

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Resistencia a Compresión del Mortero sustituyendo en 5%
y 10 % de Cemento por Cenizas de Paja de Cebada.**

Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil

Autor:

Morales Avalos, Luis Enrique

Asesor:

Flores Reyes, Gumercindo

Chimbote – Perú

2019

PALABRAS CLAVE:

Tema	Mortero
Especialidad	Tecnología de concreto

KEY WORDS:

Topic	Mortar
Specialization	Concrete technology

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Programa	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
OCDE	2. Ingeniería y Tecnología 2.1. Ingeniería Civil Ingeniería de la Construcción
Sub-Líneas o campos de la investigación	Materiales de la Construcción Tecnología de la construcción y Procesos constructivos

TITULO

Resistencia a compresión del mortero sustituyendo en 5% y 10 % de cemento por cenizas de paja de cebada.

RESUMEN

El propósito de la investigación fue el saber en cuanto afecta la sustitución de las cenizas de paja de cebada en el cemento en un porcentaje de 5% y 10% respectivamente en la resistencia de un mortero, estudio que se realizara en la ciudad de Chimbote, 2018 utilizando un cemento portland tipo I; con agregado fino de cantera Ruben, con el fin de encontrar alternativas nuevas de materiales en aplicación en el campo de la ingeniería civil.

La paja de cebada con la mezcla de barro es utilizada para la fabricación de ladrillos de adobe para la construcción de muros para las viviendas en la región sierra de Perú, la cual es un material muy adherente y económico para este sector. Es por ello que pretender investigar el uso de nuevas alternativas de sustitutos de cemento para que sean accesibles y beneficioso para la población de Chimbote y el medio ambiente.

Es una investigación aplicada y explicativa, es de enfoque cuantitativo y de diseño experimental. La muestra consistirá de 27 cubos de concreto: 9 para patrón y 18 para 5% y 10% con ceniza de paja de cebada. Para ello estos materiales fueron procesados, mezclados y utilizado como reemplazo parcial del cemento en proporciones 2:1; y diseñado de acuerdo a la norma técnica peruana 334.051 (2013), la cual se realizó una serie de ensayos como el ensayo de la resistencia a la compresión, gradación de agregados, ensayo de fluidez.

Se determinó que la sustitución de la ceniza de paja de cebada en el cemento de 5% y 10% obtuvo una resistencia a compresión inferior de 3.49% y 13.28% con respecto a los patrones, el cual demuestra que no es un buen material para ser usado en el campo de la ingeniería civil como sustituyente del cemento.

ABSTRACT

The purpose of the investigation was to know how much it affects the substitution of barley straw ashes in cement in a percentage of 5% and 10% respectively in the strength of a mortar, a study to be carried out in the city of Chimbote, 2018 using a type I portland cement; with fine aggregate of Ruben quarry, in order to find new alternatives of materials in application in the field of civil engineering.

The barley straw with the mud mixture is used for the manufacture of adobe bricks for the construction of walls for homes in the Sierra region of Peru, which is a very adherent and economic material for this sector. That is why we intend to investigate the use of new alternatives of cement substitutes to be accessible and beneficial for the population of Chimbote and the environment.

It is an applied and explanatory research, it is of quantitative approach and experimental design. The sample will consist of 27 concrete cubes: 9 for pattern and 18 for 5% and 10% with barley straw ash. For this, these materials were processed, mixed and used as partial replacement of the cement in 2: 1 proportions; and designed according to the Peruvian technical standard 334.051 (2013), which was carried out a series of tests such as the compression resistance test, gradation of aggregates, flow test.

It was determined that the substitution of barley straw ash in cement of 5% and 10% obtained a lower compressive strength of 3.49% and 13.28% with respect to the standards, which shows that it is not a good material to be used in the field of civil engineering as a substitute for cement.

INDICE

PALABRAS CLAVES – LINEA DE INVESTIGACION	i
TITULO.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INDICE.....	v
I. INTRODUCCION	
II. METODOLOGIA	
III. RESULTADOS	
IV. ANALISIS Y DISCUSION	
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
VII. ANEXOS Y APENDICES	
ANEXO N°1: Ensayo de Análisis Térmico Diferencial.....	47
ANEXO N°2: Ensayos de Alcalinidad.....	51
ANEXOS N°3: Ensayo de Composición Química.....	53
ANEXO N°4: Ensayo a resistencia a compresión de morteros.....	58
ANEXO N°5: Resultado de Prueba de Hipótesis.....	63
ANEXO N°6: Panel Fotográfico.....	70

Lista de Tablas

TABLA N°01: Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo.....	7
TABLA N°02: Compuestos químicos del clinker del cemento portland.....	8
TABLA N°03: Composición química del cemento TIPO I	9
TABLA N°04: Los parámetros de óxido contenidos en los cementos.....	9
TABLA N°05: Los porcentajes que pasa en la gradación de la arena.....	11
TABLA N°06: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado.....	12
TABLA N°07: Tolerancia permisible para tiempo de ensayo.....	16

TABLA N°08: Análisis Químico de cenizas volantes de incineración de diferentes tipos de biomásas (*Perdidas por Calcinación).....	19
TABLA N°09: Operacionalización de variable dependiente.....	19
TABLA N°10: Operacionalización de variable independiente.....	20
TABLA N°11: Esquema del diseño experimental.....	22
TABLA N°12 Técnicas de recolección de información.....	23
TABLA N°13: Calcinación de paja de cebada	26
TABLA N°14: Grado de alcalinidad (pH).....	27
TABLA N°15: Composición química de las cenizas de paja de cebada.....	27
TABLA N°16: Propiedades física de la arena.....	28
TABLA N°17: Fluidez del Mortero.....	28
TABLA N°18: Requisitos de gradación para la elaboración de una tanda de mortero (3 cubos).....	29
TABLA N°19: Dosificación de materiales para elaborar los especímenes patrón y experimental.....	29
TABLA N°20: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (3 días).....	30
TABLA N°21: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (7 días).....	30
TABLA N°22: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (28 días).....	31
TABLA N°23: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 5% de sustitución (3 días).....	32
TABLA N°24: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 5% de sustitución (7 días).....	32
TABLA N°25: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 5% de sustitución (28 días).....	33
TABLA N°26: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 10% de sustitución (3 días).....	34
TABLA N°27: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 10% de sustitución (7 días).....	34
TABLA N°28: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 10% de sustitución (28 días).....	34

TABLA N°29: Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros patrón.....	36
TABLA N°30: Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros experimental 5%.....	36
TABLA N°31: Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros experimental 10%.....	37
TABLA N°32: Datos de la Resistencia a la Compresión Promedio de mortero patrón y experimental.....	38
TABLA N°33: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero.....	39
TABLA N°34: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de los cubos de mortero son diferentes.....	40

Lista de Gráficos

GRAFICO N° 01: Análisis Termo Gravimétrico de la paja de cebada con los correspondientes picos de pérdida de masa.....	25
GRAFICO N° 02: Análisis Calorimétrico de la de la paja de cebada con los correspondientes picos de cambio de fase	26
GRAFICO N° 03: Curva de resistencia a compresión de morteros patrones.....	31
GRAFICO N° 04: Curva de resistencia a compresión de Experimental 5% de sustitución.....	33
GRAFICO N° 05: Curva de resistencia a compresión de Experimental 10% de sustitución.....	35
GRAFICO N° 06: Comparación de Resistencia a compresión de Patrón y Experimental sustituyendo 5% y 10%.....	38

I. INTRODUCCION:

Dentro de los antecedentes y fundamentación científica tenemos a **Ruiz A. (2015)** en su proyecto de investigación “Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar”, indica que ha realizado la comparación de la resistencia a compresión incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar en valores de 0.5%, 1% y 1.5% con respecto al peso del cemento, realizando el ensayo a compresión correspondiente para edades de curado de 03, 07 y 14 días. Llegando a determinar que para cada tipo de ceniza incorporada, los resultados han variado notoriamente, cabe decir que se ha logrado incrementar la resistencia con respecto al mortero cemento – arena sin la incorporación de ningún tipo de aditivo en los siguientes porcentajes, con ceniza de cáscara de arroz, incremento la resistencia incorporando 0.5%, para el caso de ceniza de afrecho de cebada, con 0.5% de incorporación y para el caso de ceniza de bagazo de caña de azúcar con 1% de incorporación, pero entre los tres porcentajes máximos mencionados la resistencia máxima total se ha logrado con la incorporación de 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar.

Águila, S. (2008) en su investigación “Evaluación físico química de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolanicos” indican que cuando se sustituye las cenizas de hoja de maíz solo se experimenta el incremento de la resistencia en un 10% a los 28 días, por lo tanto, señalan que el material estudiado posee el potencial necesario para ser empleado en la elaboración de morteros y concretos. Se puede apreciar en su investigación que mientras más porcentaje de cenizas se agrega, la resistencia a compresión a 7 y 28 días disminuye a comparación del mortero patrón.

Cardona D. (2013) en su investigación “Caracterización de la ceniza de hojas de bambú y su influencia como material puzolánico en el concreto”, en esta investigación se pretendió encontrar la metodología para el procesamiento y caracterización química y física de la ceniza de las hojas de bambú. Para lograr este objetivo se utilizaron diferentes técnicas y procesos. De la elaboración de la ceniza se generó un valioso

aprendizaje, logrando la identificación de algunos puntos críticos como el corte, el pre quemado y la disposición del material al interior del horno para la quema final. Habiendo corregido estos pasos se logró entonces un material con una cantidad de inquemados del 6,97%, y con una suma de $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ de 82,07%, superior al valor de 70,00% para cenizas tipo F, y al 50,00% para cenizas tipo C, tal como lo determina la ASTM C618. Se pudo inferir que las cenizas de las hojas de bambú podrían estar catalogadas como material puzolánico.

De acuerdo a los antecedentes se justifica la presente investigación en el aspecto social y de conocimiento ya que actualmente la industria de la construcción ha ido creciendo rápidamente, teniendo como principal material el cemento que es por hoy uno de los materiales más costosos, es por ello que proponemos una nueva opción empleando las cenizas de paja de cebada como sustituto en reemplazo de un porcentaje del peso del cemento. Así estaremos disminuyendo su alto costo. Es por ello que se quiere conocer cómo influyen estos materiales en cuanto a la resistencia, trabajabilidad, durabilidad y uso de la construcción.

Sabiendo que la industria de la construcción va avanzando a un nivel rápido y requiere recursos factibles y económicos, para que la población así pueda acceder a una vivienda de bajo costo, es por ello que se logró investigar que propiedades tiene la biomasa de cebada, la cual se usan en la elaboración de adobe, además tienen unas propiedades sorprendentes que resultan beneficiosas como recurso para la construcción.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cuál es la resistencia a compresión de un mortero sustituyendo en 5 % y 10% de cemento por cenizas de paja de cebada en la ciudad de Chimbote -2018?

Después de haber formulado la problemática es necesario la conceptualización y operacionalización de las variables.

Tecnología del Mortero:

Calvo (2001). Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de combinar arena y agua con un aglutinante tal como el cemento Portland y otros. Generalmente se utiliza para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, entre otras. Los morteros de cal son aquellos que están fabricados con cal, arena y agua. La cal puede ser aérea o hidráulica. Este tipo de morteros no se caracterizan por su gran resistencia, sino por su plasticidad, color, y porque se trabaja con facilidad. Por su parte, El mortero de cemento Portland es un mortero en el que se utiliza cemento como conglomerante. Los morteros pobres o ásperos, son aquellos que tienen poca cantidad de cemento, siendo muy difíciles de trabajar. Por otro lado, los morteros que tienen gran cantidad de cemento se retraen y producen fisuras, además de ser de mayor costo. Estos factores hacen necesario buscar una dosificación adecuada. La falta de trabajabilidad de los morteros puede corregirse añadiendo aditivos que sean plastificantes. También pueden mejorarse con la adición de otro tipo de materiales más corrientes, como es el caso de la cal, o modificando la dosificación del mortero.

Portland Cement Association, PCA. (2002) Sostienen que el mortero consiste en una mezcla de cemento portland o cemento hidráulico mezclado y materiales plastificantes (tales como caliza, piedra o cal hidratada), junto con otros materiales introducidos para mejorar una o más propiedades tales como la definición tiempo, trabajabilidad, retención de agua, durabilidad y resistencia. Estos componentes son proporciones de la planta de cemento bajo condiciones controladas para asegurar la uniformidad de los resultados.

MORTERO= CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA

Características del mortero y sus estados:

Flexión:

La probeta se apoyará en una de las caras laterales del moldaje, sobre los rodillos de apoyo de la máquina de flexión. La carga se aplicará a través del rodillo superior con una velocidad de carga de 5 ± 1 kg/seg. Los trozos de las probetas rotas a flexión, se conservarán húmedos hasta el momento en que cada uno de ellos se someta al ensayo de compresión.

Compresión:

Cada trozo obtenido del ensayo a flexión se ensayará a la compresión, en una sección de 50 x 50 mm, aplicándose la carga a las dos caras provenientes de las laterales del moldaje, colocándose entre las placas de la máquina de compresión. La velocidad de carga será tal que la presión sobre la probeta aumente entre 10 y 20 kg/cm²/seg. Hasta la mitad de la carga de ruptura, la carga podrá aumentar a mayor velocidad, pero en todo caso la duración de cada ensayo será menor o igual en 10 segundos.

Cálculos:

La resistencia se expresará en kg/cm² y calculados para la flexión según $0.234P$ ó $0.250P$, dependiendo de la distancia entre los apoyos según sea 100 mm ó 106,7 mm, siendo P, la carga total de ruptura expresada en kg. Las resistencias se determinan en 3 probetas como mínimo para cada edad para el ensayo de flexión y sus correspondientes 6 probetas para el ensayo de compresión. Se deben ensayar en cada fecha probetas de distintos moldes. La resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del mortero será la media aritmética de los resultados de todos los ensayos realizados en cada fecha.

