

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



**Resistencia a la comprensión de concreto sustituyendo al
cemento de ceniza de paja de trigo y ceniza de conchas de
abánico**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Carranza Saucedo, Jorge Richard

Asesor

Ing. Cerna Chávez, Rigoberto

Chimbote – Perú

2020

Palabras claves

Tema	Resistencia a la compresión
Especialidad	Tecnología de concreto

Keywords

Theme	Compressive strength
Speciality	Concrete technology

Línea de investigación

Programa	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la construcción
Área	Ingeniería y tecnología
Subarea	Ingeniería Civil
Disciplina	<ul style="list-style-type: none">• Ingeniería Civil

“Resistencia a la compresión de concreto sustituyendo al cemento de ceniza de paja de trigo y ceniza de concha de abanico”

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se elaboró un concreto sustituyendo al cemento de ceniza de paja de trigo y de ceniza de concha de abanico, la cual modificó la resistencia a la compresión en comparación a un concreto convencional. Asimismo, se evaluó que cumpla con las normas técnicas peruana y especificaciones técnicas ASTM.

Esta investigación, primero se recolectó la paja de trigo de Cebadín – Cajamarca, estas pasaron a ser pre-calcinadas a cielo abierto, para luego activarse térmicamente a 700 °C por 45 minutos, obteniéndose así las cenizas de paja de trigo la cual posee gran actividad puzolánico. Mientras que la concha de abanico se obtuvo de la empresa CULTIMARINE, las conchas de abanico presenta un alto contenido de Oxido de Calcio, esta se activó a 890 °C por 3^{1/2} horas.

Este proyecto es un logro para la ingeniería y la construcción ya que se creó un concreto con la utilización de materiales reutilizables, los cuales pasaron a reemplazar parte del cemento por residuos crustáceos (conchas de abanico), y residuos vegetales (paja de trigo).

En la investigación correspondiente en la que se realizó es de causi-experimental, dado que se obtuvo en dichos resultados de nuestros ensayos y llegamos a la conclusión que los porcentajes de sustitución (8% y 16%) del concreto experimental no llegaron a superar la resistencia del concreto patrón.

ABSTRACT

This research project developed a concrete substituting wheat straw ash cement and fan shell ash, which modified the compressive strength compared to conventional concrete. Likewise, it was evaluated that it complies with the Peruvian technical standards and ASTM technical specifications.

This investigation, first the wheat straw from Cebadín - Cajamarca was collected, these began to be pre-calcined in the open, and then thermally activated at 700 ° C for 45 minutes, thus obtaining the wheat straw ashes which has great pozzolanic activity. While the fan shell was obtained from the CULTIMARINE company, the fan shells have a high content of Calcium Oxide, this was activated at 890 ° C for 3½ hours.

This project is an achievement for engineering and construction since a concrete was created with the use of reusable materials, which began to replace part of the cement with crustacean residues (fan shells), and vegetable residues (wheat straw).

The corresponding research in which it was carried out is causal-experimental, since it was obtained in said results of our tests and we reached the conclusion that the substitution percentages (8% and 16%) of the experimental concrete did not exceed the strength of standard concrete.

INDICE

PALABRAS CLAVE	.....I
TITULO DEL TRABAJO	.....II
RESUMEN	.....II
ABSTRACT	.....IV
INTRODUCCION	.....1
ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACION CIENTIFICA	.....2
JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	.....3
PROBLEMA	.....4
TECNOLOGÍA DEL CONCRETO	.....5
VARIABLE	.....26
HIPOTESIS	.....28
OBJETIVOS	.....28
METODOLOGIA	.....29
RESULTADOS	.....34
ANALISIS Y DISCUSION	..... 51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	..... 53
AGRADECIMIENTO	.....56
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	..... 57
ANEXOS	..... 58

INDICE DE TABLA

Tabla N° 01: Componentes químicos del cemento.

Tabla N°02: Rango de porcentajes en componentes químicos del cemento.

Tabla N° 03: Componente químicos del cemento portland tipo I

Tabla N° 04: Granulometría del agregado

Tabla N°05: Límites permisibles del agua.

Tabla N° 06: Composición química expresada como óxidos

Tabla N° 07: Composición química expresada como elementos

Tabla 08: Cultivos con mayor área sembrada en el Perú

Tabla N° 09: Datos estadísticos

Tabla N°10: Requerimientos químicos de las Cenizas

TABLA N° 11 Reacciones de Hidratación de los Silicatos del Cemento Portland

Tabla N° 12 Resistencia a la compresión Promedio

Tabla N° 13: Pesos de ceniza de paja de trigo antes y después de calcinar

Tabla N° 14: Pesos de ceniza de concha de abanico antes y después de calcinar

Tabla N° 15: Composición química expresada como óxidos de la ceniza de paja de trigo

Tabla N° 16: Composición química expresada como óxidos de la ceniza de concha de abanico

Tabla N° 17: Ensayo de peso específico

Tabla N° 18: Ensayo de pH

Tabla N° 19: Cantidad de concreto por probeta

Tabla N° 20: Peso de agua – relación agua/cemento (Patrón)

Tabla N° 21: Peso de agua – relación agua/cemento (Experimental 01)

Tabla N° 22: Peso de agua – relación agua/cemento (Experimental 02)

Tabla N° 23: Características de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de C.P.

Tabla N° 24: Características de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental 01 (Sustitución de 08% al cemento).

Tabla N° 25: Características de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental 02 (Sustitución de 16% al cemento).

Tabla N° 26: Promedio de resistencia de cada grupo de concreto

Tabla N° 27: Resistencias a la compresión de probetas de concreto con una sustitución de cemento por ceniza de paja de trigo y concha de abanico según días de curado.

Tabla N° 28: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

INDICE DE FIGURA

Figura N° 01: Principales países productores de conchas de abanico.

Figura N° 02: Exportaciones de conchas de abanicos.

Figura N° 03: Producción de concha de abanico.

Figura N° 04: Análisis termo gravimétrico –Ceniza de paja de trigo.

Figura N° 05: Curva Calorimétrica- Ceniza de paja de trigo.

Figura N° 06: Análisis termo gravimétrico –Ceniza de concha de abanico.

Figura N°07: Curva Calorimétrica- Ceniza de concha de abanico.

Figura N°08: Barra de promedio de resistencia de concreto y experimentales.

Figura N°09: Línea de promedio de resistencia de concreto patrón y experimentales.

INTRODUCCION

Conforme con los antecedentes registrados, se pudo hallar lo más relevantes trabajos a la presente investigación, así como el caso de **Lencinas,(2016)**, “: “Evaluación de mezclas de concreto adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en el porcentaje del cemento portland puzolánico en la zona altiplánica”, en la cual su objetivo fue: Examinar la resistencia respecto a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir al cemento por ceniza paja de trigo en 2.5% y 5%, dado que dicha investigación aplicada que se realizó con un diseño experimental, en cuanto a su nivel se le considero de causi-experimental, en cuanto a las conclusiones llegaron a las siguientes, se mostraron que los resultados de los ensayos a la compresión tienden a conservar la resistencia a los 28 días de curado.

Así mismo se revisó la siguiente investigación de **Ortiz, (2018)**, “Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'c=210\text{kg/Cm}^2$ Al Sustituir El Cemento Con Ceniza De Concha De Abanico Y Cascara De Arroz En 12% En La Relación 3:1”, en la cual tuvo como objetivo: Determinar la resistencia respecto a la compresión del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir al cemento con ceniza de concha de abanico y ceniza de cascara de arroz, el tipo de investigación que se realizó es experimental, dado como concluido que se encontró una baja del 10% de la resistencia al sustitución del cemento en 12% a la resistencia de $F'c=210\text{kg/cm}^2$.

Igualmente se verifico la siguiente investigación de **Julian, (2015)**, "Resistencia de nuevos materiales para Sustituir el cemento en Concreto”, la cual fue su objetivo: Determinar la resistencia en relación a la compresión del concreto, el cemento fue sustituido en porcentajes de 5%, 10% y 15% por separado, esta es una averiguación experimental de nivel causi-experimental, dado que las conclusiones fueron muy prometedoras al sustituir al 5% asciende a una resistencia en función de edades y niveles de sustitución de 230 kg/cm^2 a 290 kg/cm^2 .

Justificación. Se quiere indagar la resistencia del concreto preparado a base de conchas de abanico y paja de trigo, que favorecerán a las viviendas en el distrito de Chimbote, en el especial a las viviendas cercanas al mar porque uno de los sustitutos de los materiales es más común y empleado, dado que sigue vigente en la construcción como es el cemento.

El concreto está mezclado por agua, piedra, arena y cemento, por ende las partículas de estos materiales al ejecutarse forman una estructura de calcio, ahí es donde entra a ocupar las conchas sus partículas tienen propiedades parecidas al cemento.

Al usar estos moluscos se lograría disminuir el impacto ambiental y limitar las canteras de los agregados en el concreto. El precio de la concha es bajo a los agregados y ofrecerían la posibilidad de concreto para el interés social.

El cemento al ser sustituido por elementos puzolanicos, producto de las cenizas de la paja de trigo y concha de abanico disminuyen cierta medida el requerimiento del cemento.

Se desea que el concreto experimental aporte a la población con su alta resistencia, la cual dará una mayor durabilidad, dicho concreto pudiera soportar cargas de la tierra, fuerzas de compresión, de congelamiento, etc.

Problema. El concreto, a nivel mundial es el más empleado en la construcción, seguirá siéndolo hasta que se halle un material parecido al cemento; gran parte de la infraestructura de los países está fabricado con él, es esencial para el profesional ya que se encarga del proceso constructivo de la obra.

Los problemas de resistencia, han afectado a las estructuras en las edificaciones, ya que no cumplen con su servicio y no funcionan.

Los diseños en la construcción y el problema de la durabilidad del concreto, ocasionan costos y pérdidas económicas en el inversionista o propietario.

Los diferentes tipos de climas que se encuentra en el Perú, afecta al concreto; por ejemplo, elevada temperatura y las bajas temperaturas.

Frente a la problemática al calentamiento global o producción del cemento se notifica actividades de mayor impacto en el calentamiento global.

En la actualidad la problemática de nuestra ciudad es la edificaciones, debido a que tratan de comprar los materiales que están al alcance de sus bolsillos, dado que la economía no es la mejor para algunas familias, de este punto partimos nuestro trabajo de investigación, buscando innovar el concepto de autoconstrucción para las zonas más pobres, se plantea la sustitución de 2% y 4% de paja de trigo y 6% y 12% de concha de abanico, como material puzolánico, por cemento como solución buscando comprobar que añadiendo estos materiales mencionados pueda obtener una mejor resistencia a compresión de concreto.

El cultivo de "concha de abanico" (*Argopecten purpuratus*) se está originando contaminación del medio ambiente en la bahía de Samanco. Los desechos son arrojados en sitios no apropiados, esto aumenta la materia orgánica y podría originar un impacto negativo al cultivo.

Las conchas de abanico están conformadas por caparazones de carbonato cálcico. Hay una gran posibilidad de ser usado para el concreto, ya que no es nocivo, también inorgánico y son similares a los agregados utilizados en la construcción.

En lo que respecta a la "paja de trigo" (*Triticum*) "las puzolanas son materiales silíceos o aluminosilíceos no tienen un valor parecido al cemento, ya que en presencia de agua reacciona químicamente con el hidróxido de calcio para formar propiedades".

Por lo cual formulamos la siguiente pregunta:

¿En qué medida modificará la resistencia a compresión de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por una combinación 2% y 4% de paja de trigo y 6% y 12% de concha de abanico en comparación a un concreto convencional?

Tecnología del concreto

Señala Sencico (2014, p 5) Romanos y griegos empleaban material puzolanicos mezclado con cal para mortero hidráulico o concreto. Si es mezcla la piedra y la cal se endurece debajo del agua como en edificaciones comunes.

Las famosas construcciones romanas fueron hechas de ladrillo roto, cal y puzolana. El panteón de Adriano es un claro ejemplo.

El concreto = cemento + agregados + aire + agua.

El concreto armado= cemento + agregados + aire + agua + acero

El concreto convencional, es usado en pavimentos, edificios y otras estructuras. Su densidad del concreto depende de la cantidad de agregado cantidad, la cantidad de aire atrapado (ocluido). Su principal característica estructural del concreto es ser resistente a los esfuerzos de compresión, dado que no es bueno en la tracción. También se adapta a diferentes moldes llamados “encofrados”.

En nuestro país para el sector construcción tiene una gran demanda. Se sabe que un buen concreto depende también de los materiales sean los mejores y de la mano de obra, para que cumpla con una buena resistencia.

Con el paso de los años la tecnología del concreto avanza, para solucionar diferentes necesidades que pasemos en obra, es por ello que el concreto a nivel mundial será el material más utilizado para el sector construcción

Rivera, G (2013, p 6) nos indica que la resistencia mecánica como la permeabilidad del concreto están regidos por la relación agua/cemento (a/c), así mientras más alta es la resistencia.

Tenemos que tener en cuenta cuando colocamos el concreto, debemos evitar:

Retrasos. Cuando estamos en obra debemos evitar el retraso ya que el concreto pierde fluidez o que se seque, estos problemas se dan cuando hay días soleados.

Segregación. Se da cuando los agregados finos y gruesos y la pasta se separan, esto se puede dar en el transporte o vibrado del concreto y puede afectar a la resistencia.

