	28	217.07	103.37
09	PATRON	-	06/02/2020	05/03/2020	28	221.59	105.52

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

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


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LINEA DE INVESTIGACION EN CIENCIAS Y ENGENIERIA DE MATERIAS
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 10%

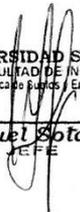
SOLICITA : BACH. JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F/C=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 26/05/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	18/02/2020	7	143.54	68.35
02	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	18/02/2020	7	143.35	68.26
03	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	18/02/2020	7	150.38	71.61
04	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	25/02/2020	14	191.49	91.19
05	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	25/02/2020	14	193.98	92.37
06	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	25/02/2020	14	188.37	89.70
07	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	10/03/2020	28	210.96	100.46
08	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	10/03/2020	28	217.70	103.67
09	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	10/03/2020	28	213.99	101.90

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Fluidos / Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Sotar Jara
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 20%

SOLICITA : BACH: JANAMPA ALCANTARA GRABIELA LUCERO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210KG/CM2 SUSTITUYENDO PARCIALMENTE
 AL CEMENTO POR LA COMBINACION DE CENIZAS DE CONCHA DE ABANICO Y RAMAS SECAS DE BAMBU
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 26/05/2020

F' C : 210 Kg/cm²

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD	FC	FC/F'c
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm ²	(%)
01	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	18/02/2020	7	156.97	74.75
02	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	18/02/2020	7	168.51	80.24
03	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	18/02/2020	7	163.44	77.83
04	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	25/02/2020	14	174.73	83.21
05	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	25/02/2020	14	168.36	80.17
06	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	25/02/2020	14	170.25	81.07
07	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	10/03/2020	28	201.26	95.84
08	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	10/03/2020	28	208.63	97.93
09	EXPERIMENTAL	-	11/02/2020	10/03/2020	28	211.00	100.48

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

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


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Sólidos y Ensayo de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 I.E.

Panel fotográfico



Foto 1. Recolección de Ramas de bambú



Foto 2. Recolección de conchas de abanico



Foto 3. Quemado de ramas de bambú a 700° y conchas de abanico a 890° en horno mufla



Foto 4. Obtención de agregado grueso



Foto 5. Obtención de agregado fino



Foto 6. Contenido de humedad de agregados



Foto 7. Granulometría



Foto 8. Peso Unitario



Foto 9. Gravedad específica y Absorción



Foto 10: Peso específico



Foto 11. Elaboración de probetas



Foto 12. Desencofrado de probetas



Foto 13. Ensayo de resistencia a la compresión