Adherencia:

Se manifiesta mediante la unión mecánica que debe existir entre el mortero y la unidad de mampostería. El grado de adherencia de un mortero contribuye a incrementar la capacidad del sistema para soportar los esfuerzos de tensión y cortante que generan las cargas. La plasticidad, la manejabilidad y la capacidad de retener agua en un mortero influyen de manera importante en la adherencia final que tendrá el mortero con las superficies de las unidades de mampostería.

Retención de Agua:

Por lo general, el mortero se coloca entre unidades de mampostería que le absorben agua, tan pronto como el mortero tiene contacto con sus superficies, por lo tanto, se vuelve indispensable que el mortero conserve suficiente cantidad de agua que le permita la hidratación de sus cementantes y alcanzar así su resistencia especificada a pesar de la absorción natural que las unidades de mampostería ejercen sobre él.

Manejabilidad:

Es una combinación de varias propiedades, entre las que se incluye la plasticidad, la consistencia, la cohesión, y por supuesto la adhesión. La manejabilidad del mortero está directamente relacionada al contenido de agua en la mezcla, y es un factor esencial en el ensamble de los componentes de la mampostería, ya que además facilita el alineamiento vertical de las unidades de mampostería en cada una de las hiladas.

Durabilidad:

Es una condición que debe cumplir el mortero, debe ser capaz de resistir la exposición al medio ambiente sin manifestar algún deterioro físico interno a edades tempranas. La durabilidad de un mortero contribuye a mantener la integridad de las estructuras de mampostería con el paso del tiempo, sobre todo en estructuras que están en contacto permanente con el suelo o la humedad y sometidos a ciclos de hielo y deshielo; donde el acoplamiento de las unidades de mampostería a través de las juntas de mortero adquiere una mayor relevancia.

El añadir aire a la mezcla incrementa la capacidad para resistir el efecto que provocan éstos ciclos en sus juntas, mientras que, si se aumenta el contenido de agua, o bien, se emplean unidades demasiado absorbentes, se perjudica la durabilidad. La densidad y contenido de cemento en la mezcla influyen directamente en la durabilidad del mortero.

Fluidez:

En las construcciones de mampostería reforzada interiormente se requiere que el mortero o lechada que se coloca en el interior de las celdas de los muros o unidades de mampostería sea capaz de penetrar perfectamente en las cavidades donde se aloja el acero de refuerzo sin que se manifieste una segregación del mortero. El contenido de agua en la mezcla, así como la capacidad del mortero de retenerla son factores que

influyen directamente en el comportamiento posterior de la estructura, ya que las superficies de las unidades de mampostería tienden a absorber una cantidad importante del agua de la mezcla, desvirtuando el grado de adherencia del mortero.

Consistencia:

Está definida por el agregado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

Resistencia:

La resistencia a la compresión de mortero de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50mm de lado, preparados con mortero consistente de una parte de cemento y 2,75 partes de arena dosificado en masa.

La cantidad de agua de amasado para otros cementos, debe ser la que produzca una fluidez de 110+- 5% luego de 25golpes en 15 segundos en la mesa de flujo.

Los especímenes cúbicos de 50mm de lado, son compactados en dos capas por apisonado del compactador. Los cubos se curan un día en su molde e inmersos en agua de cal hasta su ensayo.

Dosificación del mortero:

Norma Técnica Peruana, NTP 334.051. (2013) Esta norma determina que la resistencia a la compresión en morteros de cemento Portland, se determina llevando a la rotura especímenes de 50 mm de lado, preparados con mortero que deberán ser de 1 parte de cemento seco por 2,75 partes de arena gradada seca.

La relación de agua/cemento (a/c) para todo el cemento portland debe ser de 0.485 la cantidad de agua de amasado para otros cementos diferentes a lo mencionado, medida en ml, deberá ser la que produzca una fluidez entre los 110 y 115 expresada en porcentaje.

La cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo en una tanda de mortero para elaborar 3, 6 y 9 especímenes de ensayo será tal como sigue:

TABLA N°1: Cantidad de materiales a ser mezclados en un solo tiempo.

Materiales	Número de especímenes		
	3	6	9
Cemento (g)	250	500	740
Arena (g)	687.5	1375	2035
Agua	121	242	359

Fuente: NTP 334.051

Componentes del mortero:

Cemento

Portland Cement Association, PCA. (2002) Sostienen que los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra, triturada piedra machacada, pedrejón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo.

Características físicas:

American Society for Testing and Materials, ASTM C150. (2007) Define que las propiedades físicas de cemento son útiles para evaluar y controlar la calidad del cemento, estos ensayos no pueden ser considerados para interpretar la calidad del hormigón pese a que los mismos van de la mano; dichos ensayos presentan límites indicados en las distintas normativas y son distintos dependiendo el tipo de cemento a ser utilizado; entre las principales propiedades físicas tenemos:

Finura y tamaño de las partículas: 360 m²/kg.

Tiempo de fraguado: Se realiza mediante la prueba de vicat:

Fraguado inicial: 2h 48m.

Fraguado final: 3h 55m.

Contenido de aire: 9.0%.

Estabilidad de volumen: Expansión de autoclave 0.2%.

Densidad: Recién fabricado tiene un valor de 3.10.

Contenido de partículas %: Mayores a 10 μm 48; entre 10 y 45 μm 46 y mayores a 45 μm .

Características químicas

American Society for Testing and Materials, ASTM C150. (2007) Define que la composición química del cemento, en base a un buen CLINKERS bien quemado, produce la siguiente composición:

TABLA N°2: Compuestos químicos del clinker del cemento portland.

Materiales	Formula	Porcentaje
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	30% a 50%
Silicato Dicálcico	$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$	15% a 30%
Aluminato Tricálcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	4% a 12%
Ferro Aluminato Tetracálcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	8% a 13%
Cal Libre	CaO	
Magnesia Libre (Periclusa)	MgO	

Fuente: ASTM C 150.

Silicato Tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$: Composición del 36.0 %, el cual le confiere su resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Silicato Dicálcico $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$: Composición del 33.0%, el cual define la resistencia a largo plazo y no tiene tanta incidencia en el calor de hidratación.

Aluminato Tricálcico $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$: Composición del 21.0 %, es un catalizador en la reacción de los silicatos y ocasiona un fraguado violento. Para retrasar este fenómeno, es preciso añadirle y eso durante la fabricación del cemento.

Componentes menores: Óxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio 10 %.

Composición física y química del cemento:

Se regirán de acuerdo a lo siguiente: Cementos Portland Norma ASTM C 150. Deben cumplir con los requisitos especificados en la sección 6, Chemical Composition y la sección 7, Physical Properties ASTM C 150, según el Volumen 04 – 01 de la Sección 4 del Manual de Estándares de ASTM, en su revisión más reciente.

TABLA N°3: Composición química del cemento TIPO I.

Componentes	Cemento Tipo I
Oxido de Sílice: SiO ₂	20.50%
Óxido de Hierro: Fe ₂ O ₃	5.14%
Oxido de Aluminio: Al ₂ O ₃	4.07%
Oxido de Calcio: CaO	62.41%
Oxido de Magnesio: MgO	2.10%
Óxido de Azufre: SO ₃	1.83%
Residuo Insoluble: R.I	0.68%
Cal Libre: Na ₂ O	1.10%

Fuente: ASTM C 1157

TABLA N°4: Los parámetros de óxido contenidos en los cementos.

Componentes	Porcentaje (%)
CaO	61 – 67
SiO ₂	20 - 27
Al ₂ O ₃	4 - 7
Fe ₂ O ₃	0.5 - 4
MgO	0.1 - 5
SO ₃	1 – 3
K ₂ O y Na ₂ O	0.25 – 1.5

Fuente: ASTM C 115.

Tipos de cemento:

Norma Técnica Peruana, NTP 334.009. (2002) Clasifica a los tipos de cementos portland de acuerdo a sus propiedades específicas.

Tipo I: Para uso general que no requiere propiedades especiales de cualquier otro tipo.

Tipo II: Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.

Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

El cemento empleado para la investigación fue el cemento Portland tipo I.

Agregado fino

Norma Técnica Peruana, NTP 399.607. (2013) Establece que el agregado fino es el material proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasan el tamiz de N°4 (4.75 μm) y es retenido en el tamiz N°200 (74 μm).

El agregado fino deberá ser arena gradada de sílice natural de granos redondeados y grada en conformidad con los requisitos de la NTP 334.097. La arena gradada normalizada deberá ser manipulada de tal manera prevenir la segregación en el vaciado de los sacos, y formación de montículos de arena. El agregado para utilización en morteros de albañilería deberá ser gradado dentro de los siguientes límites, dependiendo si está siendo utilizada arena natural o manufacturada.

TABLA N°5: Los porcentajes que pasa en la gradación de la arena.

Tamaño de tamiz	Porcentaje que pasa	
	Arena natural	Arena manufacturada
N°4 (4,75 mm)	100	100
N°8 (2,36 mm)	95 a 100	95 a 100
N°16 (1,18 mm)	70 a 100	70 a 100
N°30 (600 µm)	40 a 75	40 a 75
N°50 (300 µm)	10 a 35	20 a 40
N°100 (150 µm)	2 a 15	10 a 25
N°200 (75 µm)	0 a 5	0 a 10

Fuente: NTP 399.607.

Agua de mezclado y de curado

Norma Técnica Peruana, NTP 339.088. (2006) El agua que va de ser empleada en la preparación del mortero deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable. No existen criterios uniformes en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que va a emplearse. El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

TABLA N°6: Límites permisibles para el agua de mezcla y curado.

Descripción	Limite permisible
Cloruros	1000ppm.
Sulfatos	600 ppm.
Sales de magnesio	150ppm.
Sales solubles totales	1500ppm.
Ph	5 a 8 ppm
Sólidos en suspensión	5000 ppm.
Materia Orgánica	3 ppm.

Fuente: NTP 339.088.

Procedimiento para la elaboración de morteros

Segun Mechanical Mixing of hydraulic cement pastes and mortars of Plastic Consistency ASTM C 305 – 99, el proceso es el siguiente:

Se coloca la paleta mezcladora y el recipiente de mezclado secos en su posición de trabajo en la mezcladora. Luego se introducen los materiales para una amasada en el recipiente y se mezclan en la siguiente forma:

Se vierte toda el agua de mezclado en el recipiente.

Se agrega el cemento al agua y se mezcla durante 30s a la velocidad lenta (140 ± 5 r/min).

Se agrega lentamente la totalidad de la arena en un periodo de 30s, mientras se mezcla a velocidad lenta.

Se detiene la mezcladora, se cambia a velocidad media (285 ± 10 r/min) y se mezcla durante 30s.

Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90s. Durante los primeros 15s de este intervalo, se arrastra hacia el fondo con el raspador, el mortero adherido a la pared del recipiente. Durante el resto del intervalo, se tapa el recipiente.

Se mezcla durante 60s a velocidad media (285 ± 10 r/min).

En caso de que el mortero requiera de un nuevo período de mezclado, el material adherido a la pared del recipiente debe ser rápidamente arrastrado hacia el fondo con el raspador, antes de iniciar el mezclado adicional.

El proceso para la realización de morteros de cemento portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado NTP 334.051 (2013), nos indican que se utilizarán para la elaboración de los morteros.

Moldes cúbicos de bronce, de lados de 5cm (5cm x 5cm x 5cm).

Barra compactadora de madera de roble lisa, de sección transversal de 13 mm por 25 mm y una longitud de 120 mm a 150 mm, su cara de impacto debe ser plana y en ángulo recto.

Cuchara para el vaciado y plancha de albañilería (badilejo) de acero.

Cinta transparente para el forrado del molde cubico.

Esta norma menciona las proporciones en peso de los materiales para formar un mortero normalizado, de ser 1 parte de cemento seco por 2,75 partes de arena gradada seca y que la relación agua/cemento debe ser de 0,485 para todos los cementos portland.

Se vierte concreto a la mezcladora, con la espátula se arrastra hacia el fondo del recipiente el mortero adherido a las paredes y se hace girar la mezcladora durante 15s a la velocidad media, (285±10 revoluciones/min). El mortero adherido en la paleta de mezclado se remueve al final del batido y se deposita en el recipiente.

El llenado de los compartimientos debe iniciarse antes de 150s, contados desde la finalización de la mezcla inicial del mortero. Para el ensayo de compresión debe hacerse un mínimo de 3 cubos.

En cada compartimiento se coloca una capa de mortero de 25mm y se apisonan con 32 golpes de compactador en unos 10s. Estos golpes se aplican sobre la superficie de la muestra, en 4 etapas de 8 golpes adyacentes cada una. Los golpes de cada etapa deben darse siguiendo una dirección perpendicular a los de la anterior. La presión del compactador debe ser tal que se asegure el llenado uniforme de los compartimientos.

Se deben completar las 4 etapas de compactación en cada compartimiento, antes de seguir con el siguiente. Una vez terminada la operación anterior en todos los

compartimientos, se llena con una segunda capa y se apisonan como se hizo con la primera.

Durante la compactación de la segunda capa, al completar cada etapa y antes de iniciar la siguiente, se introduce en los compartimientos el mortero que se ha depositado en los bordes del molde, con ayuda de los dedos.

Al finalizar la compactación, las caras superiores de los cubos deben quedar un poco más altas que los bordes superiores del molde. El mortero que se ha depositado en los bordes del molde debe verterse a los compartimientos con ayuda del badilejo.

La superficie de los cubos debe ser alisada con el lado plano del badilejo una vez en el sentido perpendicular a la longitud del mismo y otra en su sentido longitudinal.

El mortero que sobresale de la cara superior del molde se quita con el badilejo sostenido casi perpendicularmente, con un movimiento de corte a lo largo de la longitud del molde

Inmediatamente terminada la operación, colocar lo especímenes de ensayo en la cámara húmeda o cuarto de curado. Inmediatamente después del moldeo mantener todos los especímenes en sus moldes, sobre una placa de base, en la cámara húmeda o cuarto de curado de 20 h a 72 h con las caras superiores expuestas al aire húmedo, pero protegidas por la eventual caída de gotas de agua.