Desperdicios. Debemos colocarnos en sitios estratégicos para evitar un traslado largo.

Lo que mucho se hace en obra es agregar agua para tener una mejor trabajabilidad, pero esto afectaría a la resistencia del concreto.

El concreto puede ser mezclado a mano o por equipos, se recomienda trabajar con equipos (trompos), dado que el dicho objeto nos ofrece un concreto homogéneo y trabajable.

El uso de material que se requiera en obra depende de la resistencia que está estipulado en los planos estructurales. Las columnas y aligerados tienen que tener una resistencia mejor que los cimientos o falsos pisos.

Propiedades del concreto

Sencico (2014 p 6) nos indica las definiciones de las propiedades del concreto:

Resistencia a la compresión. Es un máximo esfuerzo que soporta el concreto sin romperse, dado que el concreto está destinado a esfuerzos de compresión.

Durabilidad. Es la capacidad de mantener sus propiedades en el tiempo una vez endurecido, dado que las condiciones en obra podrían descender o perder su capacidad estructural.

Consistencia. Es el estado fresco, que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez, mientras más húmedo la mezcla mayor facilidad tendrá el concreto durante su colocación.

Trabajabilidad. Es el estado donde el concreto está fresco la cual determina para ser utilizado, sin que se presente segregación.

Transporte del concreto

Abanto, F(2017 p 7) El concreto debe ser transportado de la mezcladora hasta su destino final en la estructura, lo más rápido posible para evitar segregación y garantice una calidad óptima del concreto.

Los equipos de transporte deben proporcionar un concreto sin segregación y sin interrupción, dado que causaría pérdida de plasticidad entre capaz en su colocación progresiva.

En obra se pueden utilizar: carretillas, buguie, latas y etc. para el transporte del concreto.

Precauciones en el transporte del concreto:

Evitar golpes y vibraciones excesivas

Utilizar rampas firmes

Las distancias deben ser menores a 50 metros

Estados del concreto

Abanto, F (2017 p 7) brinda los conceptos:

Estado Fresco. Es la etapa donde todos los materiales son mezclados y tiene una gran humedad.

Estado Fraguado. Cuando ya están en contacto el agua y los materiales mezclados, sigue a la etapa de endurecimiento del concreto.

Estado Endurecido. Una vez que el concreto fraguo, inicia a ganar resistencia y se endurece.

Requisitos de la mezcla de concreto

Sencico (2014, p 8) Cuando la mezcla va hacer colocada en dichas estructuras de las edificaciones deben tener una buena trabajabilidad, consistente, ya que permita una buena colocación, también evitar la segregación y exudación.

Una vez que el concreto este endurecido tiene que cumplir con las especificaciones técnicas de los planos y cumplan su resistencia a los 28 días.

Verificación de Encofrado

Sencico (2014, p 8) Los encofrados pueden ser de metal o madera, pero deben estar sin imperfecciones.

El encofrado debe estar limpio, antes de ser utilizada se echa un poco de petróleo para que tenga una buena adherencia ya que va estar en contacto con el concreto.

Antes de ser vaciado el concreto, deberá estar alineado y asegurado, también tener en cuenta en donde vamos a trabajar debe estar limpio.

Cemento

Sencico (2014, p 8) Es un material que contiene propiedad que cuando se mezcla con el agua, forma una pasta conglomerante y se endurece.

Mezclado del concreto

Abanto, F (2017, p 8) Una vez realizado la mezcla del concreto, tiene que estar uniforme. La máquina en la que vamos a trabajar debe estar limpia sin ningún residuo, ya dicho esto no tenemos que olvidarnos de realizar la prueba del “SLUMP”, se puede conocer con otro nombre como consistencia, con la finalidad de cumplir la fluidez descrito en la norma técnica peruana (NPT) 339.035 O ASTM – 143.

Composición Química:

Abanto, C (1994, p 9) Hay cuatro compuestos que constituyen más del 90% del peso del cemento, y son:

Silicato tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) = C3S

Silicato dicálcico ($2\text{Ca} \cdot \text{SiO}_2$) = C2S

Aluminato tricálcico ($3\text{Ca} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) = C3A

Alumino ferrita tricálcica ($4Ca \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$) = C4AF

Estos cuatro elementos químicos, contribuye a su comportamiento, cuando pasa de un estado a otro.

Tabla N° 01: Componentes químicos del cemento.

%	Componente químico	Procedencia usual
95%<	Oxido de calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Silice (SiO ₂)	Areniscas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Arcillas
	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, Mineral de Hierro, piritita
5%<	Oxido de Magnesio, Sodio, potasio, titanio, azufre, fósforo y magnesio	Minerales Varios

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

Tabla N°02: Rango de porcentajes en componentes químicos del cemento.

Tipos de Cementos:

Tipo I, para uso no contiene ninguna adición especial.

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

Para nuestra investigación se trabajó con el tipo I cemento portland.

Tabla N° 03: Componente químicos del cemento portland tipo I

Fuente: (RIVERA, 2013)

Agregados

Agregado Fino

Cuando las rocas se desintegran naturales o artificiales nos ofrece un material de agregado fino, que pasan el tamiz de 3/8" (9.51mm) y es retenido en el tamiz N°200 (74um). Norma Técnica Peruana 400.011.

Para nuestra investigación utilizaremos el agregado que proviene de la Cantera "BESIQUE" que se encuentra ubicada en el distrito de Chimbote –Santa –Ancash. Esta cantera está compuesta por arena gruesa e intercalada con arenas eólicas.

Propiedades físicas

Calla S (2013, p 11).El agregado fino utilizados en el concreto tiene que efectuar con las exigencias de las especificaciones técnicas de las Normas Técnicas Peruanas,

las propiedades nos dará valores que será empleados en el diseño de mezcla de concreto que se requiera en obra.

Peso unitario.

Calla S (2013, p 11).El peso unitario no determina la calidad de los agregados y es importante para determinar el % de vacío. Cuanto más compactado es el agregado es mayor su peso.

Absorción.

Calla S (2013, p 11).Cuando los agregados han estado sumergidos bajo el agua durante un día, se comienza a secar el material.

Granulometría.

Rivva, E (2010, p 12) Es la división de formas y tamaño de las partículas del agregado, para esto se realiza el tamizado (norma ASTM C 136). Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

Los análisis granulométricos tienen como objetivo enmarcar las partículas de los agregados.

Tabla N° 04: Granulometría del agregado

Malla	% que pasa
3/8"	100
N° 4	95 – 100
N° 8	80 – 100
N° 16	50 – 100
N° 30	25 – 60
N° 50	10 – 30
N° 100	0 - 10

Módulo de finura.

Riva, L (2010, p 12) Es un numero adimensional que se calcula sumando los porcentajes que fueron retenidos en los tamices y dividiendo entre 100. Para este ensayo se utiliza los tamices que son: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, N°3/8. El módulo de finura nos indica de la finura del agregado entre mayor sea el modo de finura, más grueso será el agregado.

Superficie específica.

Riva, L (2010, p 13) Es la sumatoria de áreas superficiales de partículas del agregado, cuando pasa el material por la malla N° 200, determina cantidad de finos que presenta el agregado.

Agregado grueso

Se denomina agregado grueso cuando es retenido por la malla N° 4(4.75 mm) dicho tiene que cumplir con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037.

En nuestra investigación vamos a utilizar el agregado de la Cantera “RUBEN” que se encuentra ubicada en el distrito de Chimbote –Santa –Ancash.

Propiedades físicas.

Calla S (2013, p 13).Los agregados, como su peso volumétrico, solidez, resistencia a la abrasión y las características térmica, influyen en la resistencia del concreto y en el endurecimiento, así como también en la durabilidad y la resistencia del intemperismo.

Peso unitario.

Calla S (2013, p 13).Ya tiene un molde definido con su volumen. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C29 y NTP 400.017.

Contenido de humedad.

Calla S (2013, p 13).La partícula contiene agua retenida superficial en la mezcla

Absorción.

Calla S (2013, p 13).Aumento de peso de los agregados debido al agua en los poros del agregado.

Gravedad específica.

Calla S (2013, p 14).Es la conexión de la masa o el peso del aire del volumen del material a la masa del mismo volumen de agua a una temperatura indicada.

Granulometría.

Sánchez, M (2015, p 14) La malla de tamaño máximo nominal, poder tener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño.

Para el análisis granulométrico del agregado grueso, los tamices que tomaremos para realizar dicho ensayo serán 3", 1 ½", ¾", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, siendo los porcentajes que pasan según la norma ASTM C33 para los diferentes usos granulométricos del agregado grueso.

Módulo de finura.

Sánchez, M (2015, p 14) El módulo de finura del agregado, cuanto mayor es el MF, más grueso es el agregado.

Agua para concreto

Sencico (2014, p 14) El agua en la mezcla de concreto, tiene una reacción química que forma una pasta o gel, dado que cuando está en fresco es manipulable, cuando se endurece se convierten sus propiedades en producto deseado.

El agua debe cumplir con los requisitos de la norma NPT 339.088, es preferible usar el agua potable en obra.

Tabla N°05: Límites permisibles del agua.

Descripción	Limite permisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sale Solubles totales	1500 ppm
pH	Mayor de 7
Sólidos en Suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

Curado:

Sencico (2014, p 15) Se refiere que una vez que el concreto este endurecido se tiene que mantener húmedo, dado que pierde agua y tiene que reponer lo perdido.

Para el curado es preferible y recomendable usar el agua potable, si es que no es posible usar el agua potable, puede ser agua de río, pozo o lago, tiene que estar claro o transparente.

Cuando vayamos a curar un aligerado, se tiene que hacer al día siguiente, dado que puede soportar el paso de la persona.

Se debe de curar por 14 días una vez que haya sido desencofrado, si es que no es posible se deberá curar por 7 días.

Si no se llega a curar su resistencia bajaría considerablemente hasta un 40%, pueden aparecer fisuras y dañar la estructura.

Un curado adecuado es muy importante para que un concreto llegue a su máxima resistencia.

Conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*)

Mendo, J (2008, p 16) Es un molusco, tiene una concha curva con valvas diferentes, siendo el lado izquierda más convexa que la del otro lado, dado que se encuentran costillas radiales en números variables de 23 a 26 por lado. Cada valva posee prolongaciones, denominadas orejas distintas, siendo la anterior de mayor tamaño. El color de su textura por fuera varía desde el color rosado al púrpura oscuro, incluyendo color naranja.

Es conocida científicamente como *Argopecten purpuratus*

Estos animales se encuentran en la costa y bajo temperaturas 14° y 27°C.

La concha de abanico desova durante todo el año, sobre todo en fechas del niño. Cuando son jóvenes de 40-50 mm de altura de la concha crecen cerca de 4-5 mm por mes en el verano, su alimento principal, lo conforma el fitoplancton.

En el ciclo de vida tiene 04 etapas: huevo, larva, juvenil y adulto.

Cultivo de concha de abanico

Podemos encontrarlas en el departamento de Ancash, y en Lima

También, destacan bancos naturales ubicados en Pisco, Paracas, Sechura (Piura), Lobos de Tierra (Lambayeque), Bahía de Independiente e Isla San Lorenzo (Lima).

Se aprecia en el gráfico que los principales países de producción de conchas son Perú y Chile.

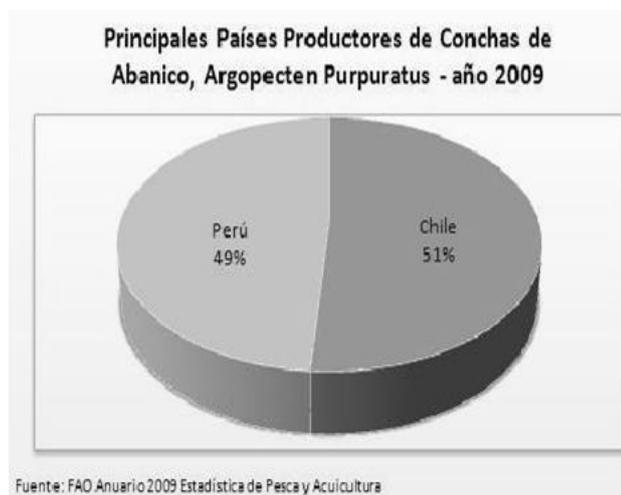


Figura N° 01: Principales países productores de conchas de abanico

Gracias al cultivo de las conchas muchas familias han salido adelante, dado que es su sustento económico en el país. Es una actividad muy importante para el país.

Esto se refleja en los datos que nos ofrece PRODUCE ya que presentan aproximadamente el 70% del valor total de exportación nacional de concha de abanico, como se demostró en el año 2013 con 11242 toneladas en la bahía de Sechura de un total nacional de 14970 toneladas.



Figura N° 02: Exportaciones de conchas de abanico

Entre los años 2002-2009 Perú fue el mayor productor de conchas de abanico que su país vecino Chile. En el año 2010 el Perú logro 120 mil toneladas.

En marzo del 2011, existían aproximadamente 60 empresas ofrecidas a la producción para el desarrollo de la acuicultura entre Piura y Samanco (Chimbote).