Si los especímenes son retirados de los moldes antes de las 24h, mantenerlos en los estantes del cuarto de curado o de la cámara de curado hasta que tengan 24h de edad, y luego sumérjalos, excepto aquella que serán ensayados a las 24h, en aguas saturadas con cal en tanques de almacenamientos construidos de material no corrosivo. Mantener el agua de almacenamientos limpia y cambiarla cuando sea requerido.

La determinación de la fluidez de mortero mediante **Ensayo de Fluidez de la mezcla para mortero NTP 334.057**.

Se utiliza la mesa de flujo, consta básicamente de lo siguiente: un soporte, un árbol y una plataforma circular.

Se procede primero con el llenado del molde, se limpia y seca la plataforma de la mesa de flujo, se coloca el molde en el centro, luego se vierte en el molde una capa del mortero, de unos 25 mm (1") de espesor, y apisonar con 20 golpes del compactador, uniformemente distribuidos; llenar totalmente el molde con una segunda capa de

mortero y proceder igual que en la primera capa. La presión del compactador, deberá ser tal que asegure el llenado total y uniforme del molde, retirando el exceso de mortero de la capa superior y alisando la superficie por medio de una espátula.

Para determinar la fluidez se llena el molde, se limpia y seca la plataforma de la mesa, teniendo cuidado de secar el agua que está alrededor de la base del molde.

Después de un (1) minuto de terminada la operación de mezclado, retirar el molde, levantándolo e inmediatamente dejar caer la mesa de flujo desde una altura de 12,7 mm (1/2") 25 veces en 15 segundos. Luego medir el diámetro de la base del mortero, por lo menos en cuatro puntos equidistantes y calcular el diámetro promedio.

La fluidez, es el aumento del diámetro promedio de la base de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro original.

Determinar el diámetro promedio con el vernier y calcular el porcentaje de fluidez, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ fluidez} = \frac{D - 1.1c}{1.1c} \times 100$$

Determinación de la resistencia a la compresión

La Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051. (2008) Establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado. El esfuerzo a la compresión se expresa en Kg/cm² y se calcula con la siguiente expresión:

$$f'c = P/A$$

Donde:

P = Carga de rotura (Kg)

A = Área de la sección transversal (cm²)

f'c = Esfuerzo de rotura del concreto (Kg/cm²)

Para determinar la resistencia a compresión deberá ensayar los especímenes inmediatamente después de retirarlos de la cámara húmeda, en el caso de ensayarlos a

24h de edad, y del agua de almacenamiento, en los otros casos. Todos los cubos deben ser probados dentro de las tolerancias especificadas en la tabla:

TABLA N°7: Tolerancia permisible para tiempo de ensayo.

Edad de Ensayo	Tolerancia de tiempo Permisible
	Horas
24 h	+ - 1/2
3 d	+ - 1
7 d	+ - 3
28 d	+ - 12

Fuente: NTP 334.051.

Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo de la cámara húmeda para el ensayo a 24h, estos se mantendrán cubiertos con un paño húmedo, hasta el momento del ensayo. Si se toma más de un espécimen al mismo tiempo del agua de almacenamiento, estos deberán conservarse en agua a 23 °C +- 1.7°C y a una profundidad suficiente para que cada muestra está sumergida hasta el momento el ensayo.

Factores que afectan la Resistencia

La relación agua- cemento (a/c). - Es el factor principal que influye en la resistencia del mortero. La relación a/c, afecta la resistencia a la compresión de los concretos con o sin aire incluido. La resistencia en ambos casos disminuye con el aumento de a/c.

El contenido de cemento. La resistencia disminuye conforme se reduce el contenido de cemento.

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

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

Paja de Cebada

La paja es el tallo seco de ciertas gramíneas, especialmente los cereales llamados comúnmente de "caña" (trigo, avena, centeno, cebada, arroz, etcétera), una vez cortado y desechado, después de haber separado el grano o semilla mediante la trilla.

La paja de cebada es un subproducto fibroso altamente disponible, aunque su utilización en alimentación animal está limitada por su bajo valor nutritivo. La composición de la paja depende de la proporción de hojas/tallos, el diámetro del tallo y la altura de la planta, de modo que se presentan variaciones ligadas a la especie, el ecotipo o la climatología. Las pajas más abundantes en España por la extensión de su área de cultivo y su facilidad de recolección son las de trigo y cebada. Ambas tienen una composición similar, siendo el valor energético algo superior en la cebada. La matriz que se acompaña corresponde a una media de ambas.

En el presente proyecto de investigación la materia prima se obtuvo de los residuos obtenidos después de la trilla (actividad, que se hace con los cereales, tras la siega o cosecha, para retirar el grano de la paja) en el Centro Poblado San Isidro, Provincia de Yungay, Región Ancash.

El Uso de la Paja de Cebada en Adobe

El propio empleo de la paja como elemento constructivo ya que es un material completamente natural y renovable. Al emplear paja se evita en un muy alto porcentaje el uso de otros materiales que requieren una transformación industrial (cocción, procesos químicos) que emiten importantes cantidades de contaminantes a la atmósfera como por ejemplo en el caso del ladrillo o del cemento. Es posible incluso realizar una casa con balas de paja empleando enteramente materiales naturales y no contaminantes, como arcillas, piedras, madera, etc.

También hay que destacar que la de paja de cebada resulta ser un excelente aislante térmico que ayuda a mantener temperaturas en niveles de bienestar en el interior de la casa. Por lo económico del material y la sencillez y rapidez de la construcción en comparación con los edificios convencionales, la casa hecha con de paja cebada resulta ser más económica que una convencional.

Utilización de las Cenizas procedentes de la Incineración de las Biomosas (Paja de Cebada).

Biomasa: Se puede definir la biomasa como la materia orgánica de origen animal o vegetal procedente de cualquier transformación de las misma considerando tanto las que se producen de forma natural como artificial.

En sustitución del cemento algunos estudios han evaluado la utilización de las cenizas de fondo para la fabricación de morteros, en general como sustituido de pequeñas cantidades de cemento. La mayoría de los estudios limitan el contenido de cenizas de hogar como sustitución del cemento entre 5-10%, después de un proceso de trituración hasta lograr un cierto tamaño de grano.

En otros estudios las cenizas de fondo han sido utilizadas como sustitución parcial de la arena para la fabricación de morteros de baja resistencia (10 N/mm²) con reemplazamientos de hasta un 100% en peso de cenizas (con un 90% del material dentro de la fracción 0.5-1.0 mm), muestran características mecánicas similares a los morteros de control, aunque presentan un aumento de consistencia considerable y tiempos de fraguado algo inferiores.

Algunos estudios han evaluado la posibilidad de producir hormigones con cenizas de fondo de biomasa como sustitución del árido de hormigón.

TABLA N°8: Análisis Químico de cenizas volantes de incineración de diferentes tipos de biomasas (*Perdidas por Calcinación)

	PF*	SiO ₂	Cl	SO ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	MgO	(Na,K) ₂ O
Haya	38.1	7.2	-	-	3.0	0.9	3.1	78.0	2.8	2.2
Olmo	45.2	6.8	-	-	1.8	0.5	2.2	76.6	5.6	4.8
Encima	31.6	8.1	-	-	1.6	0.5	6.5	56.9	4.1	16.1
Grano de cereal	10.7	75.6	-	-	1.9	0.6	4.9	7.7	2.9	5.2
Cebada	14.1	61.9	-	-	1.3	0.5	5.1	9.1	2.7	18.5
Maíz	15.6	66.6	-	-	3.4	2.7	3.7	9.8	3.9	8.4
Orujillo	9.9	21.7	3.8	1.4	5.7	3.3	4.4	17	6.6	21.1
Mezcla Orujillo-poda de olivar	14.7	7.0	4.5	1.8	1.2	1.5	2.3	5.8	6.1	46.3
Corteza de Eucalipto	22.5	23.7	1.36	0.8	3.3	1.6	1.1	28.6	3.2	5.3
Lignina	41.5	3.2	0.06	0.3	0.3	0.3	1.1	44.8	5.6	3.3

Fuente: CEDEX materiales

VARIABLE DEPENDIENTE:

TABLA N°9: Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Resistencia del mortero	Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. (Juárez E. 2005).	Es el esfuerzo máximo que puede soportar una probeta de mortero bajo una carga capaz de cumplir con las condiciones indicadas en la norma N.T.P.	Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

VARIABLE INDEPENDIENTE:

TABLA N°10: Operacionalización de variable independiente

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Sustitución en 5% y 10% de cemento por cenizas de paja de cebada	Sustitución de un porcentaje de cemento por cenizas de paja de cebada en un 5% y 10% en comparación a un diseño convencional de mortero.	5% y 10% de ceniza de paja de cebada

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

De acuerdo a lo mencionado, se formuló la siguiente hipótesis: Al sustituir del 5% y 10% de cemento por cenizas de paja de cebada incrementaría la resistencia compresión de un mortero convencional en la ciudad de Chimbote - 2018.

Objetivo General:

Determinar la resistencia a compresión de un mortero sustituyendo un 5 % y 10% en peso de cemento por las cenizas activadas de la paja secas de cebada en la ciudad de Chimbote – 2018.

Y como objetivos específicos:

- Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación de los materiales mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial.
- Caracterizar el grado de alcalinidad (pH) de la ceniza paja de cebada.
- Activar térmicamente los precursores puzolanicos y determinar la composición química mediante la fluorescencia de rayos X de los materiales.
- Determinar la relación Agua/Cemento de las muestras experimentales.
- Determinar la resistencia a compresión de los morteros patrón y experimental a los 3, 7 y 28 días de curados y comparar resultados.
- Determinar el grado de relación y variación de la muestra patrón y experimental.

II. METODOLOGIA:

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION

➤ Tipo de investigación

- a) **Según el proceso:** Aplicada, porque la investigación está orientada a lograr un nuevo conocimiento destinado a procurar soluciones a fin de conocer la resistencia a la compresión del mortero con sustitución del cemento por un 5% y 10 % de cenizas paja de cebada.
- b) **En coherencia con el fin de la ciencia:** Explicativa, porque los datos de la investigación serán obtenidos por resultados de los ensayos a realizar en el proceso de la investigación. Se utiliza la experimentación.

➤ Diseño de investigación

Es un diseño experimental del tipo en bloque al azar para la resistencia a la compresión del mortero en comparación a un nuevo diseño de mortero con sustitución en porcentaje de cemento cenizas paja de cebada.

Siendo el tipo de diseño el siguiente:

- Cenizas de paja de cebada

TABLA N° 11: Esquema del diseño experimental

Días de Curado	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL MORTERO SUSTITUYENDO CENIZAS DE PAJA DE CEBADA		
	0%	5%	10%
3			
			
			
7			
			
			
28			
			
			

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

La población está conformada por el conjunto de cubos de mortero con diseño capaz cumplir las condiciones de resistencias indicadas en el reglamento N.T.P.

Para la elaboración de las unidades de estudio (morteros) se utilizaron las siguientes referencias:

- La paja de cebada de C.P. San Isidro – Yungay – Ancash.
- La arena para el diseño de morteros se compró en la cantera “Ruben” (Agregado Fino).
- El material será llevado en sacos de polietileno al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad San Pedro.
- Cemento portland Tipo I marca “PACASMAYO”

Para este estudio se trabajará con una muestra de 27 cubos de morteros, 9 morteros sin sustitución y 18 morteros con sustitución del cemento por la ceniza de paja de cebada en un 5 % y 10%.

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION:

TABLA N°12: Técnicas de recolección de información

TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTO
Observación Científica	Guía de observación Resumen Fichas Técnicas de las pruebas a realizar (ver anexo)

Fuente: Elaboración propia de plan de tesis

Para esto utilizaremos como instrumento una guía de observación para registrar las resistencias de las probetas y fichas de laboratorio para los diversos ensayos de la resistencia a la compresión (ver anexos).

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LA INFORMACION:

Una vez recolectado nuestra información mediante el método de la experimentación procedemos a procesar los datos con los programas Excel y SPSS.

Para el análisis de los datos se aplicará los métodos estadísticos, tanto descriptivos como inferenciales para la presentación, descripción, análisis e interpretación de datos obtenidos en la observación por cada indicador ensayado. Los datos serán analizados con una tabla, gráfico, media, varianza, porcentajes y con una prueba de hipótesis anova.

METODOLOGIA DE TRABAJO:

Recolección de la paja de Cebada:

La Paja de cebada fue extraída del Centro Poblado San Isidro, Provincia de Yungay, Región Ancash la cual se encontró en buen estado como se aprecia en las (ver figura N°1)

Preparación de muestras para los análisis que determinara la temperatura y los componentes químicos de la paja de cebada.

Para la paja de cebada se empezó triturando en un mortero de madera para evitar su contaminación y tamizarlo a través de una malla organza de abertura de 0.149 mm (ver figura N°4).

El contenido obtenido se tamizará por la malla 0.0075mm, la cual será ensayada mediante un análisis térmico diferencial para determinar la temperatura de calcinación (ver figura N°5).

Después será calcinado a una temperatura y tiempo controlado, el producto final se tamizará por la malla 0.0075mm. La ceniza de lodo de papel obtenido será sometida a un análisis de Fluorescencia de Rayos X para determinar su composición su contenido de sílice y alúmina (ver figura N°6).

Activación de los precursores cementantes de la paja de cebada

Pre quemar a cielo abierto en un revestimiento cerámico para evitar su contaminación y a la vez eliminar los humos de la carbonización, la cual será sometido a una calcinación con un temperatura controlada de 750°C por 1 hora y media a fin de convertir sus contenidos de sílice y aluminio en óxidos de silicio (SiO_2) y óxido de aluminio (Al_2O_3) que son activamente cementantes.

Utilizando la Norma Técnica Peruana.

Se procedió a la selección de las cantidades de los materiales usados para la mezcla de mortero, se calcularon las cantidades de cada componente que conforman la mezcla de mortero teniendo en cuenta la relación arena/cemento de 2.75 como indica la NTP; así como la relación agua/cemento cumpla con los parámetros de la NTP estipulando el flujo ideal comprendido en un rango de $110\% \pm 5\%$ tanto del mortero patrón como del experimental. Finalmente se comparan las resistencias de los morteros patrones y

experimentales obteniéndose un estimado del grado de activación cementante que han adquirido por la paja de cebada.