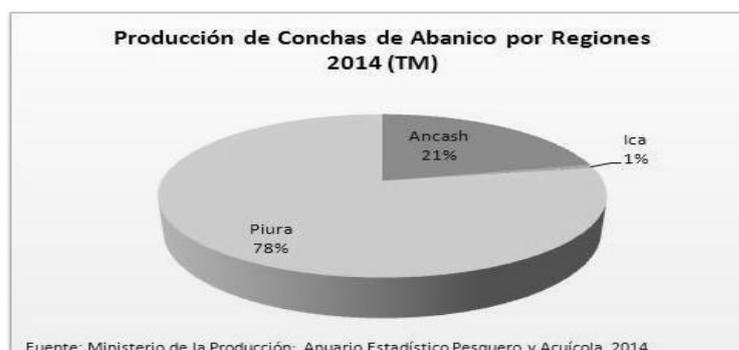


Figura N° 03: Producción de conchas de abanico

Características de las conchas de abanico como agregado según las normas técnicas peruanas

Nizama, D (2014, p 17) Se encuentran formados por caparazones de calcio.

Podría ser usado en agregados ya que nos es nocivo para el concreto, la cual es orgánica y sus características son parecidas al agregado convencional.

Se analizarán según las Normas Técnicas Peruanas.

Forma

Nizama, D (2014, p 17) Sus caparazones de estos moluscos tienen partículas laminares e irregulares, ya que su espesor varía entre 1.50mm y 3.00 mm.

Las partículas laminares en el concreto fresco baja la trabajabilidad y resistencia en el concreto endurecido.

Se espera que por la presencia de partículas de las conchas de abanicos baja la trabajabilidad.

Textura

Nizama, D (2014, p 17) Los caparazones son de 02 tipos, se encuentra un lado muy rugoso y el otro totalmente liso, su rugosidad es bien notoria.

Humedad y capacidad de absorción

Nizama, D (2014, p 17) Son dos parámetros que influyen en la trabajabilidad en el concreto fresco, si en caso la concha triturada llegara absorber más agua en comparación al agregado convencional, la trabajabilidad descendería, ya que será necesario de realizar el SLUMP.

Resistencia a la abrasión

Nizama, D (2014, p 18) Nos damos que es un material que tiene una resistencia baja que los agregados convencionales, pero para eso se tendría que realizar estudios, ensayos, para luego analizar los resultados.

Resistencia a los sulfatos

Nizama, D (2014, p 18) Se tendría que evaluar y analizar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, según lo especificado en la NTP 400.016.

Durabilidad

Nizama, D (2014, p 18) Según la norma (NTP 400.016) se le denomina durabilidad a la resistencia generada a los agentes externos como las bajas temperaturas, la penetración del agua, agotamiento por abrasión, retracción al secado, eflorescencias, corrosión, o choques térmicos, entre otros.

Composición química según ensayo de eflorescencia

Tabla N° 06: Composición química expresada como óxidos

Composición química	Resultado (%)	Método utilizado
Oxido Calcio (CaO)	99.587	Espectrometría de
Oxido de Estroncio (SrO)	0.344	Fluorescencia de rayos X
Trióxido de azufre (SO ₂)	0.059	

Tabla N° 07: Composición química expresada como elementos

Composición química	Resultado (%)	Método utilizado
Calcio (CaO)	99.367	Espectrometría de
Estroncio (SrO)	0.402	Fluorescencia de rayos X
Azufre (SO ₂)	0.231	

Producción de Trigo (*Triticum sativum*)

Tejada, T(2008 p 20) Etimológicamente proviene del vocablo latino triticum, la cual significa riturado o trillado, refiriéndose a la acción que se realiza para tener dicho grano de trigo es lograr separado de la cascarilla que lo cubre o envuelve.

El trigo es una planta cereal de tallo hueco, con hojas alargadas con una vaina que abraza el tallo, una inflorescencia en espiga de cuatro o más hileras de granos y fruto, puede alcanzar hasta 1 metro de altura. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles.

El trigo puede ser aprovechado por completo, por ejemplo, el grano es usado como harina, para preparar productos derivados tales como el pan, fideos, galletas y otros productos alimenticios. Asimismo, para consumo directo en la preparación de platos de comida.

Este producto además está entre los tres cereales más importantes producidos en el mundo, de la mano del maíz y el arroz. En nuestro país se encuentra una gran área de superficie cosechada de este producto, estando entre los principales, después del arroz, papa, maíz y cebada.

Tabla 08: Cultivos con mayor área sembrada en el Perú

Cultivos Alimenticios	Superficie Cosechada (Ha)
Arroz	315.117
Papa	257.341
Maíz amiláceo	207.150
Cebada	151.007
Trigo	138.155
Plátano	133.083
Yuca	83.714
Frejol	58.011
Habas	52.144
Arveja	38.014
Quinao	28.326
Olluco	28.326
Oca	19.434
Camote	12.475
Cebolla	18.039
Mashua	6.654
Cultivos Industriales	
Maíz amarillo	280.274
Algodón	65.269
Caña de Azúcar	77.176
Marigold	8.845

Fuente: Cultivos con mayor área sembrada en el Perú

Como lo expresa el Ministerio de Agricultura, 2013, en los principales aspectos de la Cadena Agro productiva.

El consumo de trigo en el Perú es básico. El mayor porcentaje de cultivo de este cereal se encuentra en la parte sierra con un 97% y en la costa con un 3%.

La producción del trigo se cultiva entre los 2500 y 3500 m.s.n.m. en suelos pedregosos y superficiales, en laderas donde no se encuentran otros cultivos. La población campesina depende de este producto para así tener una mejor calidad de vida.

Dentro de los datos estadísticos acerca de la producción, superficie cosechada, rendimiento y precio al año 2014 en Ancash, de acuerdo al MINAG, tenemos:

Tabla N° 09: Datos estadísticos

Actividad	Unidad de medida	Cantidad
Producción	Toneladas	18109
Superficie cosechada	Hectáreas	18007
Rendimiento	Kg/Ha	1006
Precio	S/. nuevos soles	1.95

Fuente: Series Históricas de Producción Agrícola MINAG

El trigo es una planta que tiene las siguientes partes:

Raíz: Posee una raíz con numerosas ramificaciones, las cuales pueden tener 25 cm de hondura, algunas llegan a un metro.

Tallo: Es una caña con orificios con 6 nudos que van hacia la parte de arriba, alcanzan entre 0.5 a 2 metros de altura.

Hojas: Su forma alargada, recta y termina en punta.

Inflorescencia: Espiga conformada por un eje escalonado o tallo central de entrenudos cortos, la cual lleva 20-30 espiguillas en forma alterna, laxa o compacta.

Granos: De forma ovalada con sus extremos redondeados. Los granos se obtienen en la trilla. Elemento que es más usado, por lo cual las demás partes de la planta resultan ser desechos entre los cuales se encuentran la paja de trigo.

Tipos de Puzolanas

Puzolanas Naturales

Rivva, E (2010, p 23) Proviene de las cenizas de los volcanes cuando están en actividad.

Puzolanas Artificiales

Rivva, E (2010, p 23) Los diferentes procesos industriales y agrícolas dan como resultado a las puzolanas artificiales, entre ellas tenemos la arcilla cocida, ceniza de cascara de arroz, paja y bagazo.

La norma ASTM C 618-03 divide en tres los tipos de ceniza

Clase N: Son aquellas puzolanas naturales calcinadas o sin calcinar, ya que pueden requerir la calcinación, para obtener propiedades satisfactorias.

Clase F: Son producida las cenizas volantes gracia a la calcinación del carbón antracitico.

Clase C: Las ceniza son producidas de la calcinación del carbón sub-bituminoso o lignito. También posee propiedades puzolánicas tiene propiedades cementicia.

Rivva, E (2010, p 23) Ya viendo las clases de cenizas se decide emplear para la elaboración del concreto la ceniza de Clase F, no es recomendable la del Clase C, ya que contiene exceso de cal.

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Rivva, E (2010, p 23) Se encuentra diferencia en la composición química de las puzolanas, se puede juzgar sobre la sumatoria de los óxidos y se sugiere que tienen que estar clasificadas por su contenido de óxido de cal.

La norma ASTM-C-618-03 dice que la composición química tiene que cumplir con dichos requisitos que se presenta en la siguiente tabla N° 10

Tabla N°10: Requerimientos químicos de las Cenizas

	Clase		
	N	F	C
Dióxido de Silicio (SiO ₂)+óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)+óxido de hierro(Fe ₂ O ₃), min %	70.00	70.00	50.00
Trióxido de azufre (SO ₃), máx. %	4.00	5.00	5.00
Contenido de Humedad, máx. %	3.00	3.00	3.00
Pérdida por calcinación, máx. %	10.00	6.00	6.00

Fuente: Astm C 618-03

PH

Sencico (2014, p 24) Es un indicador de acidez, ya que es una de las propiedades principales del agua. Su rango esta entre 0 a 14, siendo 7 el rango neutral

Si es que el nivel de Ph en el agua es menor a 9.5 es muy probable de presentarse corrosión, esto resulta que se agriete el concreto y no sea óptimo para la edificación.

Cenizas y componentes del cemento

PCA, (2004, p 24) El 75 % del peso del cemento es de los dos silicatos de calcio (C3S y C2S), al reaccionar con el agua se produce estos dos compuestos.

TABLA N° 11 Reacciones de Hidratación de los Silicatos del Cemento Portland



Silicato Tricálcico + H₂O Agua = C-S-H Silicato de calcio hidratado +CaO.H₂O Hidróxido de calcio



Silicato dicálcico+H₂O Agua = C-S-H Silicato de calcio hidratado +CaO.H₂O Hidróxido de calcio

Fuente (PCA, 2004)

Al tener una reacción la ceniza con el hidróxido de calcio ($CaOH$) en el concreto, es la producción de componentes cementantes adicionales.

Reacción cemento: $C3S + H$ (hidratación) \rightarrow C-S-H + $CaOH$

Reacción Puzolana: $CaOH + Ss\acute{il}ice$ componente de ceniza \rightarrow C-S-H

La reacción adicional cuando los productos de la cal y las cenizas, nos permite que el concreto con la ceniza siga aumentando su durabilidad en el tiempo

Diseño del concreto

Sánchez, D (2001, p 25) Sostiene que el diseño de concreto es la mezcla de todos los materiales que lo integran (agregados, agua, cemento), y lo define como el diseño de concreto es el proceso de selección de los materiales, para que tenga una buena trabajabilidad y consistencia adecuada, y toma como dimensiones a la trabajabilidad definiéndolo como la capacidad de ser colocado y consolidado, ensayos (Cono de Abram), que mide la consistencia y fluidez del diseño de mezcla, la consistencia que es el estado de fluidez, que tan dura o blanda esta la mezcla, la plasticidad es cuando es concreto fresco cambia de forma y la exudación que consiste en qué parte del agua de mezclado tiende a elevarse a la superficie durante el proceso de fraguado.

Resistencia

Juárez, E (2005, p 26) Es la capacidad de soportar una carga aplicada al concreto y es la principal característica del concreto, se puede expresar en kg/cm², MPa.

Tabla N° 12 Resistencia a la compresión Promedio

DÍAS	% DE RESISTENCIA
1	25-35%
03	42-53%
07	70-85%
14	85-95%
28	100-120%
60	Sube entre 10 y 15 de la resistencia de 28días

Comportamientos de la resistencia mecánica del concreto

Osorio, J. (2013, p 26). La resistencia de la pasta hidratada y endurecida (matriz), la resistencia de las partículas del agregado y la resistencia de la interface matriz-agregado.

Factores que intervienen a la resistencia

(Osorio, J. (2013, p 26) Podemos encontrar a los materiales ya que si están con arcilla o heces de animales, afectan a la resistencia del concreto.

El agua debe ser potable es lo preferible, dado que es muy importante para la resistencia.

Los factores que afectan a la resistencia del concreto como: la relación a/c y contenido de aire.

Es muy importante la relación a/c, ya que en obra se adiciona agua para mejorar la trabajabilidad, esto no debería suceder, ya que afectaría a la resistencia del concreto.

El concreto lleva aire incluido, el contenido de aire disminuye la resistencia, para que no afecte la resistencia, se debe tener una relación a/c baja.

Hay factores que afectan la resistencia del concreto como los agregados que pueden tener limos o material orgánico. La granulometría tiene un rol importante, porque permite su máxima capacidad del concreto en estado fresco y una mayor densidad en estado endurecido, y con esto se tiene una mayor resistencia.

Matriz de conceptualización y operacionalización de variables:

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Resistencia a la compresión del concreto	La resistencia a la compresión está definida por la capacidad de soporte que recibe una área cuando esta al contacto y se expresa en kilogramos por centímetros al cuadrado (kg/cm ²). Juárez ,E(2013)	Una vez cumplido con el curado de cada probeta se realiza el ensayo resistencia a la compresión en donde se realizó en la prensa automática del laboratorio.Según la norma NTP 334.051	Fuerza axial Área de contacto Tiempo de curado

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Combinación de ceniza de paja de trigo y ceniza de concha de abanico	Consiste en facilitar y hacer prueba, basadas en la relación agua-cemento y tomando en cuenta los factores que afectan al concreto (cemento, propiedades de los agregados y etc.) se comprueban las propiedades del concreto prácticamente y pueden hacerse. NTP, 400.037. Juárez E,2013)	Es la combinación de un porcentaje de ceniza de paja de trigo y un porcentaje de ceniza de concha de abanico en un 8% y 16% al concreto. Carranza, J (2020)	Porcentajes: 8% (2% de ceniza de paja de trigo + 6% de ceniza de concha de abanico) 16% (4% de ceniza de paja de trigo + 12% de concha de abanico)

HIPOTESIS

Al sustituir el cemento por una combinación de 2% y 4% de ceniza de paja de trigo y 6% y 12% de concha de abanico, se podrá modificar la resistencia del concreto $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ positivamente debido a precursores puzolanicos de silicio y calcio que tiene la paja de trigo y la concha de abanico respectivamente

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el cemento por una combinación 2% y 4% de ceniza de paja de trigo y 6% y 12% de conchas de abanico , en comparación con un diseño de concreto patrón.