III. RESULTADOS:

Ensayo de Análisis Térmico Diferencial

Se determinó la temperatura óptima de calcinación. Mediante el Análisis Térmico Diferencial en el Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo. El equipo utilizado fue un Analizador Térmico simultaneo TG_DTA_DSC Cap. Max.: 1600°C SetSys_Evolution. Se empleó una tasa de calentamiento de 20 °C/min, Gas de trabajo y flujo Nitrógeno 10 ml/min, el rango de trabajo de 25 a 1100 °C y una masa de muestra analizada de 14.5 mg.

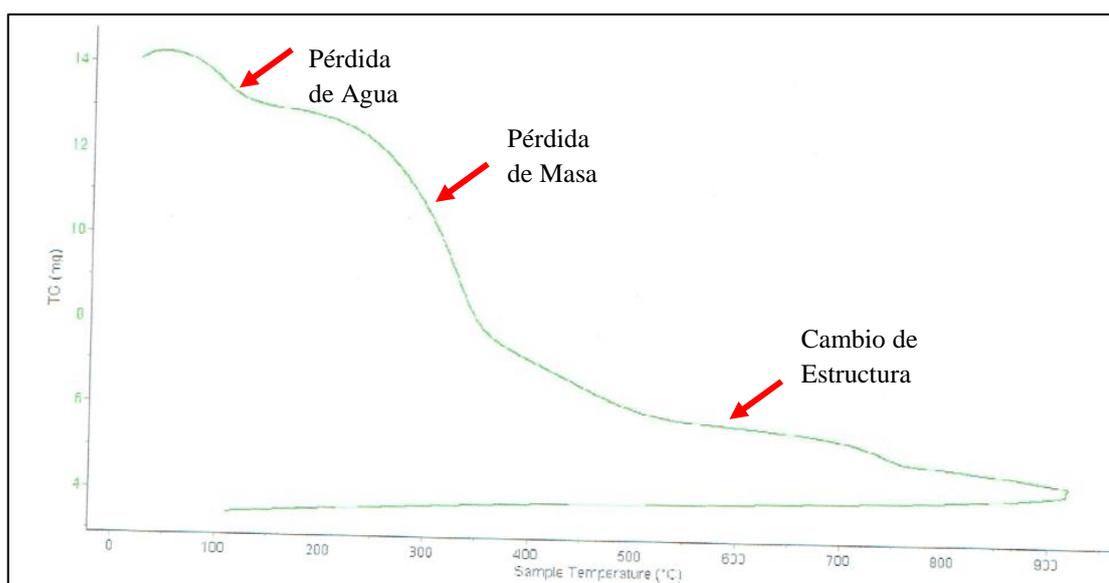


GRAFICO N°1: Análisis Termo Gravimétrico de la paja de cebada con los correspondientes picos de pérdida de masa.

Fuente: Resultado de ensayo de Análisis Térmico Diferencial - UNT

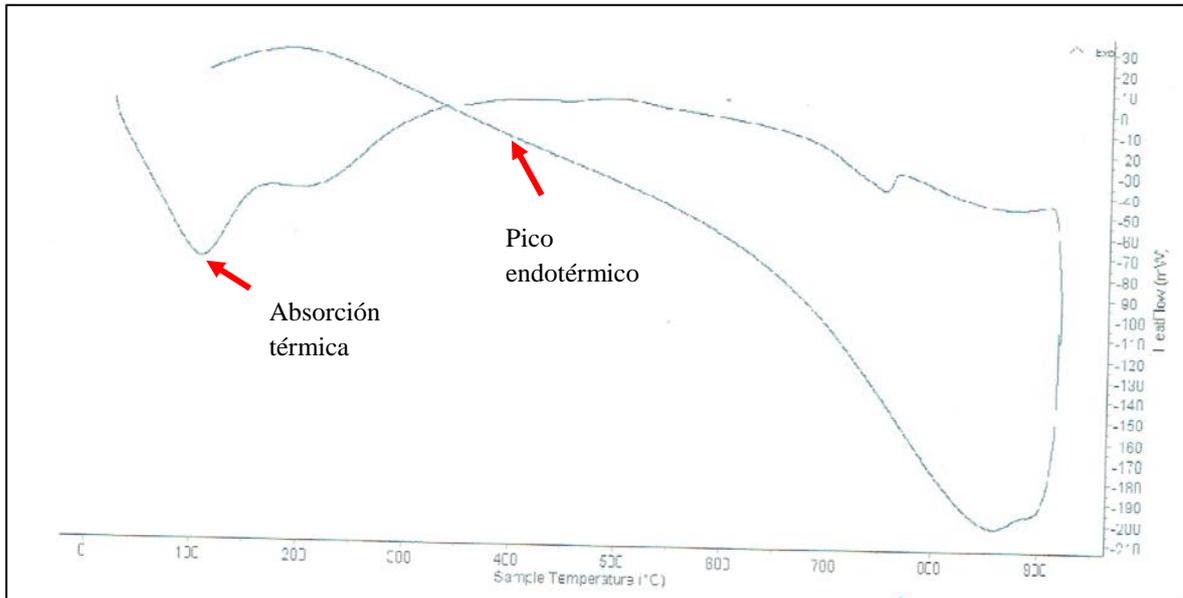


GRAFICO N°2: Análisis Calorimétrico de la paja de cebada con los correspondientes picos de cambio de fase.

Fuente: Resultados de ensayo de Análisis Térmico Diferencial - UNT

De acuerdo al DTA la paja de cebada se calcino a 750°C y el tiempo de calcinación fue de 1 hora y media de acuerdo a la referencia de Vasquez, R. (2001).

TABLA N°13: Calcinación de paja de cebada

<i>MUESTRA</i>	<i>Peso Inicial (gr.)</i>	<i>Peso Final (gr.)</i>	<i>Perdida de material (gr.)</i>
<i>M-1</i>	312.40	180.80	131.60

Fuente: Elaboración propia

Grado De Alcalinidad (Ph) de la ceniza de paja de cebada.

El grado de alcalinidad (pH) de la paja de cebada y la combinación de esta junto al cemento, utilizando un potenciométrico, los resultados obtenidos realizados por el laboratorio COLECBI. S.A.C. son los siguientes:

TABLA N°14: Grado de alcalinidad (pH)

<i>MUESTRA</i>	<i>ENSAYOS (pH)</i>
<i>Cemento (C)</i>	13.75
<i>Paja de Cebada (P)</i>	13.40
<i>Paja de Cebada (5%) + Cemento (95%)</i>	13.88
<i>Paja de Cebada (10%) + Cemento (90%)</i>	13.91

Fuente: Resultados del laboratorio COLECBI. S.A.C.

Composición Química de las Cenizas de Paja de Cebada

Las cenizas de paja de cebada, fue sometido a un Análisis por Fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) en el Laboratorio de Arquimetría de la Universidad Nacional Mayos de San Marcos. Los componentes químicos de las cenizas de paja de cebada calcinada se expresan por el contenido de óxidos, en porcentajes:

TABLA N°15: Composición química de las cenizas de paja de cebada

<i>COMPOSICION QUIMICA</i>	<i>RESULTADO (%)</i>
<i>Trióxido de Aluminio (Al₂O₃)</i>	25.340
<i>Óxido de silicio (SiO₂)</i>	23.450
<i>Pentóxido de Disfósforo (P₂O₅)</i>	5.477
<i>Dióxido de Azufre (SO₂)</i>	5.948
<i>Dióxido de Cloruro (ClO₂)</i>	3.893
<i>Óxido de potasio (K₂O)</i>	30.963
<i>Óxido de Calcio (CaO)</i>	4.358
<i>Óxido de Titanio (TiO₂)</i>	0.027
<i>Trióxido de Cromo (Cr₂O₃)</i>	0.003
<i>Óxido de Manganeso (MnO)</i>	0.063
<i>Trióxido de Hierro (Fe₂O₃)</i>	0.384
<i>Óxido Niquelico (Ni₂O₃)</i>	0.002
<i>Óxido de Cobre (CuO)</i>	0.013
<i>Óxido de Zinc (ZnO)</i>	0.056
<i>Óxido de Estroncio (SrO)</i>	0.021

Fuente: Resultados del laboratorio de Arquimetría de la UNMSM

Para el análisis de los materiales del mortero, se analizó las propiedades del agregado fino conformado por la arena de la cantera “Ruben”.

TABLA N°16: Propiedades física de la arena

<i>PROPIEDADES</i>	<i>VALORES</i>
<i>Peso específico de masa</i>	2.69
<i>Peso unitario suelto</i>	1536 kg/m3
<i>Peso unitario compactado</i>	1676 kg/m3
<i>Contenido de humedad</i>	0.55%
<i>Absorción</i>	0.50%
<i>Módulo de fineza</i>	2.28

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, USP

La determinación de la fluidez del mortero patrón y experimental se realizó en base a la NTP 334.057(2011). Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Portland. Asimismo, el porcentaje de Fluidez del Mortero Experimental se calculó en base al porcentaje de Fluidez del Mortero Patrón.

TABLA N°17: Fluidez del Mortero

Descripción	Relación	D (cm)	Diámetros (cm)				Diámetro Promedio (cm)	% fluidez
			D1	D2	D3	D4		
Patrón	0.485	10.16	12.40	12.66	12.33	12.86	12.56	23.87
Exp. (5%)	0.50	10.16	12.62	12.56	12.58	12.68	12.61	24.06
Exp. (10%)	0.51	10.16	12.58	12.45	12.74	12.47	12.56	23.87

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, USP

Además se necesita la gradación para la mezcla de mortero, cuyo proceso de la arena para separar las partículas de acuerdo al número de mallas establecidas.

TABLA N°18: Requisitos de gradación para la elaboración de una tanda de mortero (3 cubos)

N° mallas	Arena Manufacturada			N.T.P. morteros % pasa		
	Pesos retenido	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasa	Arena Manufacturada	
# 4	0	0	0	100	100	
# 8	25.20	3.67	3.67	96.33	95	100
# 16	135.00	19.64	23.3	76.60	70	100
# 30	213.50	31.05	54.36	45.64	40	75
# 50	115.00	16.73	71.08	28.92	20	40
# 100	97.30	14.15	85.24	14.76	10	25
# 200	73.00	10.62	95.85	4.15	0	10
PLATO	28.50	4.15	100.00	-	-	-
TOTAL	687.50					

Fuente: Elaboración Propia

Luego para la elaboración de los especímenes de morteros patrón y experimental, se realizaron de acuerdo a las dosificaciones según la tabla TABLA N°19.

TABLA N°19: Dosificación de materiales para elaborar los especímenes patrón y experimental

Descripción	Relación		Agregado Fino (gr)	Cemento (gr)	Aglomerante Paja de Cebada (gr)	Agua (gr)
	Arena/Cemento	Agua/Cemento				
Patrón	2.75	0.485	687.5	250.0	-	121.5
Exp. (5%)	2.75	0.50	687.5	237.5	12.5	123.0
Exp. (10%)	2.75	0.51	687.5	225.0	25.0	125.5

Fuente: Elaboración Propia

Se determinó el ensayo de resistencia a la compresión con la Máquina de ensayo Uniaxial TONI/TECHNICK, en el laboratorio de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería - Lima, para morteros patrones y experimentales ensayados a los 3, 7 y 28 días.

Ensayo de Resistencia a Compresión Patrones

TABLA N°20: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (3 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
PATRON 3D-1 (P1)	26.0	308.1	9074	349
PATRON 3D-2 (P2)	26.0	309.3	9269	356
PATRON 3D-3 (P3)	26.1	308.5	9367	359
			Promedio	354.67

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°21: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (7 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
PATRON 7D-4 (P4)	26.5	312.7	10223	386
PATRON 7D-5 (P5)	26.0	310.5	9884	380
PATRON 7D-6 (P6)	26.9	309.5	9684	360
			Promedio	375.33

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°22: Ensayo de resistencia a compresión de morteros patrones (28 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
PATRON 28D-7 (P7)	25.3	310.0	10213	404
PATRON 28D-8 (P8)	26.0	308.5	10187	392
PATRON 28D-9 (P9)	26.1	312.5	10678	409
			Promedio	401.67

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. Laboratorio N°1 de Ensayo de Materiales – UNI

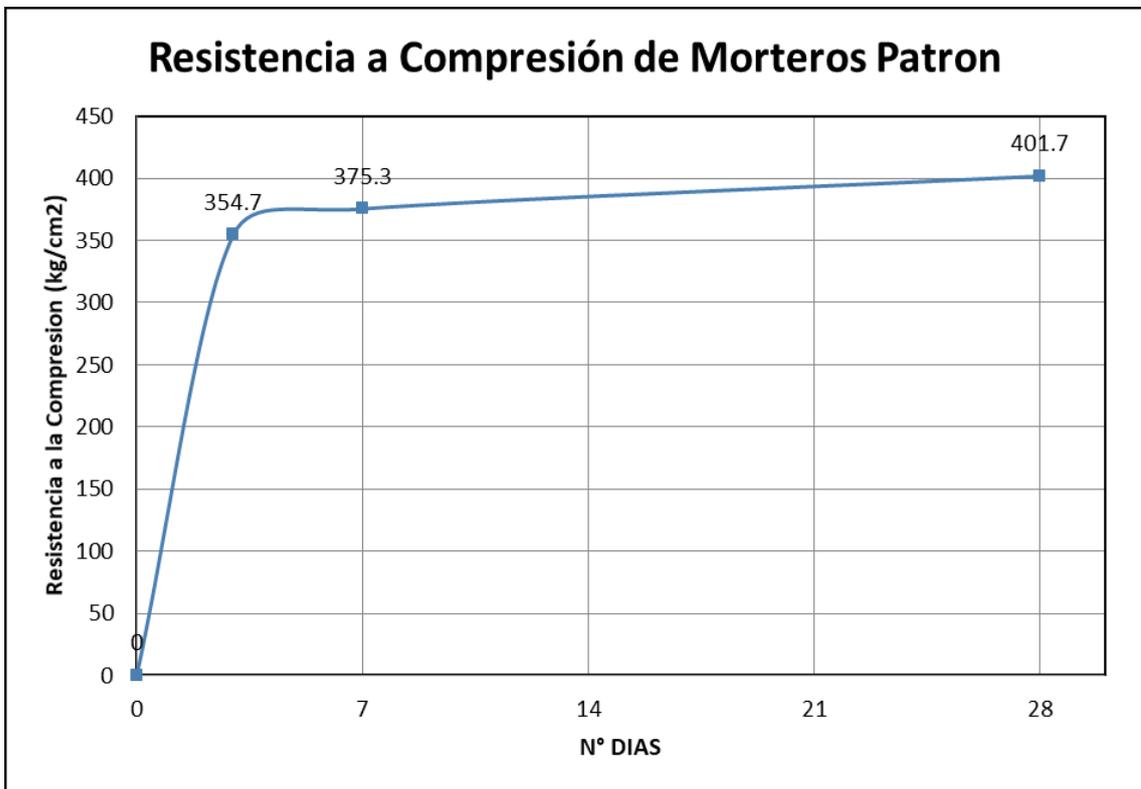


GRAFICO N°3: Curva de resistencia a compresión de morteros patrones.