Objetivos específicos

- Determinar la temperatura de calcinación de la concha de abanico y paja de trigo mediante un análisis térmico diferencial.
- Determinación de la composición química de la ceniza de paja de trigo y concha de abanico mediante el ensayo de fluorescencia de Rayos X.
- Determinar las proporciones de mezcla y relación a/c del concreto patrón y experimental con cemento sustituido al 2% y 4% de ceniza de paja trigo y 6% y 12% de concha de abanico.
- Determinar de pH de la ceniza de paja de trigo y concha de abánico por separado y en combinación del 2% y 4% y 6% y 12% respectivamente.
- Determinar la resistencia a la compresión $F'c=210\text{kg/cm}^2$ de las probetas patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días, mediante una validez estadística.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

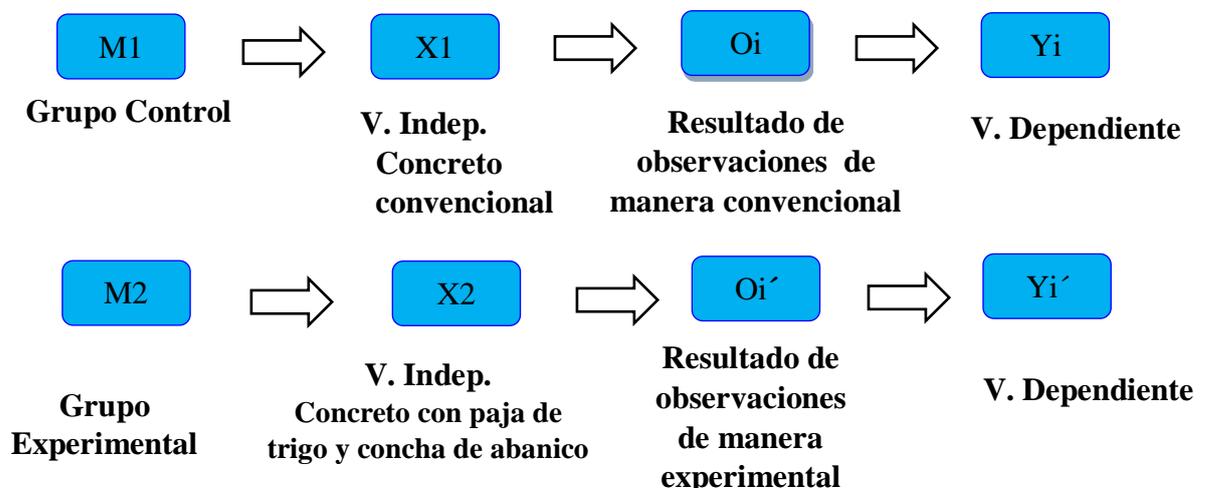
En la investigación correspondiente en la que se realizó es de causi-experimental, dado que se obtuvo en dichos resultados de nuestros ensayos, así dar una solución al problema que afecta al concreto en obras de edificaciones y que tenga un periodo largo de durabilidad, dado que afecta a muchas viviendas a nivel nacional.

Ya que la investigación es causi-experimental, dado que se trata de un experimento donde el investigador utilizó solo una variable. Conto con un grupo de control, y el investigador sólo puso a prueba un efecto a la vez.

En el trabajo de investigación que correspondió a un diseño que será de nivel causi-experimental, ya que se evaluaron dos modelos que por medios ensayos, y se consiguió los resultados de los modelos de estudio denominado:

Equipo Control y Equipo Experimental, dado que se utilizó como material el 2% y 4% de paja de trigo y 6% y 12% de concha de abanico en relación al desarrollo de un concreto experimental con el de un concreto convencional.

Siendo el esquema del diseño de investigación el siguiente:



Dónde:

M1: Muestra 1 de Elementos en Grupo control (concreto convencional).

M2: Muestra 2 de Elementos en Grupo Experimental (concreto elaborados de manera experimental, sustituyendo 2% y 4% de paja de trigo y 6% y 12% de concha de abanico).

X1: Variable independiente (Concreto elaborado de manera convencional).

X2: Variable independiente (Concreto sustituyendo 2% y 4% de paja de trigo y 6% y 12% de concha de abanico)

Y1: Variable dependiente (resistencia a la compresión de un concreto elaborado de manera convencional).

Y1': Variable dependiente (resistencia a la compresión de un concreto modificado)

Población y muestra

Población

La población estuvo constituida: Por 27 probetas.

Constituido por el diseño de mezcla del concreto según el estándar de construcción, que ya ha sido elaborado en el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro de Chimbote, con sus respectivos moldes para calcular el diseño de concreto convencional y el diseño de concreto aplicando cenizas de "PAJA DE TRIGO Y CONCHA DE ABANICO".

Muestra

De acuerdo a la norma ASTM C-109 y su similar en Perú la NTP 334-090 tomamos un conjunto de como población de 27 unidades muestras de probetas de concreto.

Por lo tanto. $N=27$

Técnica e instrumento

Técnicas de recolección de información	Instrumento	Ámbito de la investigación
Observación científica	Guía de observación resumen Fichas técnicas de pruebas	Grupo control y grupo experimental

Tuvimos que observar el material para poder registrarlo en forma cuidadosa y exacta.

Para esto utilizamos una guía de observaciones que resumido nos permitió elaborar sistemas de organización y clasificación de la información.

Proceso y análisis de los datos

Se aplicaron los siguientes métodos estadísticos, tanto descriptivo como inferencial.

Método descriptivo

Recolectada la información para el proceso de investigación, utilizamos métodos estadísticos descriptivos que apruebe clasificar sistemáticamente dicha información, presentarlo y resumirlo convenientemente como lo constituye las tablas de distribución de frecuencia, además visualizar el comportamiento de las variables de estudio se construirán gráficos estadísticos, ejemplo gráfico de barras.

Método estadísticos inferenciales

Se empleó la prueba de hipótesis diferencia de medias, para corroborar científicamente la hipótesis de trabajo formulada.

También se aplicó un análisis de varianza para evaluar y comprobar la variabilidad de la información en los grupos de estudios respectivos.

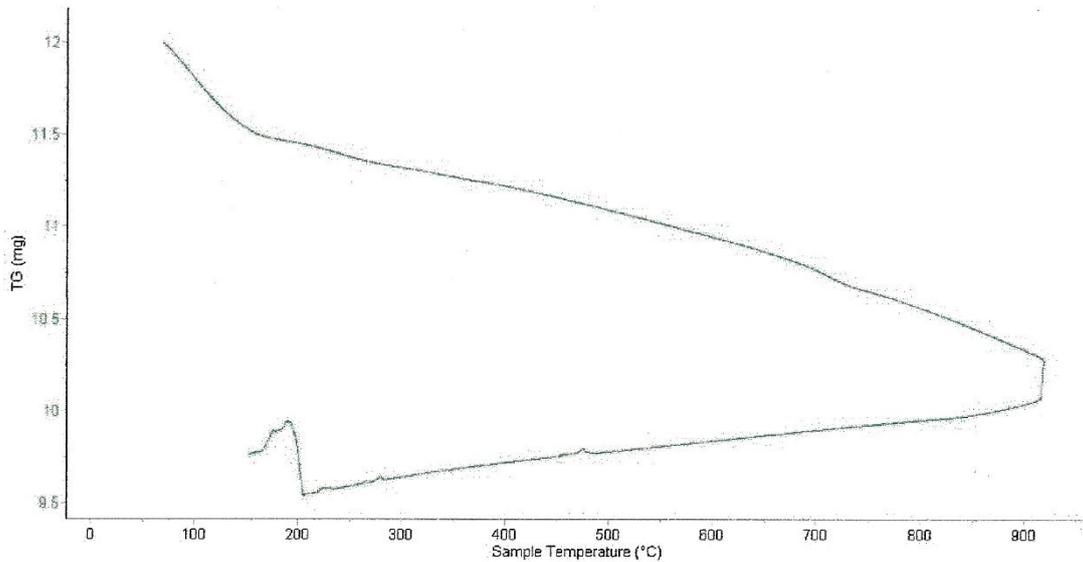
Para proyectar e inferir los resultados obtenidos en la muestra hacia la población, se aplicó la estimación de parámetros, en este caso de la medida poblacional y varianza poblacional.

El método experimental se apoyó en pruebas, ensayos, repetición, laboratorio especializados. La mayor parte del estudio, se realizó en el laboratorio, observando y debatiendo los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Determinar la temperatura de calcinación

Muestra: Ceniza de paja de trigo



Curva de pérdida de masa – análisis gravimétrico

Figura N° 04: Análisis termo gravimétrico – Ceniza de paja de trigo

Fuente: UNT- Laboratorio de polímeros

Según el análisis termo gravimétrico se muestra una importante pérdida del material conforme se aumenta la temperatura, la evidencia se da en el rango entre 80 y 130 °C y después el material pierde masa muy lentamente hasta completar la temperatura del ensayo.

Se identifica una pérdida total de aproximadamente 15% de la masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura del ensayo

Curva calorimétrica análisis térmico diferencial

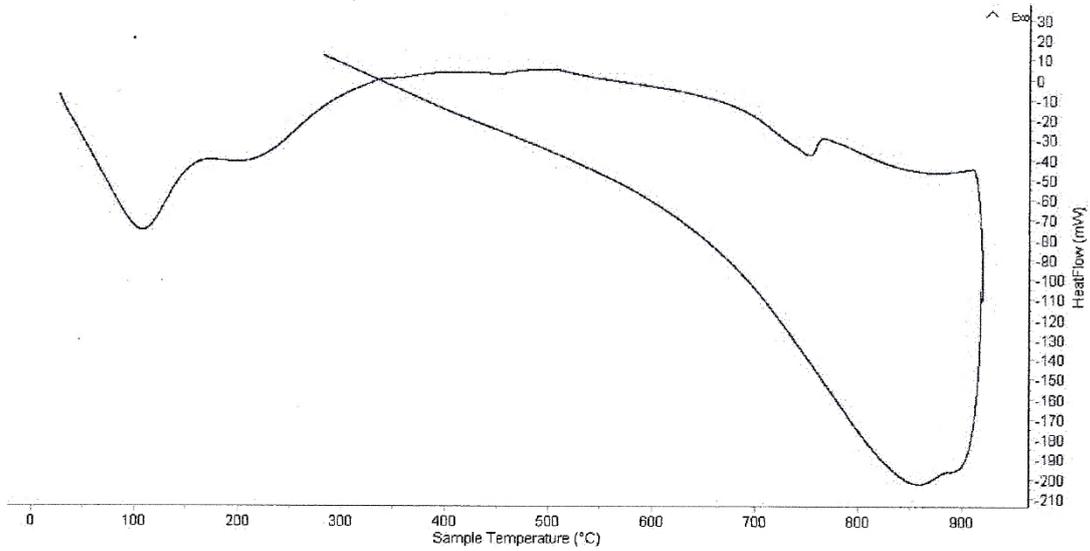
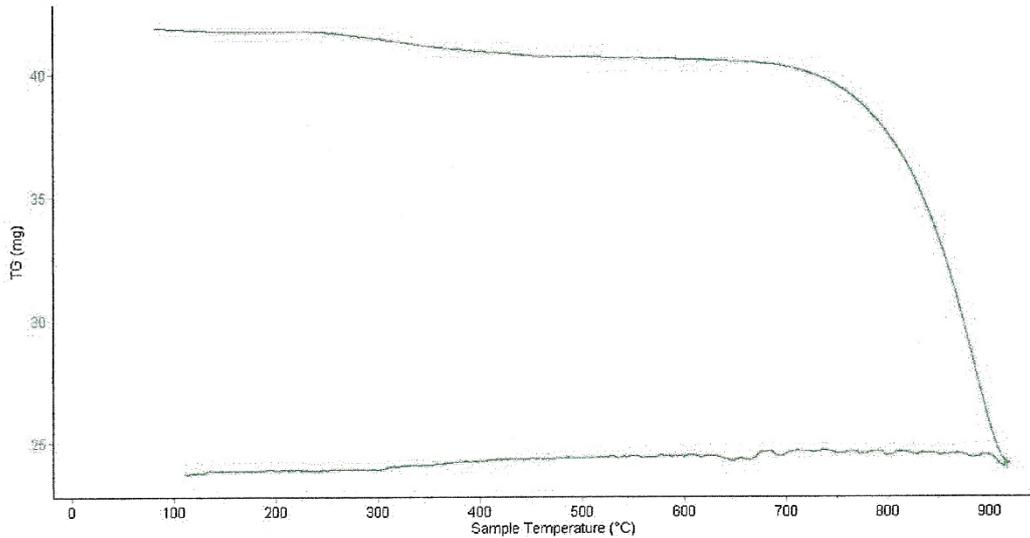


Figura N° 05: Curva Calorimétrica – Ceniza de paja de trigo

Fuente: UNT-Laboratorio de polímeros

De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un pico de absorción térmica a 110°C, y un pico ligero a 750°C, indicando algún posible cambio estructural y de las características en el material.

Muestra: Ceniza de concha abanico

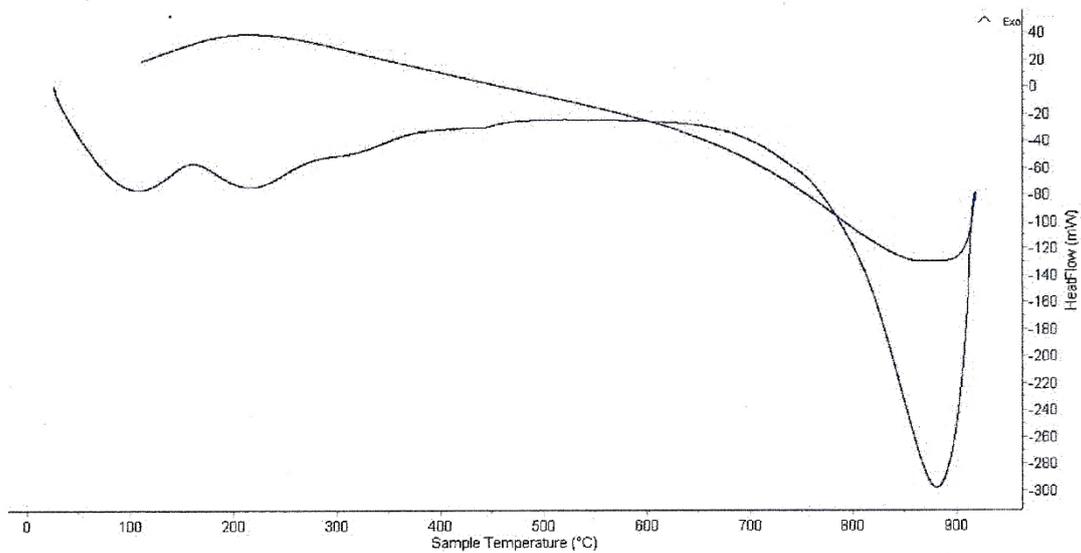


Curva de pérdida de masa – análisis termo gravimétrico

Figura N° 06: Análisis termo gravimétrico – Ceniza de concha de abanico

Fuente: UNT-laboratorio de polímeros

Según el análisis termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando 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 43% de su masa inicial.



Curva calorimétrica análisis térmico diferencial

Figura N° 07: Curva calorimétrica – ceniza de concha de abanico

Fuente: UNT-Laboratorio de polímeros

De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210°C y luego se aprecia un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Calcinación del material

Muestra: Ceniza de paja de trigo

Se procedió a la calcinación de la ceniza de paja de trigo a 750°C por 45 minutos.

El tiempo de calcinación se tomó en cuenta de los antecedentes.

Tabla N° 13: Pesos de ceniza de paja de trigo antes y después de calcinar

Muestra	Peso antes de calcinar	Peso después de calcinar
Ceniza de paja de trigo	59.69 g	48.88 g

Hubo una pérdida de 10.81 gramos (18.10%) de masa.

Muestra: Ceniza de concha de abanico

Se procedió a la calcinación de la ceniza de concha de abanico a 890°C por 3 horas y 30 minutos.

El tiempo de calcinación se tomó en cuenta de los antecedentes.

Tabla N° 14: Pesos de ceniza de concha de abanico antes y después de calcinar

Muestra	Peso antes de calcinar	Peso después de calcinar
Ceniza de concha de abanico	5493 g	3064 g

Hubo una pérdida de 2429 gramos (44.20%) de masa.

Caracterización de los materiales

Composición química de la ceniza de paja de trigo

Ceniza de paja de trigo		Resultados (%) 750°C por 45 minutos	
Composición química		(% Óxidos)	(% Normalizado)
Trióxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	1.903	1.645
Dióxido de Silicio	SiO ₂	88.364	76.409
Trióxido de Difósforo	P ₂ O ₃	1.902	1.644
Dióxido de Azufre	SO ₂	1.494	1.292
Dióxido de Cloro	ClO ₂	4.148	3.587
Óxido de Potasio	K ₂ O	14.054	12.153
Óxido de Calcio	CaO	5.107	4.416
Óxido de Titanio	TiO	0.051	0.053
Pentaóxido de Vanadio	V ₂ O ₅	0.010	0.008
Óxido de Manganeso	MnO	0.054	0.047
Trióxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	0.339	0.293
Trióxido de Niquel	Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
Óxido de Cobre	CuO	0.005	0.004
Óxido de Zinc	ZnO	0.022	0.019
Óxido de Estroncio	SrO	0.037	0.032
Óxido de Zirconio	ZrO	0.004	0.003
Dióxido de Cerio	CeO ₂	0.037	0.032
Total		117.548	100.00

Tabla N° 15: Composición química expresada como óxidos de la ceniza de paja de trigo

Fuente: UNMSM-Laboratorio de Arqueometria-FRXDE

Según tabla N°15, mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X, se obtuvo resultados óptimos en cuanto a la composición química ya que se esperó un porcentaje elevado en Óxido de Silicio (SiO₂) que tenga semejanza con la composición química del cemento.

La composición química de la ceniza de paja de trigo cuenta con 76.409% de Óxido de Silicio el cual permitirá obtener una buena resistencia y mantenerla.

Composición química de la ceniza de concha de abanico

Ceniza de concha de abanico		Resultados(%) 890°c por 3 1/2horas	
Composición química		(% óxidos)	(%normalizado)
Trióxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	5.297	5.083
Dióxido de Silicio	SiO ₂	0.648	0.622
Trióxido de fósforo	P ₂ O ₃	1.146	1.099
Dióxido de Azufre	SO ₂	0.549	0.527
Dióxido de Cloro	ClO ₂	0.183	0.126
Óxido de Potasio	K ₂ O	0.043	0.041
Óxido de Calcio	CaO	95.773	91.917
Óxido de Titanio	TiO	0.012	0.011
Óxido de Manganeso	MnO	0.002	0.002
Trióxido de Hierro	Fe ₂ O ₃	0.008	0.007
Óxido Cobaltoso Cobaltico	Co ₃ O ₄	0.002	0.002
Trióxido de Niquel	Ni ₂ O ₃	0.007	0.007
Óxido de Cobre	CuO	0.005	0.005
Óxido de Zinc	ZnO	0.002	0.002
Trióxido de Arsénico	As ₂ O ₃	0.008	0.012
Óxido de Estroncio	SrO	0.190	0.182
Total		104.196	100.00

Tabla N° 16: Composición química expresada como óxidos de la ceniza de concha de abanico

Fuente: UNMSM-Laboratorio de Arqueometria-FRXDE

En la tabla N° 16 mediante el ensayo de fluorescencia de rayos X, se obtuvo resultados óptimos en cuanto a la composición química ya que se esperó un elevado contenido de Óxido de Calcio en la ceniza de concha de abanico.

Se obtuvo un 91.917% de Óxido de Calcio y 0.622% de Dióxido de Silicio el cual va a proporcionar una buena resistencia.

Peso específico

Tabla N° 17: Ensayo de peso específico

Muestra	Peso (g) - Ensayo	Peso Especifico
Ceniza de paja de trigo	64	2.667
Ceniza de concha de abanico	64	3.616
Cemento 92% + 2% ceniza de paja de trigo + 6% ceniza de concha de abanico	64	3.404
Cemento 84% + 4% ceniza de paja de trigo + 12% ceniza de concha de abanico	64	3.216

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales.

Según tabla N°17, ambos materiales en combinación son semejantes al cemento en cuanto al peso específico.

Tabla N° 18: Ensayo de pH

Muestra	Peso (g) - Ensayo	pH
Cemento	20	12.77
Ceniza de paja de trigo	20	11.21
Ceniza de concha de abanico	20	12.96
Cemento 92% + 2% ceniza de paja de trigo + 6% ceniza de concha de abanico	20	13.02
Cemento 84% + 4% ceniza de paja de trigo + 12% ceniza de concha de abanico	20	12.97

Fuente: Laboratorio Físico Químico - COLECBI

Según la tabla N°18, se observan como resultados que los materiales son altamente alcalinas, lo cual origina la reacción de los agregados reactivos.

Determinar las proporciones de mezcla y relación agua/cemento del concreto patrón y experimental

Proporción de mezcla y relación agua cemento para concreto patrón y experimentales.

Tabla N° 19: Cantidad de concreto por probeta

Material	Pesos
Cemento	1931
Agregado grueso	6041
Agregado fino	6308
Agua	1361

Tabla N° 20: Peso de agua – relación agua/cemento (Patrón)

Peso según relación a/c	Agua para concreto
0.70 : 1	1361 g

Tabla N° 21: Peso de agua – relación agua/cemento. (Experimental 01)

Peso según relación a/c	Agua para concreto
0.72 : 1	1388 g

Tabla N° 22: Peso de agua – relación agua/cemento. (Experimental 02)

Peso según relación a/c	Agua para concreto
0.74 : 1	1438 g

Determinar y comparar la resistencia de concreto.

Concreto patrón:

Tabla N° 23 Características de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de C.P.

Patrón	Edad de ensayo		Pesos		Diámetro Promedio (cm ²)	Fuerza (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	f'c	f'c
	(En días)	Luego del desoncofrado	Luego del curado	%						%	
P-01	7	13.60	13.69	15.01	28788	176.86	162.77		77.51		
P-02	7	13.65	13.75	15.10	29255	178.99	163.45	162.68	77.83	77.47	
P-03	7	13.50	13.58	15.07	28850	178.28	161.83		77.06		
P-04	14	13.60	13.70	15.05	32400	177.80	182.22		86.77		
P-05	14	13.70	13.80	15.14	33920	179.94	188.51	188.04	89.77	89.54	
P-06	14	13.60	13.70	15.08	34520	178.51	193.37		92.08		
P-07	28	13.70	13.85	15.02	38860	176.86	219.72		104.63		
P-08	28	13.65	13.75	15.00	38130	176.63	215.88	220.26	102.80	104.89	
P-09	28	13.45	13.55	15.02	39880	177.10	225.19		107.23		

Concreto experimental 01:

Tabla N° 24: Características de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental 01 (Sustitución de 08% al cemento).

Experim ental 01	Edad de ensayo	Pesos		Diáme tro Prome dio	Fuerza	Área	Resistencia	Resistencia promedio	f'c	f'c
	(En días)	Luego del desoncofr ado	Luego del curado	(cm ²)	(kgf)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	%	%
P-01	7	13.35	13.45	15.10	29770	179.08	166.24		79.16	
P-02	7	13.50	13.55	15.08	26500	178.60	148.37	157.20	70.65	74.86
P-03	7	13.40	13.45	15.11	28150	179.32	156.99		74.76	
P-04	14	13.30	13.35	15.07	29560	178.37	165.73		78.92	
P-05	14	13.40	13.45	15.14	33280	180.03	184.86	176.36	88.03	83.98
P-06	14	13.50	13.60	15.04	31710	177.66	178.49		84.99	
P-07	28	13.30	13.35	15.10	32820	179.08	183.27	183.27	87.27	78.30

NOTA:

No se pudo realizar los ensayos de las otras (02) probetas por el motivo de la pandemia.

Concreto experimental 02:

Tabla N° 25: Características de los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de concreto experimental 02 (Sustitución de 16% al cemento).

Experimental 02	Edad de ensayo	Pesos		Diámetro (cm ²)	Fuerza (kgf)	Área (cm ²)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	f'c	f'c
	(En días)	Luego del desencofrado	Luego del curado						%	%
P-01	7	12.95	13.00	15.14	30710	179.95	170.66		81.27	
P-02	7	12.90	13.00	15.13	27100	179.79	150.73	159.08	71.78	75.75
P-03	7	12.95	13.05	15.10	27910	179.08	155.85		74.22	
P-04	14	13.20	13.30	15.11	32100	179.32	174.05		82.88	
P-05	14	13.25	13.30	15.14	26450	180.03	146.92	164.94	69.96	78.54
P-06	14	13.15	13.20	15.07	31010	178.37	173.85		82.79	
P-07	28	13.30	13.35	15.06	34100	178.13	191.43		91.16	
P-08	28	13.25	13.30	15.14	31540	180.03	175.19	181.17	83.43	86.27
P-09	28	13.25	13.30	15.11	31720	179.32	176.89		84.24	

Promedio de resistencia a la compresión de concreto

Tabla N° 26: Promedio de resistencia de cada grupo de concreto

	Concreto patrón kg/cm ²	Concreto experimental 01 kg/cm ²	Concreto experimental 02 kg/cm ²
7 Días	162.68	157.20	159.08
14 Días	188.04	176.36	164.94
28 Días	220.26	164.43	181.17
28 Días (%)	104.89%	78.30%	86.27%

Validez estadística

Tabla N°27 Resistencias a la compresión de probetas de concreto con una sustitución de cemento por ceniza de paja de trigo y concha de abanico según días de curado

Días de curado	Resistencia de concreto con ceniza de trigo y concha de abanico		
	Patrón	8%	16%
7	162.68	157.20	159.08
14	188.04	176.36	164.94
28	220.26	164.43	181.17

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP

En la tabla 27 se puede apreciar que las resistencias a la compresión de las probetas de concreto son mayores a los 28 días de curado y menores resistencias de presenta a los 7 días de curado.