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Resistencia a Compresión Experimental sustituyendo 5%

TABLA N°23: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 5% de sustitución (3 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
EXP. 3D-1 (E'1) 5%	25.6	305.0	8278	323
EXP. 3D-2 (E'2) 5%	25.6	304.0	8285	324
EXP. 3D-3 (E'3) 5%	25.9	302.5	7820	302
			Promedio	316.33

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°24: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 5% de sustitución (7 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
EXP. 7D-4 (E'4) 5%	25.0	305.5	8775	351
EXP. 7D-5 (E'5) 5%	25.3	302.4	8674	343
EXP. 7D-6 (E'6) 5%	25.5	303.5	8831	346
			Promedio	346.67

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°25: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 5% de sustitución (28 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
EXP. 28D-7 (E'7) 5%	25.4	308.5	9845	388
EXP. 28D-8 (E'8) 5%	25.1	306.0	9642	384
EXP. 28D-9 (E'9) 5%	25.0	309.5	9772	391
			Promedio	387.67

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales – UNI

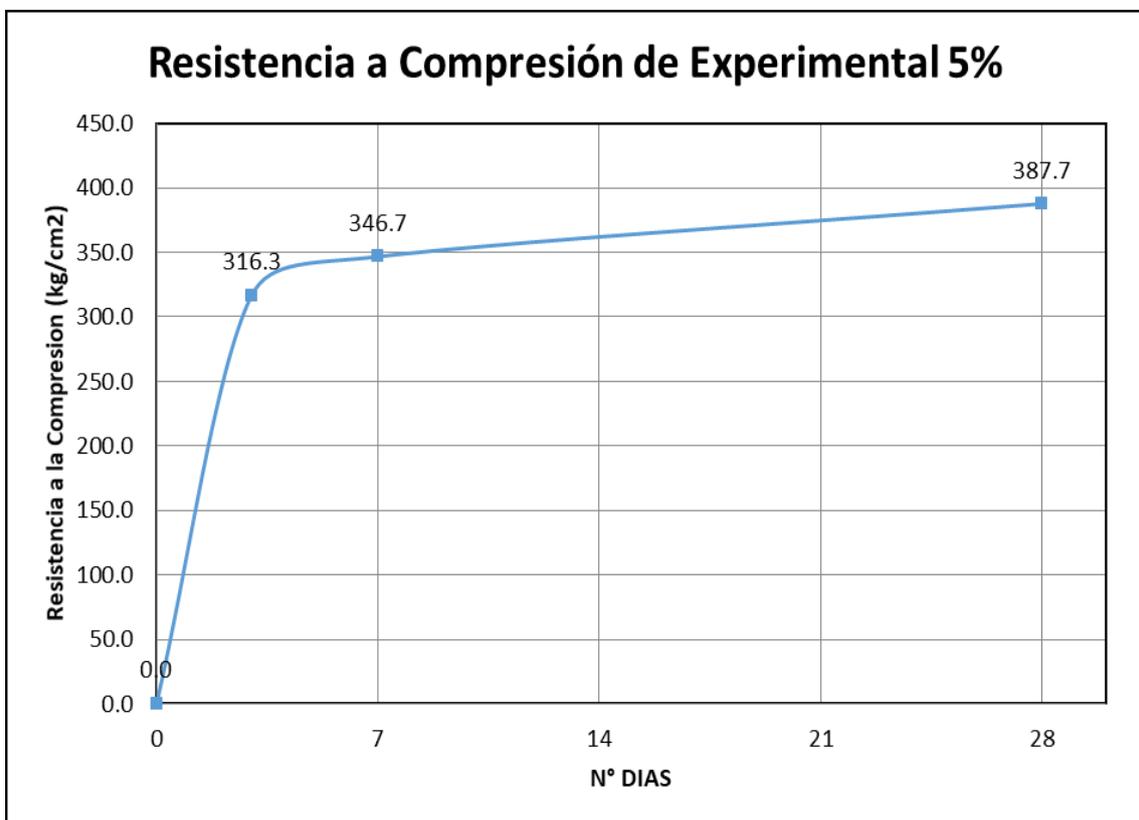


GRAFICO N°4: Curva de resistencia a compresión de Experimental 5% de sustitución

Fuente: Elaboración Propia.

Ensayo de Resistencia a Compresión Experimental sustituyendo 10%

TABLA N°26: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 10% de sustitución (3 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
EXP. 3D-1 (E1) 10%	26.5	299.8	6233	237
EXP. 3D-2 (E2) 10%	25.9	300.1	6153	238
EXP. 3D-3 (E3) 10%	25.9	300.5	6183	239
			Promedio	238.00

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°27: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 10% de sustitución (7 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
EXP. 7D-4 (E4) 10%	25.9	302.5	7092	274
EXP. 7D-5 (E5) 10%	26.2	301.4	6715	257
EXP. 7D-6 (E6) 10%	25.6	300.2	6627	259
			Promedio	263.33

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

TABLA N°28: Ensayo de resistencia a compresión de experimental 10% de sustitución (28 días)

Descripción	Área (cm ²)	Peso (gr)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)
EXP. 28D-7 (E7) 10%	25.0	305.5	8641	346
EXP. 28D-8 (E8) 10%	25.0	304.0	8912	356
EXP. 28D-9 (E9) 10%	25.1	303.5	8598	343
			Promedio	348.33

Fuente: Ensayo de Resistencia a la compresión. LaboratorioN°1 de Ensayo de Materiales - UNI

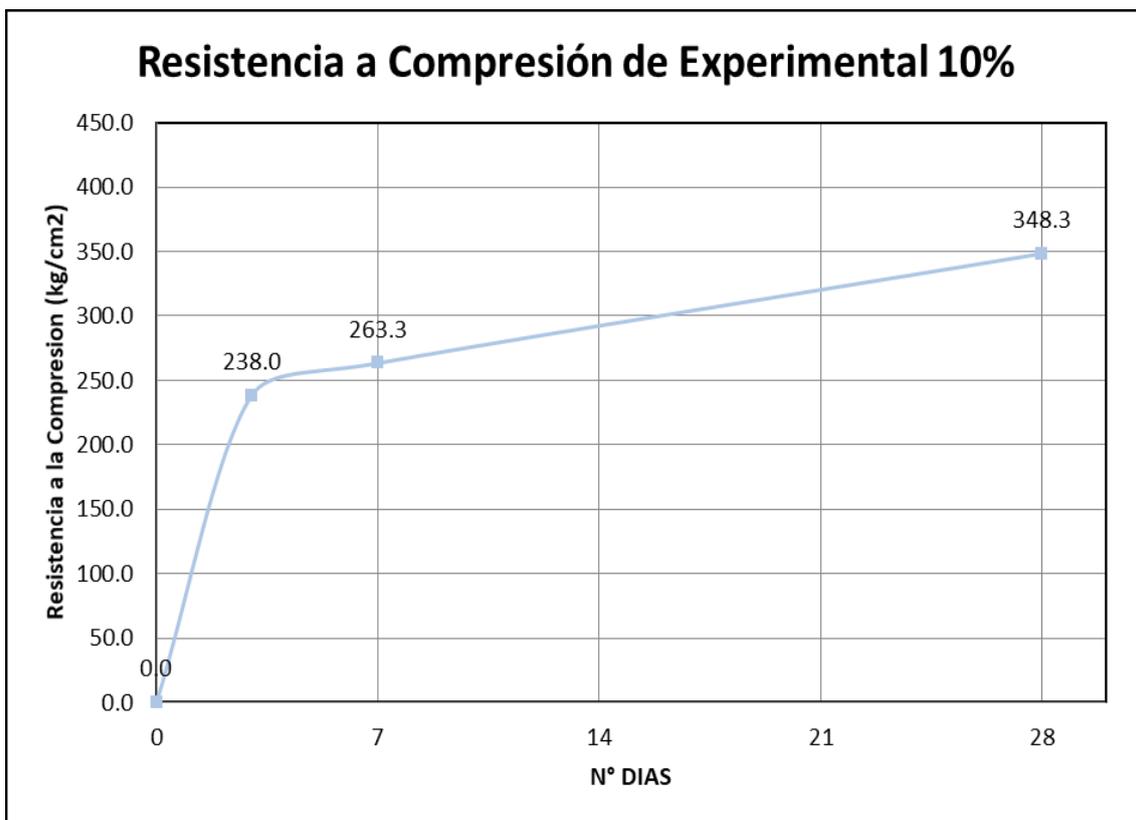


GRAFICO N°4: Curva de resistencia a compresión de Experimental 10% de sustitución.

Fuente: Elaboración Propia.

De los resultados de las muestras del mortero patrón y experimental de 5% y 10% se evaluó de acuerdo a la Norma ASTM C670, en donde nos indica el coeficiente de variación y el rango de aceptación para ver si se encuentra dentro de lo permisible, lo cual indica según TABLA N° 29.

TABLA N°29: Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros patrón

N° Días	Tipo de Muestra	Espécimen	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Resistencia Promedio (kg/cm2)	Medida de Dispersión			Norma ASTM C-670	
					Desv. Estándar (3 esp.)	Coef. Variación 1s%	Rango de dispersión (%)	Coef. Variación 1s%	Rango de aceptación d2s%
3	Patrón	P1	349.00	354.67	5.13	1.40	2.87	3.9	10.9
		P2	356.00						
		P3	359.00						
7	Patrón	P4	386.00	375.33	13.61	3.60	7.22	3.9	10.9
		P5	380.00						
		P6	360.00						
28	Patrón	P7	404.00	401.67	8.74	2.20	4.34	3.8	10.6
		P8	392.00						
		P9	409.00						

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N°30: Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros experimental 5%

N° Días	Tipo de Muestra	Espécimen	Resistencia a la Compresión (kg/cm2)	Resistencia Promedio (kg/cm2)	Medida de Dispersión			Norma ASTM C-670	
					Desv. Estándar (3 esp.)	Coef. Variación 1s%	Rango de dispersión (%)	Coef. Variación 1s%	Rango de aceptación d2s%
3	Exp. 5%	E'1	323.00	316.33	12.42	3.9	7.28	3.9	10.9
		E'2	324.00						
		E'3	302.00						
7	Exp. 5%	E'4	351.00	346.67	4.04	1.2	2.33	3.9	10.9
		E'5	343.00						
		E'6	346.00						
28	Exp. 5%	E'7	388.00	387.67	3.51	0.9	1.82	3.8	10.6
		E'8	384.00						
		E'9	391.00						

Fuente: Elaboración Propia

TABLA N°31: Calculo de coeficiente de variación y rango de aceptación de morteros experimental 10%

N° Días	Tipo de Muestra	Espécimen	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)	Medida de Dispersión			Norma ASTM C-670	
					Desv. Estándar (3 esp.)	Coef. Variación 1s%	Rango de dispersión (%)	Coef. Variación 1s%	Rango de aceptación d2s%
3	Exp. 10%	E1	237.00	238.00	1.00	0.4	0.84	3.9	10.9
		E2	238.00						
		E3	239.00						
7	Exp. 10%	E4	274.00	263.33	9.29	3.5	6.61	3.9	10.9
		E5	257.00						
		E6	259.00						
28	Exp. 10%	E7	346.00	348.33	6.81	2.0	3.79	3.8	10.6
		E8	356.00						
		E9	343.00						

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados se recopiló los resultados del ensayo de resistencia a compresión de los morteros patrones y experimentales.