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 ($p = 0.706$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en las probetas de concreto en cada tratamiento (sustitución de cemento por una

combinación de ceniza de paja de trigo y concha de abanico) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 28: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de las probetas de concreto.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Ceniza de paja de trigo y concha de abanico	7095,729	2	3547,865	36,951	,003
Días de curado	4855,063	2	2427,531	25,283	,005
Error	384,059	4	96,015		
Total	12334,851	8			

Fuente: Resultados de los ensayos del laboratorio, USP.

En la tabla 28 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por ceniza de paja de trigo y ceniza de concha de abanico (en una combinación de 8% y 16%) el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.003$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar 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 ceniza de paja de trigo y ceniza de concha de abanico en 0%, 8, y 16%, no son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de las probetas de concreto.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.005$, $p < 0.05$) 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).

Figura N° 08: Barra de promedio de resistencias de concreto patrón y experimentales

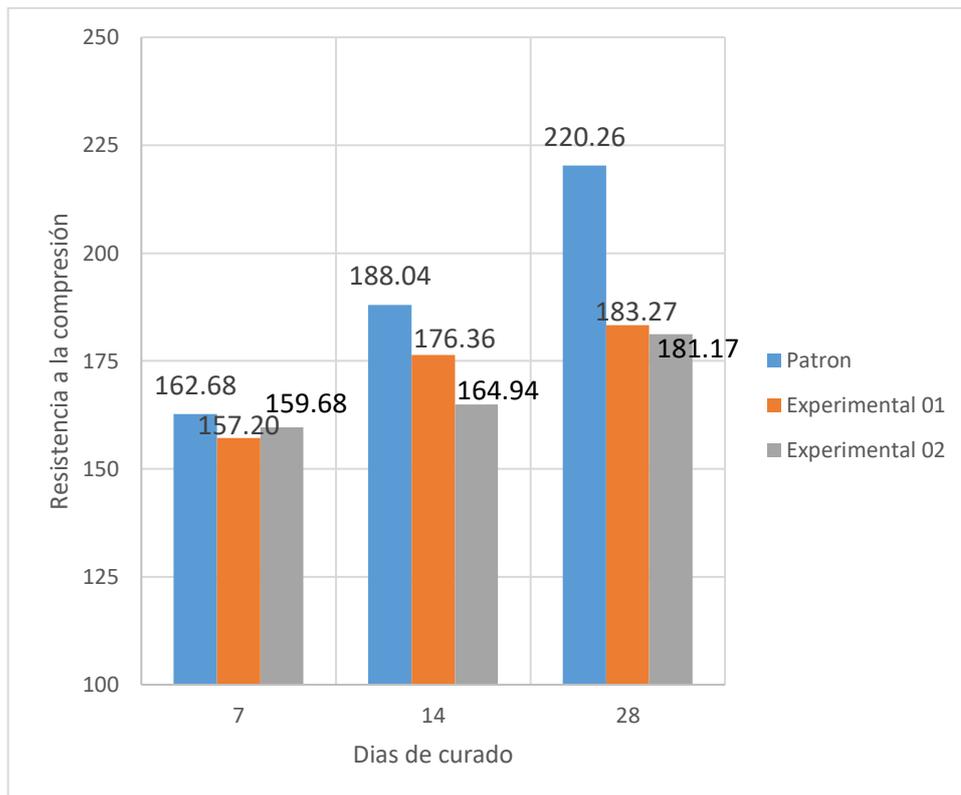
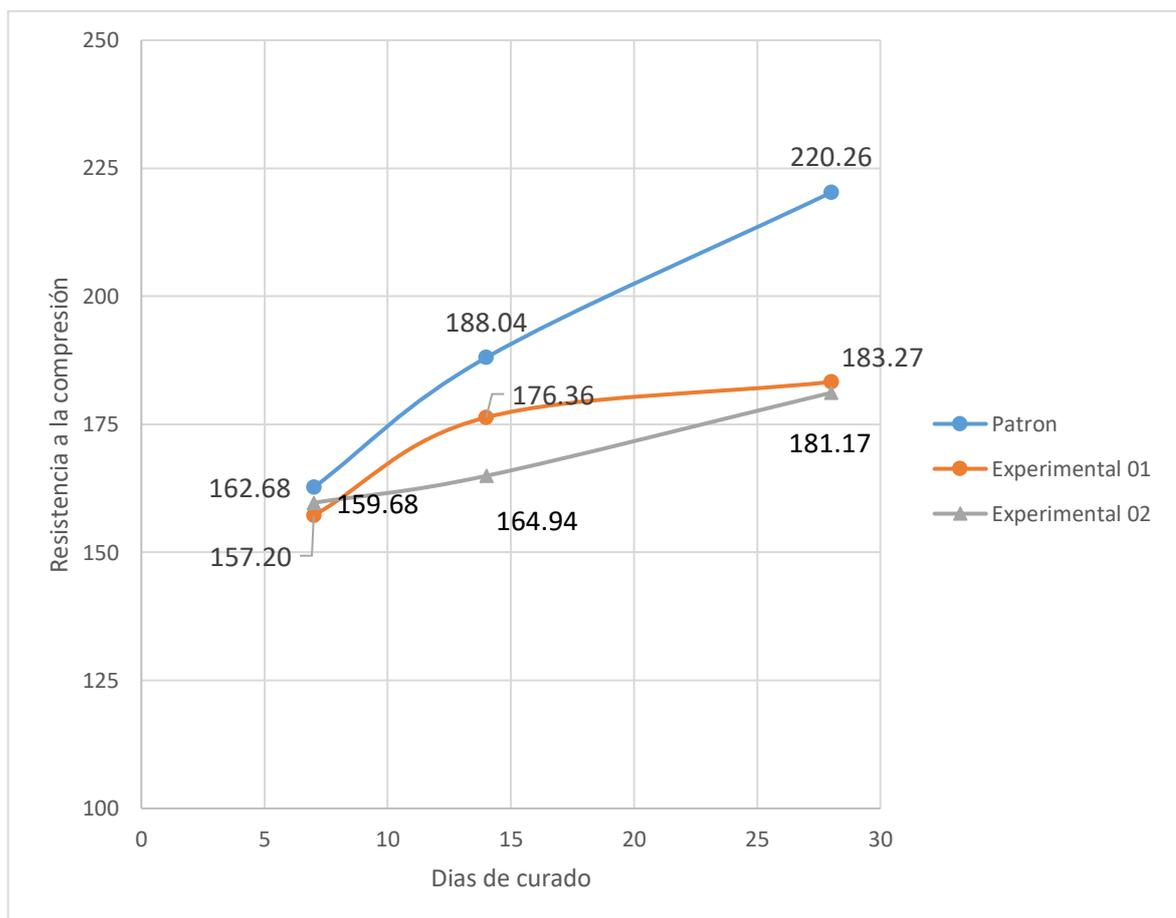


Figura N° 09: Línea de promedio de resistencias de concreto patrón y experimentales



ANALISIS Y DISCUSIÓN

Análisis y discusión

Se puede apreciar en los resultados de ensayo a la compresión de nuestros testigos que los resultados del concreto patrón fueron óptimos, por otro lado notamos en la tabla N° 24 y 25 notamos que la sustitución al 08% y 16 % aumenta la resistencia a las edades de 7, 14, 28 días de curado, pero no supera la resistencia f'_c 210 kg/cm².

Según la composición química de la ceniza de paja de trigo se observa en la tabla N° 15 tiene un alto contenido de silicio con 76.409% y de calcio 4.416% aportando a la resistencia del concreto, por otro lado tiene un contenido de potasio de 12.153% que podría provocar agrietamiento, así como también falta de dureza en el concreto.

Según la composición química de la ceniza de concha de abanico la cual se observa en la tabla N° 16 nos muestra un alto contenido de calcio con 91.917% la cual ayudara en la resistencia del concreto.

Para el diseño de mezcla el slump de la primera combinación se le agrego 250 mililitros de agua más de la dosificación y a la segunda combinación se le agrego 700 mililitros más de la dosificación para obtener una trabajabilidad similar a la del concreto patrón.

El pH de la ceniza de paja de trigo y la ceniza de concha de abanico son altamente alcalino con los valores de 11.21 y 12.96 respectivamente, y las combinaciones del 8% y 16% con los valores de 13.02 y 12.97 respectivamente siendo también altamente alcalinos, mostrando semejanza con la alcalinidad del cemento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las temperaturas obtenidas del análisis térmico diferencial activan la ceniza de paja de trigo y la ceniza de concha de abanico con altos contenidos de óxido de silicio (76.409) y óxido calcio (91.917%).

La composición química de la ceniza de paja de trigo cumple con la norma ASTM 618-3 para el uso de puzolanas naturales calcinadas (artificiales). Por otro lado ceniza de concha de abanico brinda un alto contenido de calcio que ayuda en la resistencia del concreto

Se concluye que el pH de las combinaciones tiene un nivel de un Cemento Portland Tipo I.

Se concluye que la ceniza de la paja de trigo y concha de abanico no aporta trabajabilidad a la mezcla, debido a la densidad es menor que la del cemento, por eso se agregó a la combinación 01, 250 ml de agua y la combinación 02, 700 ml y con una relación agua cemento de 0.72 y 0.74 respectivamente.

Se concluye que al obtener nuestra relación agua cemento con las cenizas de los materiales, indica que cuanto más denso el concreto, más apretado los poros y menos agua puede pasar a través de ellos, debido a eso se aumentó la relación a/c.

Se concluyó que la resistencia en la combinación al 08% supera por poco a la combinación al 16% en su resistencia a los 28 días de curado, pero no logran superar al concreto patrón.

Se concluye que la segregación del concreto son los materiales en polvo dado que sufrió una segregación por tamaño cuando se presentó variaciones importantes en la distribución de su tamaño de las partículas.

Recomendaciones

Recomiendo que se tienen que conservar las temperaturas obtenidas de los materiales, dado que contienen un alto contenido de silicio y calcio.

Recomiendo usar un aditivo que baje el porcentaje de óxido de potasio el cual está presente en la ceniza de paja de trigo ya que podría provocar agrietamiento, así como también falta de dureza en el concreto.

Se recomienda que para el curado de las probetas deban estar sumergidas totalmente y evitar ser expuestos a los rayos solares.

Se recomienda disminuir la relación agua cemento de los experimentales, para poder tener una resistencia parecida al concreto patrón.

Se recomienda un estudios de los agregados con ensayos en laboratorio de suelo y dicho ensayos deben realizar en una superficie limpia y evitar contaminación de los materiales.

Se recomienda alargar la edad de curado de la sustitución al 08 % y 16% en 60 días.

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión la probeta debemos retirar con anticipación del agua 03 horas, para tener resultados óptimos.

Se recomienda realizar el vaciado a una altura menor de 1.20 m. dado que evitaremos la segregación del concreto.

Se recomienda evitar pasar los 02 minutos de mezcla.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y mis Padres por darme la fortaleza y de no claudicar en mi investigación y llegar a cumplir unos de mis metas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ortiz, (2018). Resistencia A La Compresión Del Concreto $F'_c=210\text{kg/Cm}^2$ Al Sustituir El Cemento Con Ceniza De Concha De Abanico Y Cascara De Arroz En 12% En La Relación 3:1”
- Julián (2015). con su investigación titulada: "resistencia de nuevos materiales para sustituir el cemento en concreto”.
- Lencinas (2016). Con su investigación titulada: “evaluación de mezclas de concreto con adiciones de cenizas de paja de trigo como sustituido en porcentajes del cemento portland puzolánico ip en la zona altiplánica”
- Rivva, E, (2010). Materiales para el concreto (2da edición ed.). Lima: icg.
- Pca, P.C.(2004). Diseño y control de mezclas de concreto (vol. primera edición).
- Sánchez, F, (2001), "tecnología del concreto y del mortero", Colombia: bhandar editores.
- Osorio, j. (2013). “resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión”.
- Juárez e. (2005) tecnología del concreto.
- Abanto castillo, f. (1994). Tecnología del concreto. Lima-Perú: san marcos.
- Nizama, D(2014) Valoración de residuos crustáceos para concreto de baja resistencia
- Sencico (2014) Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto
- Rivera, G (2013) Concreto simple
- Mendo, J (2008) Manejo y explotación de los bancos naturales de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*) en la costa peruana
- Abanto, F (2017) Tecnología del concreto
- Tejada, T (2008) El cultivo de Trigo en la Sierra Norte del Perú

ANEXOS



Figura 01 Lugar de la paja de trigo (Cebadin – Cajamarca)



Figura 02: Limpieza de la paja para evitar los limos



Figura 03: Pulverizar la paja de trigo con el batan



Figura 04: Lugar de la concha de abanico (Samanco)



Figura 05: Lavado de las conchas (03 veces)



Figura 06: Pulverizamos las conchas de abanico con el batan



Figura 07: En la cantera “LA TRAVESURA”



Figura 08: Cuarteo de los materiales



Figura 09: Peso de los agregados



Figura 10: Slump patrón con el Ing. Cerna

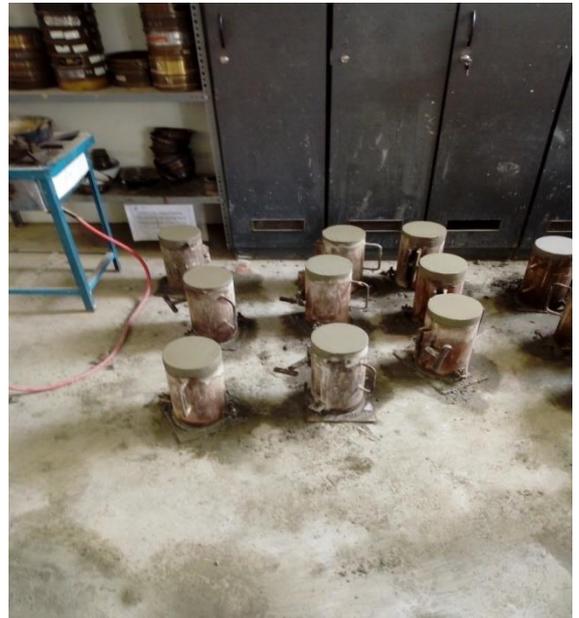


Figura 11: Vaceado de las probetas



Figura 12: Concreto Experimental 01



Figura 13: Slump Exp – 01 con el Ing. Montañez



Figura 14: Vaceado de probetas del Exp - 01



Figura 15: Concreto Experimental 02



Figura 16: Slump Exp – 02



Figura 17: Ensayo de compresión a los 7, 14y 28 (Patrón)



Figura 18: Ensayo de compresión a los 7, 14y 28 (C. Exp.)