TABLA N°32: Datos de la Resistencia a la Compresión Promedio de mortero patrón y experimental

N° Días	Tipo de Muestra	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm ²)
	Patrón	354.67
3	Experimental 5%	316.33
	Experimental 10%	238.00
	Patrón	375.33
7	Experimental 5%	346.67
	Experimental 10%	263.33
	Patrón	401.67
28	Experimental 5%	387.67
	Experimental 10%	348.33

Fuente: Elaboración Propia

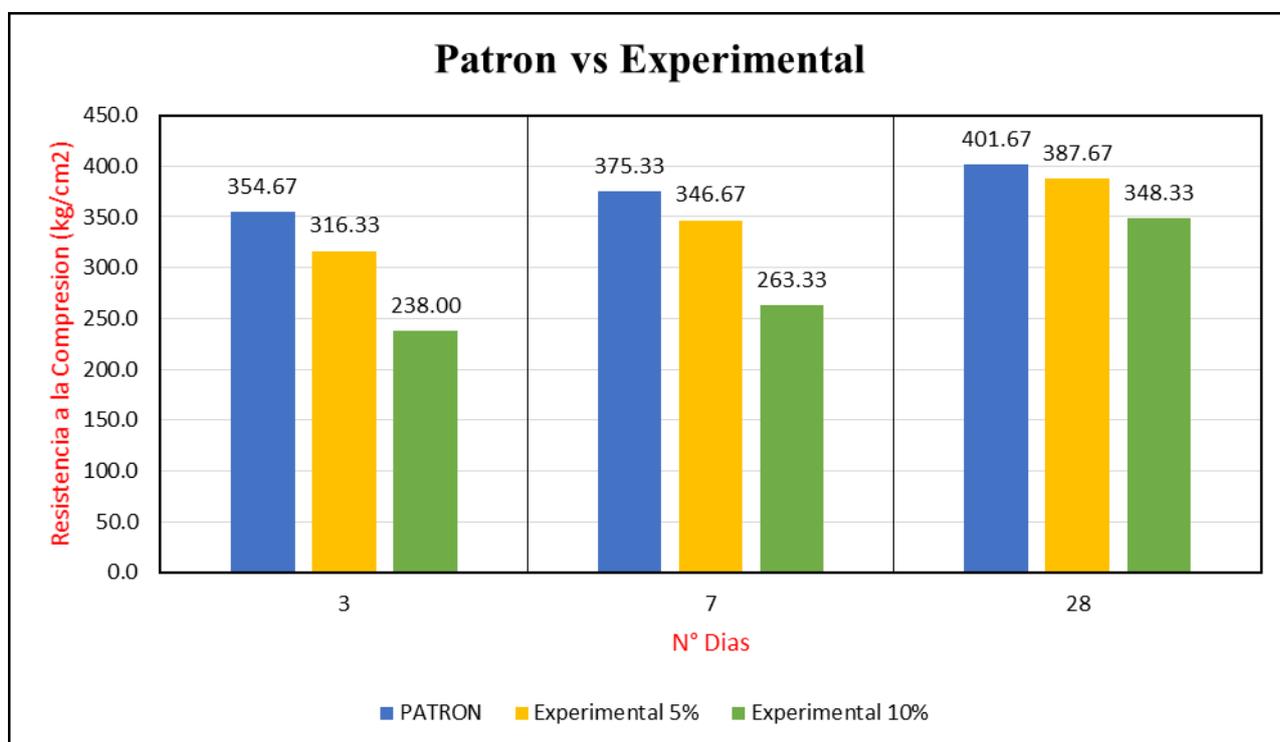


GRAFICO N°6: Comparación de Resistencia a compresión de Patrón y Experimental sustitución 5% y 10%.

Fuente: Elaboración Propia.

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 ($p = 0.261$ y $p > 0.05$) de las resistencias medias obtenidas en los cubos de mortero en cada tratamiento (sustitución de un porcentaje de cemento por ceniza de Paja de Cebada) se procedió a realizar la prueba ANOVA.

TABLA N°33: Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las resistencias a la compresión de los cubos de mortero.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ceniza paja cebada	14055,073	2	7027,537	21,339	,007
Días de curado	9035,968	2	4517,984	13,719	,016
Error	1317,319	4	329,330		
Total	24408.360	8			

Fuente: Resultados de las Pruebas de Hipótesis con el SPSS.

En la TABLA N°33 se puede visualizar que para la sustitución de cemento por ceniza de paja de cebada (en un porcentaje de 5% y 10%) el $p\text{-value} > (p = 0.0007, p < 0.05)$ 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 los cubos de mortero, con sustitución de cemento por ceniza de Paja de Cebada en 0%, 5%, y 10%, son diferentes. Es decir, existe una diferencia significativa entre las resistencias medias de los cubos de mortero.

También se tienen que para los días de curado $p\text{-value} (p = 0.016, p < 0.05)$ entonces podemos decir que las resistencias medias de los cubos de mortero son diferentes a consecuencia de los días de curado (existe un efecto significativo de los días de curado en las resistencias medias de los cubos de mortero).

TABLA N°34: Calculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las resistencias medias de los cubos de mortero son diferentes.

Ceniza de paja de cebada	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
E 10% ceniza	283.2200	
E 5% ceniza		350.2233
P 0% ceniza (patrón).		377.2233

Fuente: Resultados de las Pruebas de Hipótesis con el SPSS.

P 0 % ceniza	377.2233..... a
E 5 % ceniza	350.2233..... a
E 10 % ceniza	283.2200..... b

En la TABLA N°34, después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que los cubos de mortero que tienen mayor resistencia a la compresión es la del patrón y que se puede considerar significativamente igual a la resistencia que se obtiene con 5% de sustitución del cemento por ceniza de paja de cebada, y los cubos de mortero con sustitución de 10% son los que nos dan menor resistencias.

IV. ANALISIS Y DISCUSION:

Aun cuando se ha encontrado pocos antecedentes de la temperatura exacta de calcinación de la ceniza de paja de cebada, se realizó de acuerdo al análisis térmico diferencial, el análisis termo gravimétrico (Grafica N°1), en donde se aprecia una pendiente pronunciada entre 80°C y 120°C que representa la pérdida de agua en la muestra; al igual que entre los 270°C y 330°C que corresponde al cambio de fase interna del material. Para luego del cual la pérdida de masa torna lento que pierde aproximadamente el 70% de su masa inicial. En el análisis calorimétrico (Grafica N°2), se muestra un pico endotérmico aproximadamente 110°C, una región endotérmica entre 190°C y 230°C que corrobora la pérdida del agua físicamente adherida al material; y una transición térmica alrededor de 750°C con probabilidad de existir algún cambio estructural del material. Por lo que se utilizó la temperatura de calcinación de 750°C garantizando en un gran porcentaje la conservación de la estructura amorfa de sílice, al cual se consideró un tiempo de calcinación de 1 hora y media de acuerdo a Vásquez (2003) donde la calcinación debe darse a 750°C, para logra el mayor porcentaje de sílice reactiva.

El pH de los elementos que conforman el mortero, la paja de cebada y el compuesto (cemento-paja de cebada), es de suma importancia para caracterizar el grado de alcalinidad de su reacción puzolana. De la Tabla N°14, se puede apreciar que la paja de cebada tiene un pH de 13.40 alto alcalino y con respecto a la combinación de cemento – paja de cebada en 5% y 10% es de 13.88 y 13.91 respectivamente, lo que hace un compuesto aglomerante y forma un material con buena actividad puzolana. Según Rivera (2011) el cemento portland tiene un PH entre 12,6 a 14, la cual la muestra obtenidas del PH a utilizar permanecen en este rango, lo cual es favorable al mantener un material alcalino.

Los resultados de la composición química de las cenizas de paja de cebada, entre los porcentajes más relevantes son: Óxido de Silicio (SiO₂) de 23.450%, el cual respeto al contenido en el cemento supera 3%, y así con ayudaría a la resistencia del

mortero experimental en curado, pero con respecto al reporte de Cedex (2014) no supera lo indica que es 61.9% (SiO_2); Óxido de Calcio (CaO) de 4.358%, cuyo material con respecto al cemento tiene un porcentaje por debajo; Trióxido de Aluminio (Al_2O_3) de 25.340%, es muy superior con respecto al cemento y aportaría para la resistencia del mortero experimental y Óxido Ferrico (Fe_2O_3) de 0.384%. La suma de las mismas alcanzan un valor de 53.532%, donde permiten estimar que no supera al criterio de puzolanidad del estándar ASTM C618, el cual menciona que la suma de los óxidos de silicio, aluminio y fierro debe superar el 70% para ser considerado material puzolánico. Además los componentes Óxido de Potasio (K_2O) con 30.963% y Dióxido de Azufre (SO_2) con 5.948%, estos no resultan favorables para el desarrollo de la resistencia del mortero experimental por ser expansivos y generar eflorescentes, de igual forma el valor de porcentaje (%) Óxido de Calcio (CaO) representaría un déficit de este elemento puzolánico para la elaboración de mortero, sobre todo cuando los porcentajes de sustitución se incrementan, sin embargo, esta deficiencia por falta de (CaO) el cual afectara a la resistencia del mortero.

Se puede apreciar que el mortero patrón muestra una resistencia a compresión inicial alta 354.67 kg/cm² a los 3 días de curado y llegando a alcanzar los 401.67% kg/cm² a los 28 días de curado, este comportamiento se debe a los materiales finos debidamente graduado y por su relación agua/cemento de 0.485. Y con respecto a los morteros experimentales de sustitución en 5% muestra una baja resistencia inicial a los 3 días de curado, que con respecto al patrón tiene una diferencia de 9.54% menos y de igual forma a los 7 días y 28 días de curado con 7.13% y 3.49% menos respectivamente, llegando tan solo a alcanzar 387.67 kg/cm² de resistencia a los 28 días. De igual forma para los morteros experimentales de sustitución en 10% se aprecia que su resistencia es todavía menor a la patrón y a la experimental de sustitución 5%, llegando alcanzar 348.33 kg/cm² de resistencia a los 28 días de curado haciendo un 13.28% menos del patrón. Este comportamiento de los mortero experimentales de 5% y 10% son una respuesta inadecuada ya que por el contenido alto de óxido de potasio según su composición química del material genera que los agregados pueden asociarse a expansiones, agrietamiento y deterioro perjudicando el mortero y además por el bajo

contenido de óxido de calcio en el material ya que esta ayuda en la hidratación del mortero. Con respecto Ruiz (2015) el cual sustituye 1% de paja de cebada para las edades de 3, 7 y 14 días de curados, incrementa en su resistencia de compresión en 0.5% del patrón.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La temperatura óptima de calcinación de las cenizas de paja de cebada se tiene que tomar la temperatura promedio del rango notorio de la pérdida de masa que es 750 °C, en un tiempo de 1 hora y media.

El pH de las cenizas de paja de cebada logro determinar un resultado de 13.40 lo que nos indica que es altamente alcalino, para al ser mezclado con el cemento y tomarlo como un material base y bueno para la elaboración del mortero.

La composición química de las cenizas de paja de cebada mediante el (FRXDE) se obtuvo los porcentajes más relevantes expresados óxidos son: 23.450% de Óxido de Silicio (SiO₂), 4.358% Óxido de Calcio (CaO), 25.340% de Trióxido de Aluminio (Al₂O₃), 0.384% de Óxido Férrico (Fe₂O₃); donde la suma de estos componentes dan 53.532%, el cual no superan el criterio de puzolanidad establecido y además tiene un contenido de 30.963% Óxido de Potasio (K₂O), el cual posiblemente llegue a perjudicar al mortero pudiendo provocar agrietamiento como también falta de solidez.

De acuerdo al ensayo de fluidez, se determinó la relación a/c de los morteros experimentales sustituyendo 5% y 10% de 0.50 y 0.51; siendo la relación a/c del patrón 0.485, dándolo así una mayor trabajabilidad para los morteros experimentales permitiendo comparar resultados en la resistencia a compresión de dichos especímenes.

Se determinó la Resistencia a Compresión de los morteros patrones a 3 días con 354.67 kg/cm², 7 días con 375.33 kg/cm² y 28 días con 401.67 kg/cm². Y los Experimentales de 5% y 10% de sustitución a 3 días con 316.33 kg/cm² y 238 kg/cm²; 7 días con 346.67 kg/cm² y 263.33 kg/cm²; 28 días con 387.67 kg/cm² 348.33 kg/cm², así mismo se pudo observar una disminución de la resistencia a compresión de los morteros experimentales sustituyendo 5% y 10% de paja de cebada con respecto de los morteros patrones.

RECOMENDACIONES

Seguir usando este ensayo con el propósito de encontrar materiales que a una determinada temperatura de calcinación active sus precursores puzolánico.

Aumentar la temperatura de activación para de esa forma reducir el óxido de potasio y también a la vez explorando si incrementa la cantidad de óxido de sílice y calcio.

Reducir el porcentaje de potasio y azufre compuestos químicos del material que presenta un porcentaje significativo, el cual reaccionan con el agua y difícilmente se puede remover de la mezcla.

Adicionar con un material que contenga un porcentaje significativo de óxido de calcio (CaO), el cual este ayudaría al mortero como solución alcalina al fraguado y así mejoraría la resistencia a compresión del mortero.

VI.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

Abanto, F. (2003). "Tecnología del Concreto. Perú: Editorial San Marcos". Lima, Perú

Recuperado: <https://es.slideshare.net/manueloblitas/tecnologia-del-concreto-flavio-abanto>

ASTM C 136-06. (2005). Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradación.

Recuperado: <https://es.scribd.com/doc/276047132/ASTM-C-136-06-pdf>

Centro de Estudios y experimentación de Obras Públicas - CEDEX (2014) "Cenizas Procedentes de la incineración de biomásas". Madrid, España

Recuperado:<http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/23/cenizas-procedentes-de-la-incineracion-de-biomasa/valorizacion/aplicaciones/12/utilizacion-de-cenizas-volantes.html>.

Gonzales, M., (1962), "Tecnología Del Concreto Diseño De Mezclas". Lima, Perú

Recuperado:http://www.academia.edu/2136287/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO_DISEÑO_DE_MEZCLAS

León, L., Vásquez, A. (2012) Estudio del surgimiento y desarrollo de los morteros en la construcción. Cuba: Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos", Cuba

Recuperado:<http://monografias.umcc.cu/monos/2012/Facultad%20de%20Ingenierias/mo12132.pdf>

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

Norma Técnica Peruana (NTP) 334.051, (2013). Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión de mortero de cemento portland, usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.

Norma Técnica Peruana, (NTP). 339.088, (2006). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto

Norma Técnica Peruana, (NTP). 399.607, (2013). Unidades de albañilería. Especificación normalizada de agregados para mortero de albañilería.

Norma Técnica Peruana (NTP) 334.057, (2002). Determinación de la fluidez de pastas de mortero.

Rivera, G (2011). Concreto Simple, Colombia: Universidad del Cauca.

Recuperado: <https://issuu.com/exonsalazarvalderrama5/docs/tecnología-concreto-y-mortero-river>

Robert, S. (2015). “Propiedades fisicoquímicas y funcionales de las gomas de Acacia cochliacantha y Acacia Farnesiana”. Tesis de doctorado. Universidad Politécnica Nacional, México.

Recuperado: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/16170>

Ruiz, A. (2015) “Resistencia a compresión del mortero cemento-arena incorporando ceniza de cáscara de arroz, afrecho de cebada y bagazo de caña de azúcar”. Tesis de Título. Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Recuperado:<http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7330/Ruiz%20Rodr%C3%ADguez%20Anel%20Jussarha%20%28Tesis%20Parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Vásquez, R. (2003). “Las cenizas de cáscara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto”. Piura, Perú.