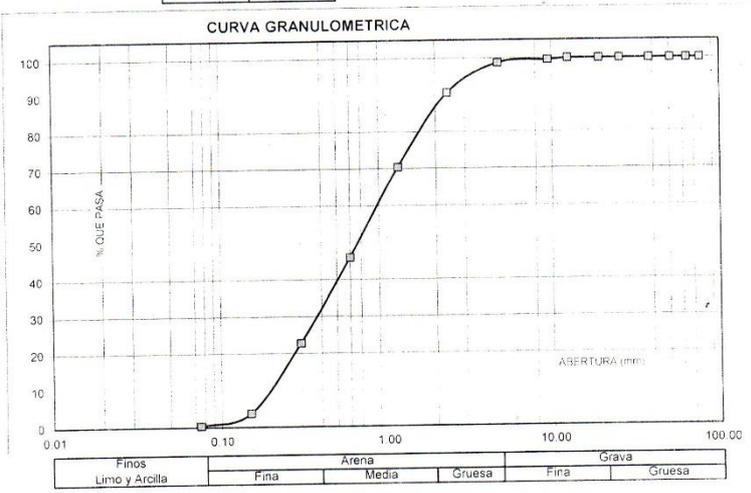
ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/09/2020

TAMIZ	Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	4.0	0.4	99.6
N° 4	4.76	7.0	0.8	98.8
N° 8	2.36	74.0	8.1	90.7
N° 16	1.18	184.0	20.2	79.4
N° 30	0.60	222.0	24.4	75.6
N° 50	0.30	212.0	23.3	76.7
N° 100	0.15	173.0	19.0	81.0
N° 200	0.08	31.0	3.4	96.6
PLATO	ASTM C-117-04	3	0.3	99.7
TOTAL		910.0	100.0	0.0

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.68

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.




UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Control y Ensayo de Materiales

 Jefe de Laboratorio

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

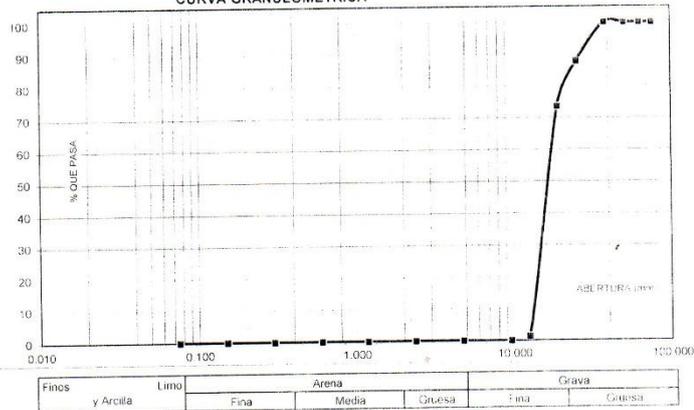
SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/06/2020

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumtu (%)	% Que pasa (gr.)
N° 3"	76 200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63 500	0.0	0.0	100.0
2"	50 800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38 100	0.0	0.0	100.0
1"	25 400	57.0	12.2	87.8
3/4"	19 100	66.2	14.2	73.6
1/2"	12 500	337.0	72.3	1.3
3/8"	9 520	0.2	1.3	100.0
N° 4	4 760	0.0	0.0	100.0
N° 8	2 360	0.0	0.0	100.0
N° 16	1 180	0.0	0.0	100.0
N° 30	0 600	0.0	0.0	100.0
N° 50	0 300	0.0	0.0	100.0
N° 100	0 150	0.0	0.0	100.0
N° 200	0 075	0.0	0.0	100.0
P.LATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0
TOTAL	466.4	100.0		

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

OBSERVACIONES
La muestra tomada de etiquetado por el solicitante.

CURVA GRANULOMETRICA



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

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr	858.00	858.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	107.00	107.00
F	Peso de material seco en estufa	gr	297.00	297.00
G	Volumen de masa (E-(A-F))		104.00	104.00
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.776	2.776
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.804	2.804
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/E	2.856	2.856
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		1.01	1.01

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.776
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.804
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.856
 Absorción (%) : 1.01


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Laboratorio de Materiales (Ensayo de Materiales)

 Jara

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

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/06/2020

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 vacíos (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	2.848
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.863	2.866
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.897	2.900
F	Absorción (%) $((D-A)/A) \times 100$	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 PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Fluidos y Ensayo de Materiales

 Jara

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7750	7750	7750
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4450	4450	4450
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1618	1618	1618
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1618		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1611		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8350	8350	8300
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	5050	5050	5000
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1836	1836	1818
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1830		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1822		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lib. Rosendo G. Uchima / Ensayo de Materiales

 Jara

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18050	18050	18050
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13000	13000	12950
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1398	1398	1392
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1396		
CORREGIDO POR HUMEDAD			
	1388		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19100	19000	19250
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14050	13950	14200
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1511	1500	1527
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1513		
CORREGIDO POR HUMEDAD			
	1504		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
 Lic. *[Firma]* Solar Jara

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 18/06/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	901.4	901.4
TARA + SUELO SECO (gr)	898.2	898.4
PESO DEL AGUA (gr)	3.2	3.0
PESO DE LA TARA (gr)	201.4	201.1
PESO DEL SUELO SECO (gr)	696.8	697
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.46	0.43
PRCM CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.44	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Calle Nacional N° 31005 - Esfuerzo de la Libertad
 Pisco - Ica - Perú
 JORGE RICHARD SAUCEDO CARRANZA

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 18/06/2020

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1110	1025.6
TARA + SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
PESO DEL AGUA (gr)	6.1	5.5
PESO DE LA TARA (gr)	0	0
PESO DEL SUELO SECO (gr)	1103.9	1020.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.55	0.54
PROM CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.55	


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 15/06/20

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

{ Frasco de Le Chaletier }
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH.CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
MATERIAL : 100% DE CENIZA DE PAJA DE TRIGO
FECHA : 18/06/2020

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

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Fundaciones
Jara

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chateir)
(Segun ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
TESIS RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
MATERIAL 100% DE CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
FECHA 18/06/2020

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	17.70	17.70
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	17.70	17.70
PESO ESPECIFICO	3.616	3.616
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	3.616	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecanica de Fluidos y Materiales
Mg. Miguel Solar Jara

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

{ Frasco de Le Chateaur
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000)

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
MATERIAL : 92% CEMENTO + 2% CPT + 6% CCA
FECHA : 18/06/2020

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	18.80	18.80
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	18.80	18.80
PESO ESPECIFICO	3.404	3.404
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	3.404	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Las Docentes de Ingenierías y Ensayo de Materiales
Jorge Solar Jara

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

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

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
MATERIAL : 84% CEMENTO + 4% CPT + 12% CCA
FECHA : 18/06/2020

PRUEBA N°	01	02
FRASCO N°		
LECTURA INICIAL	0.00	0.00
LECTURA FINAL	19.90	19.90
PESO DE MUESTRA	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	19.90	19.90
PESO ESPECIFICO	3.216	3.216
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	3.216	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Las Mercedes - La Paz y Embudo de Miraflores
Jorge Jara

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
FECHA : 18/08/2020

ESPECIFICACIONES

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico ###

B - Agua :

- Potable, de la zona

C.- Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1611 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1822 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.88

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1388 kg/m^3
- Peso unitario compactado 1504 kg/m^3
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y Geotecnia
Jara

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 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	211.217	lts/m ³
Agregado fino.....	937.342	kg/m ³
Agregado grueso.....	978.755	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$\frac{299.71}{299.71}$:	$\frac{937.342}{299.71}$:	$\frac{978.76}{299.71}$		
1	:	3.13	:	3.27	:	29.95 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1	:	2.90	:	3.51	:	29.95 lts / bolsa
---	---	------	---	------	---	-------------------

 **UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Nacional de Suelos, Ensayo de Materiales
Jara

DISEÑO DE MEZCLA
(8% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
FECHA : 18/06/2020

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"+2%CPT + 6%CCA
- Peso específico 3.40

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso específico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso específico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**
CENTRO DE INGENIERIA
Lab. de Materiales y Ensayo de Materiales
Mar Jara

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)	0.089
2%CPT + 6%CCA.....	(m ³)	0.008
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.336
Agregado grueso.....	(m ³)	0.342
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	275.73	kg/m ³
2%CPT + 6%CCA.....	23.977	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	933.19	kg/m ³
Agregado grueso.....	973.44	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	275.73	kg/m ³
2%CPT + 6%CCA.....	23.977	kg/m ³
Agua efectiva.....	211.22	lts/m ³
Agregado fino.....	937.34	kg/m ³
Agregado grueso.....	978.76	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{275.73}{275.73} : \frac{23.977}{275.73} : \frac{937.34}{275.73} : \frac{978.76}{275.73}$$
$$1 : 0.09 : 3.40 : 3.55 \quad 29.95 \text{ lts / bolsa}$$

DISEÑO DE MEZCLA
(16% SUSTITUCION DEL CEMENTO)

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

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"+4%CPT + 12%CCA
- Peso especifico 3.21

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :

CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.78
- Peso unitario suelto 1611 kg/m³
- Peso unitario compactado 1822 kg/m³
- Contenido de humedad 0.44 %
- Absorción 1.01 %
- Módulo de fineza 2.68

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 1"
- Peso especifico de masa 2.85
- Peso unitario suelto 1388 kg/m³
- Peso unitario compactado 1504 kg/m³
- Contenido de humedad 0.55 %
- Absorción 0.64 %


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Laboratorio de Materiales
 Ing. Ruben Jara

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)	0.081
4%CPT + 12%CCA.....	(m ³)	0.016
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.336
Agregado grueso.....	(m ³)	0.342
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	251.75	kg/m ³
4%CPT + 12%CCA.....	47.953	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	933.19	kg/m ³
Agregado grueso.....	973.44	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	251.75	kg/m ³
4%CPT + 12%CCA.....	47.953	kg/m ³
Agua efectiva.....	211.22	lts/m ³
Agregado fino.....	937.34	kg/m ³
Agregado grueso.....	978.76	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{251.75}{251.75} : \frac{47.953}{251.75} : \frac{937.34}{251.75} : \frac{978.76}{251.75}$$

$$1 : 0.19 : 3.72 : 3.89 \quad 29.95 \text{ lts / boisa}$$

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	-	29/01/2020	05/02/2020	7	162.69	77.47
02	PATRON	-	29/01/2020	05/02/2020	7	163.36	77.79
03	PATRON	-	29/01/2020	05/02/2020	7	161.74	77.02
04	PATRON	-	29/01/2020	12/02/2020	14	182.13	86.73
05	PATRON	-	29/01/2020	12/02/2020	14	188.41	89.72
06	PATRON	-	29/01/2020	12/02/2020	14	193.28	92.04
07	PATRON	-	29/01/2020	26/02/2020	28	219.61	104.58
08	PATRON	-	29/01/2020	26/02/2020	28	215.77	103.23
09	PATRON	-	29/01/2020	26/02/2020	28	225.61	107.43

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
 Ing. Jara

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - EXPERIMENTAL 8%

SOLICITA : BACH:CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

F^o C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (“)	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F ^o C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	19/02/2020	7	166.24	79.16
02	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	19/02/2020	7	148.37	70.65
03	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	19/02/2020	7	156.99	74.75
04	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	26/02/2020	14	165.72	78.92
05	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	26/02/2020	14	184.86	88.03
06	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	26/02/2020	14	178.49	84.99
07	EXPERIMENTAL	-	12/02/2020	11/03/2020	28	183.27	87.27

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
 Ingeniería de Materiales
 Mg. *[Firma]* Solar Jara
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION - EXPERIMENTAL 16%