Recuperado: <https://es.scribd.com/doc/175634233/Cenizas-Cascara-De-Arroz>

ANEXO N°1

Análisis Térmico Diferencial (DTA)



Trujillo, 21 de Noviembre del 2017

INFORME N° 98 - NOV 17

Solicitante: Morales Ávalos. - Universidad San Pedro Chimbote

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Paja de cebada (1 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PC-55M	14.5 mg	-----

2. ENSAYOS A APLICAR

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

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 14.5 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

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

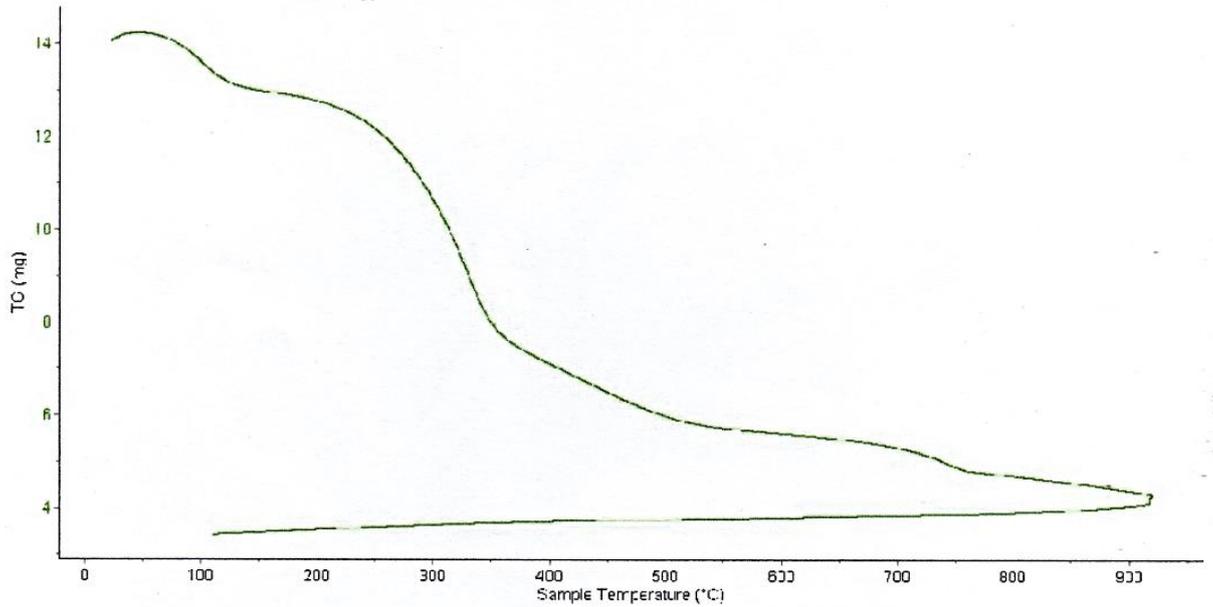


Trujillo, 21 de Noviembre del 2017

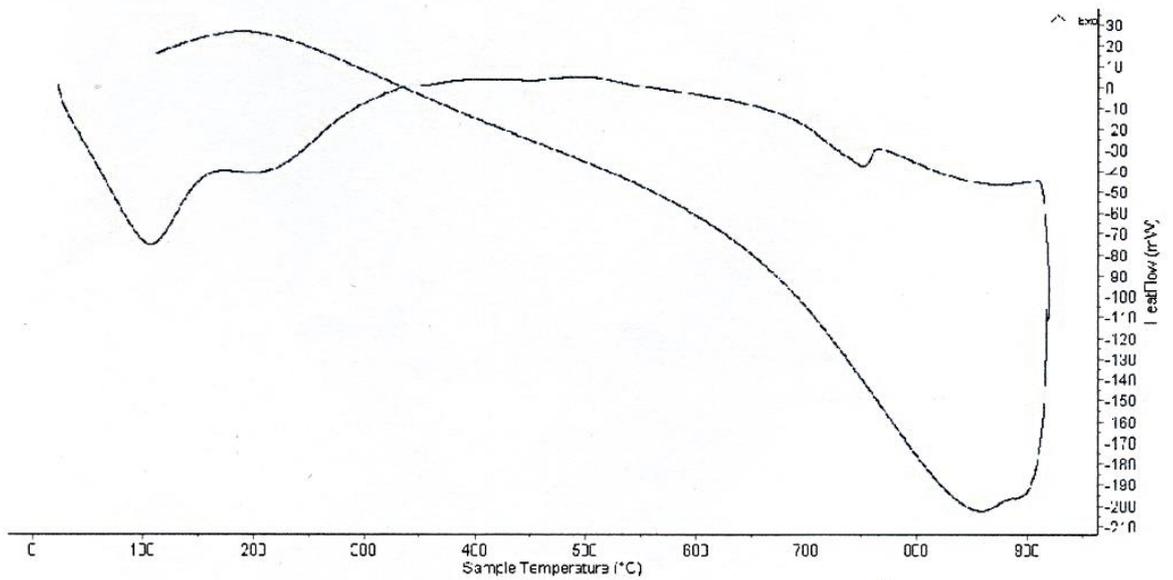
INFORME N° 98 - NOV 17

4. Resultados:

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



II- Curva Calorimétrica ATD



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



Trujillo, 21 de Noviembre del 2017

INFORME N° 98 - NOV 17

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra un importante rango de pérdida significativa de la masa del material ensayado, la que se da en el rango entre 80 y 120°C, posteriormente el material pierde masa en un rango entre 270 y 330°C, después la pérdida es lenta conforme se incrementa la temperatura hasta llegar a una pérdida total de aproximadamente 70 % de su masa inicial cuando alcanza la máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, la curva muestra una región endotérmica a aproximadamente a 110°C y otra región entre 190°C y 230°C. Posteriormente se evidencia una ligera banda de liberación térmica alrededor de 750°C con probabilidad de existir algún cambio estructural del material.

Trujillo, 21 de Noviembre del 2017

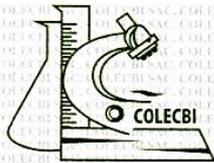


Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

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

ANEXO N°2

Ensayo de Alcalinidad (pH)



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° 20171213-005

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : **MORALES AVALOS LUIS ENRIQUE**

DIRECCIÓN : **Av. Enrique Meiggs 2520 La Libertada Chimbote.**

PRODUCTO DECLARADO : **ABAJO INDICADOS.**

CANTIDAD DE MUESTRA : **04 muestras**

PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : **En bolsa de polietileno cerrada.**

FECHA DE RECEPCIÓN : **2017-12-13**

FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : **2017-12-13**

FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO : **2017-12-13**

CONDICIÓN DE LA MUESTRA : **En buen estado.**

ENSAYOS REALIZADOS EN : **Laboratorio de Físico Químico.**

CÓDIGO COLECBI : **SS 171213-3**

RESULTADOS

MUESTRAS	ENSAYO
	pH
CEMENTO 10g	13,75
PAJA DE CEBADA 10g	13,40
PAJA DE CEBADA 0,5g (5%) + CEMENTO 9,5g	13,88
PAJA DE CEBADA 1,0g (10% + CEMENTO 9,0g	13,91

METODOLOGÍA EMPLEADA

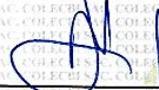
pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados realizados por COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- 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

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Diciembre 14 del 2017.

GVR/jms


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



LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACION ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

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

Nextel: 839*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127

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

Web: www.colecbi.com

ANEXO N°3

Ensayo de Composición química (Fluorescencia De Rayos X)



Informe N°128-LAQ/2017

Análisis de una muestra de ceniza de paja de cebada por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de paja de cebada a pedido del Sr. **Morales Ávalos. Luis Enrique**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Resistencia a Compresión del Mortero Sustituyendo en 5% y 10% de Cemento por Ceniza de Paja de Cebada.”

La muestra está en forma de grano fino de color gris claro.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 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 3850 cts/s

Esta técnica 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



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 cebada. 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.

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 el proceso de calcinación y luego se normalizan para dar un total de 100%. Debe recalarse que la técnica da directamente la concentración de los elementos químicos. Estos resultados se utilizan luego para determinar la concentración de los óxidos.



FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Tabla 1. Composición elemental de la muestra de ceniza de paja de cebada en % de masa.

Óxido	% masa	Normalizado
Al ₂ O ₃	21.807	25.340
SiO ₂	20.181	23.450
P ₂ O ₅	4.713	5.477
SO ₂	5.119	5.948
ClO ₂	3.350	3.893
K ₂ O	26.646	30.963
CaO	3.750	4.358
TiO ₂	0.023	0.027
Cr ₂ O ₃	0.002	0.003
MnO	0.053	0.063
Fe ₂ O ₃	0.330	0.384
Ni ₂ O ₃	0.002	0.002
CuO	0.012	0.013
ZnO	0.049	0.056
SrO	0.018	0.021
Totales	86.054	100.00

La suma en términos de contenido de óxidos es menor que 100% lo cual puede implicar que la muestra puede contener compuestos de Na y Mg que esta técnica no puede detectar y/o contiene compuestos diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X para determinar los compuestos que contiene la muestra con mayor precisión.

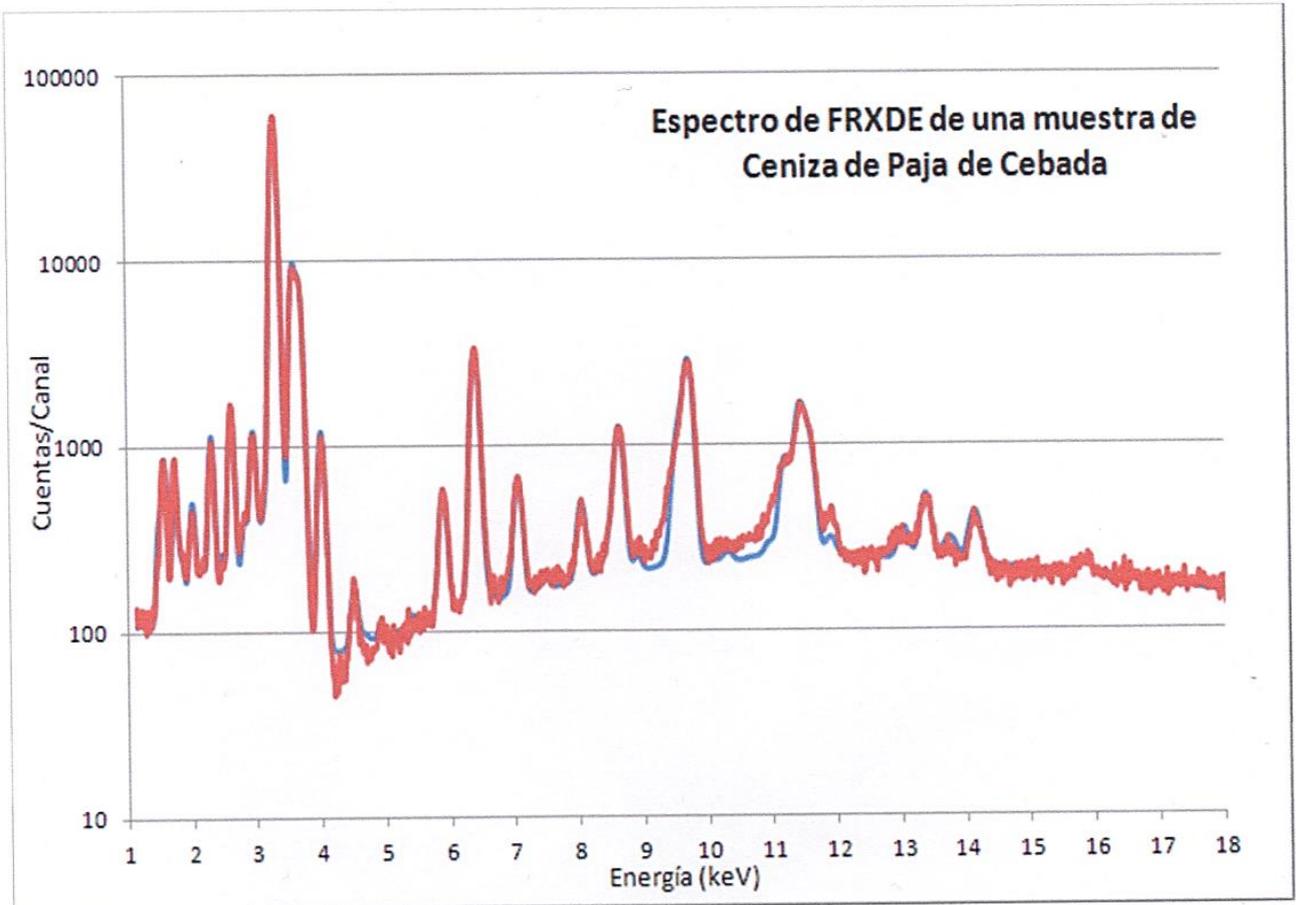


Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de paja de cebada en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 30 de diciembre del 2017

ANEXO N°4

Ensayo de Resistencia a Compresión
de los moteros patrón y
experimental



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : LUIS ENRIQUE MORALES AVALOS
 Obra : "RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO EN 5 % Y 10 %
 DE CEMENTO POR CENIZAS DE PAJA DE CEBADA"
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-4330
 Recibo N° : 58480
 Fecha de emisión : 17-08-2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)
1	P1 - 03D	14/08/2018	17/08/2018	26.0	9,074	349
2	P2 - 03D	14/08/2018	17/08/2018	26.0	9,269	356
3	P3 - 03D	14/08/2018	17/08/2018	26.1	9,367	359

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ana Torre Carrillo

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



Accreditation Board for engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : LUIS ENRIQUE MORALES AVALOS
 Obra : "RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO EN 5 % Y 10 %
 DE CEMENTO POR CENIZAS DE PAJA DE CEBADA"
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-4329
 Recibo N° : 58479
 Fecha de emisión : 22/08/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	P4-07D	14/08/2018	21/08/2018	26.5	10,223	386
2	P5-07D	14/08/2018	21/08/2018	26.0	9,884	380
3	P6-07D	14/08/2018	21/08/2018	26.9	9,684	360

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. E.G.V.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.Jem.uni.edu.pe
 jem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por

ABET

Accreditation Board for Engineering and Technology

Engineering
Technology
Accreditation
Commission

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : LUIS ENRIQUE MORALES AVALOS
Obra : "RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO EN 5 % Y 10 % DE CEMENTO POR CENIZAS DE PAJA DE CEBADA"
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-4330
Recibo N° : 58480
Fecha de emisión : 12/09/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 especímenes cúbicos de mortero.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK,
Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051.2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)
1	P7 - 28D	14/08/2018	11/09/2018	25.3	10,213	404
2	P8 - 28D	14/08/2018	11/09/2018	26.0	10,187	392
3	P9 - 28D	14/08/2018	11/09/2018	26.1	10,678	409

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
Técnico : Sr. E.G.V.



Ana Torre Carrillo

Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú
(511) 381-3343
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : LUIS ENRIQUE MORALES AVALOS
 Obra : RESISTENCIA A COMPRESION DEL MORTERO SUSTITUYENDO EN 5% Y 10% DE CEMENTO POR CENIZAS DE PAJA DE CEBADA
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-3711
 Recibo N° : 62631
 Fecha de emisión : 26/10/2018

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 18 especímenes cúbicos de MORTERO.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 334.051:2013.

4.0. RESULTADOS

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)
1	E-1 (03D) 10%	16/10/2018	19/10/2018	26.3	6,233	237
2	E-2 (03D) 10%	16/10/2018	19/10/2018	25.9	6,153	238
3	E-3 (03D) 10%	16/10/2018	19/10/2018	25.9	6,183	239
4	E'-1 (03D) 5%	16/10/2018	19/10/2018	25.6	8,278	323
5	E'-2 (03D) 5%	16/10/2018	19/10/2018	25.6	8,285	324
6	E'-3 (03D) 5%	16/10/2018	19/10/2018	25.9	7,820	302
7	E-4 (07D) 10%	15/10/2018	22/10/2018	25.9	7,092	274
8	E-5 (07D) 10%	15/10/2018	22/10/2018	26.2	6,715	257
9	E-6 (07D) 10%	15/10/2018	22/10/2018	25.6	6,627	259
10	E'-4 (07D) 5%	15/10/2018	22/10/2018	25.0	8,775	351
11	E'-5 (07D) 5%	15/10/2018	22/10/2018	25.3	8,674	343
12	E'-6 (07D) 5%	15/10/2018	22/10/2018	25.5	8,831	346
13	E-7 (28D) 10%	27/09/2018	25/10/2018	25.0	8,641	346
14	E-8 (28D) 10%	27/09/2018	25/10/2018	25.0	8,912	356
15	E-9 (28D) 10%	27/09/2018	25/10/2018	25.1	8,598	343
16	E'-7 (28D) 5%	27/09/2018	25/10/2018	25.4	9,845	388
17	E'-8 (28D) 5%	27/09/2018	25/10/2018	25.1	9,642	384
18	E'-9 (28D) 5%	27/09/2018	25/10/2018	25.0	9,772	391

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr.L.O.R.

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO N°5

Resultado de Prueba de Hipótesis

Explorar

Descriptivos

		Estadístico	Error típ.
	Media	377,2233	13,60072
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	318,7042
		Límite superior	435,7425
	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	375,3300	
	Varianza	554,939	
TR_0	Desv. típ.	23,55713	
	Mínimo	354,67	
	Máximo	401,67	
	Rango	47,00	
	Amplitud intercuartil	.	
	Asimetría	,359	1,225
	Curtosis	.	.
	Media	350,2233	20,67058
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	261,2850
		Límite superior	439,1617
TR_CPC5	Media recortada al 5%	.	
	Mediana	346,6700	
	Varianza	1281,819	
	Desv. típ.	35,80249	

	Mínimo		316,33	
	Máximo		387,67	
	Rango		71,34	
	Amplitud intercuartil		.	
	Asimetría		,442	1,225
	Curtosis		.	.
	Media		283,2200	33,36608
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	139,6573	
		Límite superior	426,7827	
	Media recortada al 5%		.	
	Mediana		263,3300	
	Varianza		3339,886	
TR_CPC10	Desv. típ.		57,79175	
	Mínimo		238,00	
	Máximo		348,33	
	Rango		110,33	
	Amplitud intercuartil		.	
	Asimetría		1,365	1,225
	Curtosis		.	.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TR_0	,199	3	.	,995	3	,867
TR_CPC5	,206	3	.	,993	3	,836
TR_CPC10	,301	3	.	,911	3	,422

Análisis de varianza univariante

Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas error

Variable dependiente: RESISTENCIA

F	gl1	gl2	Sig.
1,696	2	6	,261

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	14055,073	2	7027,537	4,073	,076
Intersección	1021447,111	1	1021447,111	591,955	,000
CENIZA_PAJA_CEBADA	14055,073	2	7027,537	4,073	,076
Error	10353,287	6	1725,548		
Total	1045855,471	9			
Total corregida	24408,360	8			

Medias marginales estimadas

CENIZA_PAJA_CEBADA

Variable dependiente: RESISTENCIA

CENIZA_PAJA_CEBADA	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	377,223	23,983	318,539	435,908
CPC5%	350,223	23,983	291,539	408,908
CPC10%	283,220	23,983	224,536	341,904

Análisis de varianza univariante

Factores inter-sujetos

		Etiqueta del valor	N
	1	0%	3
CENIZA_PAJA_CEBADA	2	CPC5%	3
	3	CPC10%	3
	1	3 DIAS	3
DIAS_CURADO	2	7 DIAS	3
	3	28 DIAS	3

**Contraste de Levene sobre la igualdad de las varianzas
error**

Variable dependiente: RESISTENCIA

F	gl1	gl2	Sig.
.	8	0	.

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: RESISTENCIA

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	23091,042	4	5772,760	17,529	,008
Intersección	1021447,111	1	1021447,111	3101,595	,000
CENIZA_PAJA_CEBADA	14055,073	2	7027,537	21,339	,007
DIAS_CURADO	9035,968	2	4517,984	13,719	,016
Error	1317,319	4	329,330		
Total	1045855,471	9			
Total corregida	24408,360	8			

Medias marginales estimadas

CENIZA_PAJA_CEBADA

Variable dependiente: RESISTENCIA

CENIZA_PAJA_CEBADA	Media	Error típ.	Intervalo de confianza 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	377,223	10,477	348,133	406,313
CPC5%	350,223	10,477	321,133	379,313
CPC10%	283,220	10,477	254,130	312,310

Pruebas post hoc

Subconjuntos homogéneos

RESISTENCIA

CENIZA_PAJA_CEBADA	N	Subconjunto	
		1	2
DHS de Tukey	CPC10%	3	283,2200
	CPC5%	3	350,2233
	0%	3	377,2233
	Sig.		1,000
Duncan	CPC10%	3	283,2200
	CPC5%	3	350,2233
	0%	3	377,2233
	Sig.		1,000

ANEXO N°6
Panel Fotográfico

1. RECOLECCION DE MATERIAL

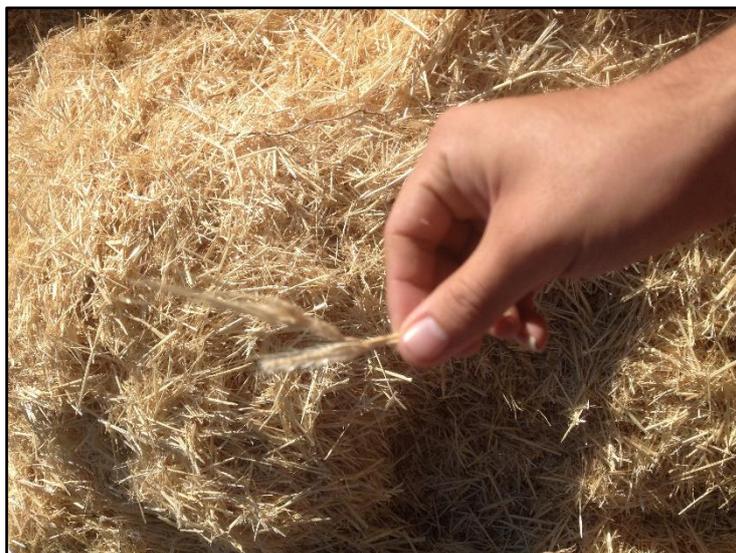


FIGURA N°1: Recolección de la paja de cebada



FIGURA N°2: Recolección de la paja de cebada llenado en sacos para su posterior traslado



FIGURA N°3: Vista de la del lugar de obtención de la paja de cebada

2. PREPARACION PARA ENSAYOS



FIGURA N°4: Se está moliendo la paja de cebada en estado natural para posterior tamizado para llevar a ensayar.

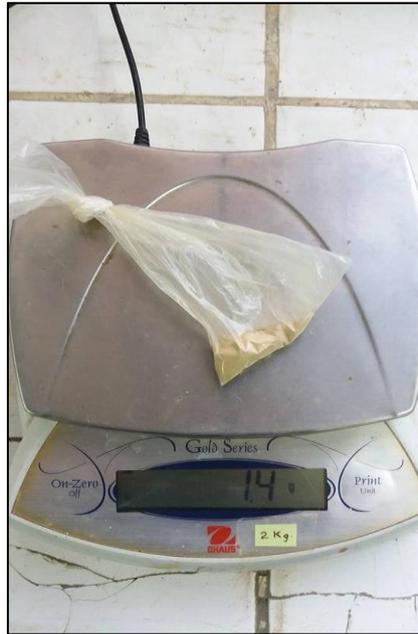


FIGURA N°5: Se muestra el material tamizado por la malla para así llevar a elabora el ensayo de Análisis Térmico Diferencial



FIGURA N°7: Elaboración del pre quemado del material



FIGURA N°8: Material pre quemado, listo para la calcinación en mufla



FIGURA N°9: Material saliendo de la de la calcinación a 750°C



FIGURA N°10: Tamizando por malla N°200 el material para llevar a ensayar



FIGURA N°11: Haciendo la combinación cemento con paja de cebada para el análisis de Ph

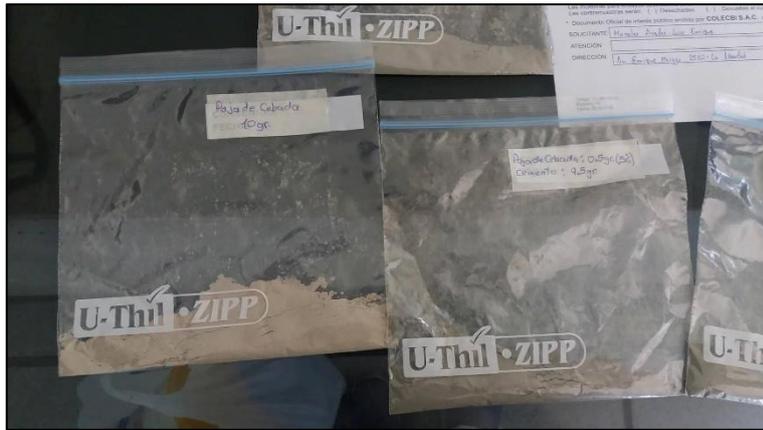


FIGURA N°12: Luego de haber calcinado el material según una temperatura determinada de tamiza por la malla para así elaborar el ensayo de Fluorescencia de Rayos X

3. ELABORACION DE MORTEROS:



FIGURA N°13: Arena Manufacturada separada por malla para la elaboración de morteros



FIGURA N°14: Peso de la Arena manufacturada para la elaboración de una tanda de morteros (3 cubos).



FIGURA N°15: Peso de la Agua para la elaboración de morteros (3 cubos).



FIGURA N°15: Peso de la Agua para la elaboración de morteros (3 cubos).



FIGURA N°16: Elaboración de mezclado de morteros (3 cubos).



FIGURA N°17: Vaciado de mezcla hacia molde (3 cubos).



FIGURA N°18: Desencofrado de morteros experimentales (3 cubos).



FIGURA N°19: Elaboración de Ensayo de Fluidez.

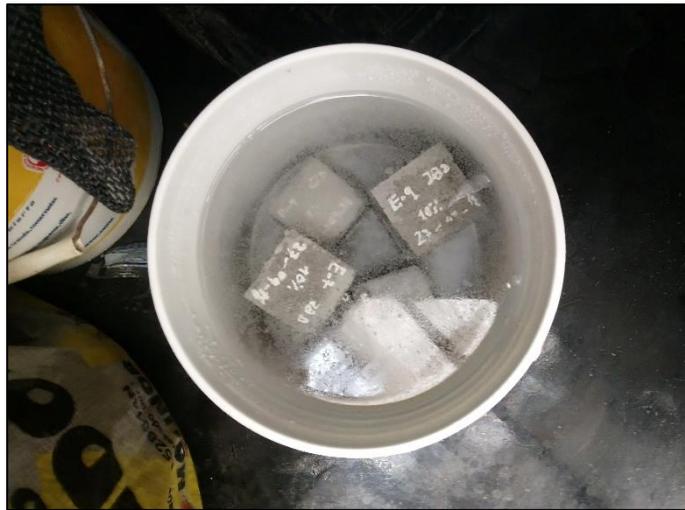


FIGURA N°20: Curado de morteros experimentales (3 cubos).

4. ENSAYOS DE LABORATORIO



FIGURA N°21: Laboratorio de Física de la UNMSM para el ensayo de Fluorescencia de Rayos X – Composición Química



FIGURA N°21: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – UNI. Para el ensayo de Resistencia a Compresión de los morteros patrones y experimentales.



FIGURA N°22: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – UNI. Morteros patrones después del ensayo.



FIGURA N°23: Laboratorio N°1 de ensayo de materiales – UNI. Peso de los morteros patrones antes de la rotura