SOLICITA : BACH CARRANZA SAUCEDO JORGE RICHARD
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO DE CENIZA
 DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHA DE ABANICO
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 18/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/F' C
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	21-02-2020	7	170.58	81.24
02	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	21-02-2020	7	150.75	71.78
03	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	21-02-2020	7	155.85	74.23
04	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	28-02-2020	14	174.05	82.88
05	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	28-02-2020	14	146.92	69.96
06	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	28-02-2020	14	173.85	82.79
07	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	13-03-2020	28	191.43	91.16
08	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	13-03-2020	28	175.19	83.43
09	EXPERIMENTAL	-	14-02-2020	13-03-2020	28	170.89	81.21

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
 Lic. Mecánica de Fluidos y Ensayo de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS
CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

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

INFORME DE ENSAYO N° 20200210-006

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : JOSE CARRANZA SAUCEDO.
DIRECCIÓN : Jr. Huancavelica 207 Florida Baja Chimbote.
NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADOS.
LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras.
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-10
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-10
FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-10
LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
CÓDIGO COLECBI : SS 200210-6

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
PAJA DE TRIGO	11,21
CONCHA DE ABANICO	12,96
CEMENTO +PAJA DE TRIGO 2% + CONCHA DE ABANICO 6%	13,02
CEMENTO +PAJA DE TRIGO 4% + CONCHA DE ABANICO 12%	12,97

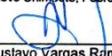
METODOLOGIA EMPLEADA

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 afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

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


A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
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 I 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



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR CENIZA DE PAJA DE TRIGO Y CENIZA DE CONCHAS DE ABANICO
SOLICITANTE:	CARRANZA SAUCEDO JORGE
FECHA DE RECEPCION	31/01/2020
FECHA DE ENSAYO	05/02/2020
MATERIAL:	CONCHAS DE ABANICO

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	890 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	3 Horas 30 min
PESO INICIAL	5.493 Kg
PESO FINAL	3.064 Kg
PERDIDA(%)	44.2 %


Jorge Alejandro Barraltes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384





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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°030-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 a pedido del Sr. **Carranza Saucedo, Jorge**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de Concreto Sustituyendo al Cemento con Ceniza de Paja de Trigo y Ceniza de Conchas de Abanico.”

La muestra había sido previamente calcinada 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 10 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4350 cts/s.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

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

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

Resultados.

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es ligeramente mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

compuestos diferentes de óxidos, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

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

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	5.297	5.083
SiO ₂	0.648	0.622
P ₂ O ₃	1.146	1.099
SO ₂	0.549	0.527
ClO ₂	0.183	0.126
K ₂ O	0.043	0.041
CaO	95.773	91.917
TiO	0.012	0.011
MnO	0.002	0.002
Fe ₂ O ₃	0.008	0.007
Co ₃ O ₄	0.002	0.002
Ni ₂ O ₃	0.007	0.007
CuO	0.005	0.005
ZnO	0.002	0.002
As ₂ O ₃	0.008	0.012
SrO	0.190	0.182
Total	104.196	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

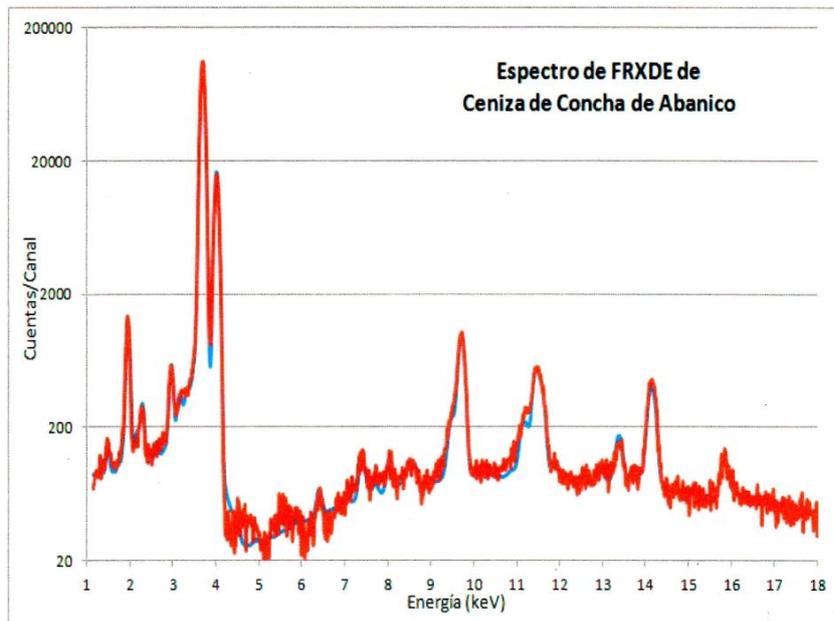


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de conchas de abanico en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 25 de Febrero del 2020



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°031-LAQ/2020

Análisis de ceniza de paja de trigo por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) de esta muestra de cenizas de paja de trigo a pedido del Sr. **Carranza Saucedo, Jorge**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a la Compresión de Concreto Sustituyendo al Cemento con Ceniza de Paja de Trigo y Ceniza de Concha de Abanico.”

La muestra había sido previamente calcinada a 700°C y está en la forma de grano fino de color gris.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 4640 cts/s.

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

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



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

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

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es mayor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Mg, que esta técnica no puede detectar, y/o compuestos diferentes de óxidos entre los elementos de mayor concentración como Si, K, Ca, Cl, Al y P, y/o hay una ligera deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de cenizas de paja de trigo en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	1.903	1.645
SiO ₂	88.364	76.409
P ₂ O ₃	1.902	1.644
SO ₂	1.494	1.292
ClO ₂	4.148	3.587
K ₂ O	14.054	12.153
CaO	5.107	4.416
TiO	0.051	0.053
V ₂ O ₅	0.010	0.008
MnO	0.054	0.047
Fe ₂ O ₃	0.339	0,293
Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
CuO	0.005	0.004
ZnO	0.022	0.019
SrO	0.037	0.032
ZrO	0.004	0.003
CeO ₂	0.037	0.032
Total	117.548	100.00



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

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

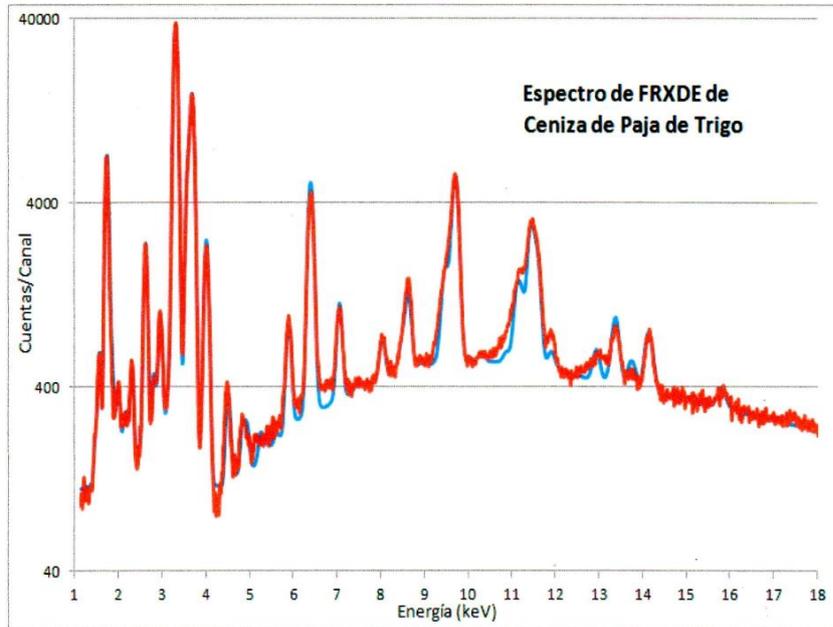


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de paja de trigo en escala semi-logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 25 de Febrero del 2020



Trujillo, 07 de febrero del 2020

INFORME N° 39 - FEB-20

Solicitante: Carranza Saucedo Jorge – 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-39F	42 mg	.....

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 42 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2035105-49790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

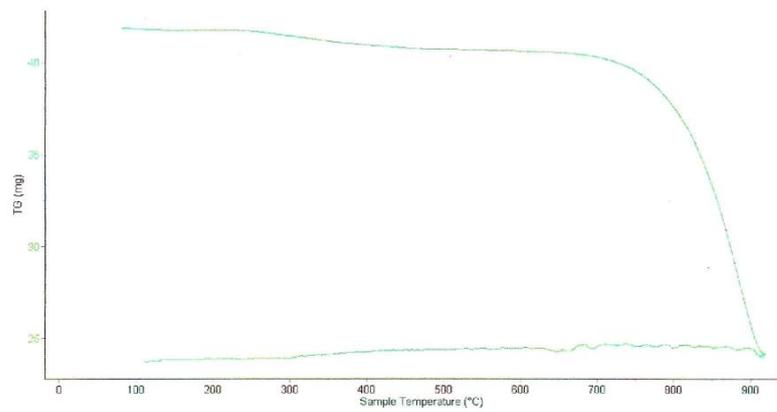


Trujillo, 07 de febrero del 2020

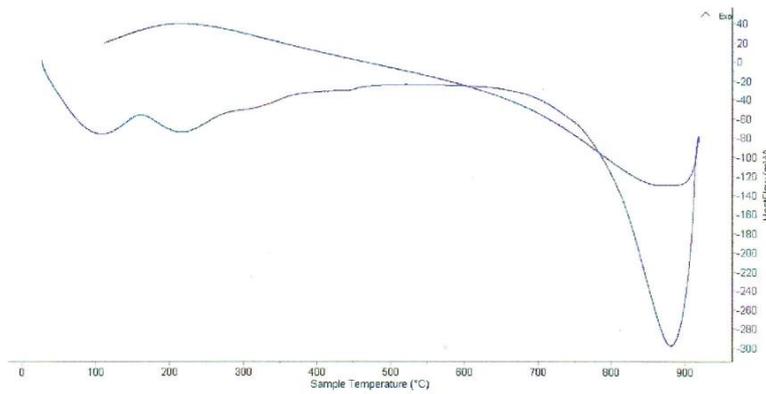
INFORME N° 39 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-2035105949790880 dsanchez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo, Perú





Trujillo, 07 de febrero del 2020

INFORME N° 39 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando 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 43% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 07 de febrero del 2020




Inge. Dany Mestas Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT



Trujillo, 07 de febrero del 2020

INFORME N° 40 - FEB-20

Solicitante: Carranza Saucedo Jorge – Universidad San Pedro
RUC/DNI:
Supervisor:

1. MUESTRA: Pajilla de trigo (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PT-40F	12.1 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: 12.1 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-2035105-49790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria / Trujillo - P.



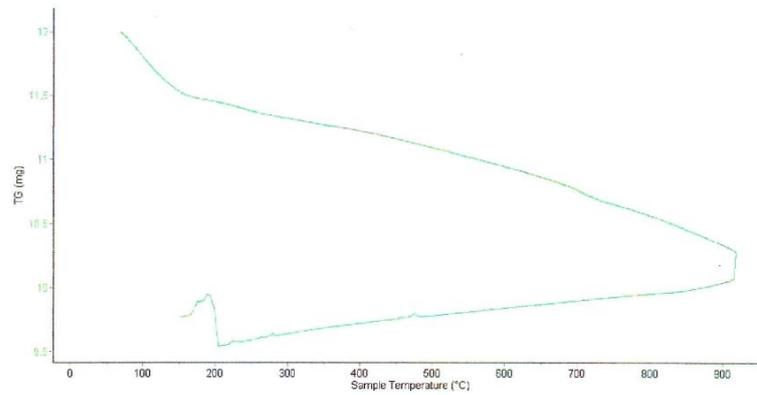


Trujillo, 07 de febrero del 2020

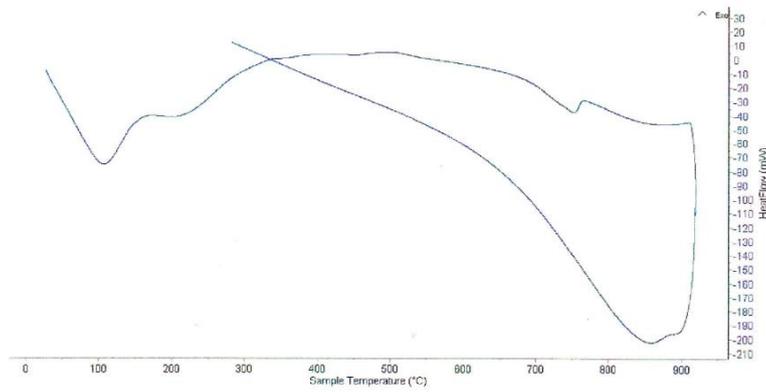
INFORME N° 40 - FEB-20

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



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





Trujillo, 07 de febrero del 2020

INFORME N° 40 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis termogravimétrico se muestra una importante pérdida del material conforme se aumenta la temperatura, la evidencia se da en el rango entre 80 y 130°C y después el material pierde masa muy lentamente hasta completar la temperatura del ensayo. Se identifica una pérdida total de aproximadamente 15% de la masa inicial cuando se alcanza la máxima temperatura del ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar un pico de absorción térmica a 110°C, y un pico ligero a 750°C, indicando algún posible cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 07 de febrero del 2020




Ing. Dany Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros

Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

