

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

“Resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo
al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz”

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Sabino Barreto, Edith Liz

Asesor:

Pitman Meléndez Wilfredo

Código ORCID: [0000 – 0002 – 2748 – 2842](https://orcid.org/0000-0002-2748-2842)

HUARAZ – PERÚ

2024

ÍNDICE GENERAL

Índice De Tablas	ii
Índice De Figuras	v
Palabra Clave	vii
Keywords:	vii
Línea De Investigación	vii
Line Of Research.....	vii
Constancia De Originalidad	viii
Título De La Investigación.....	ix
Resumen.....	x
Abstract	xi
Introducción	1
Metodología	22
Resultados	73
Análisis De Varianza – Anova.....	97
Análisis Y Discusión.....	100
Conclusiones	108
Recomendaciones.....	110
Agradecimientos	112
Referencias Bibliográficas	113
Anexos Y Apéndices.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Limites granulométricos para el agregado fino.	8
Tabla 2	Requisito granulométrico para el agregado grueso.....	9
Tabla 3	Composición química de la ceniza del rastrojo del maíz.....	13
Tabla 4	Normatividad y límites de sales solubles.....	15
Tabla 5	Variable dependiente.	19
Tabla 6	Variable independiente.	20
Tabla 7	Número de probetas en función de los días de curado y porcentaje de adición de cenizas de rastrojo de maíz.....	23
Tabla 8	Técnica e Instrumento.....	25
Tabla 9	Juego de tamices de granulometría para agregado fino.	29
Tabla 10	Cantidad mínima de las muestras del agregado grueso.	35
Tabla 11	Tamiz para agregado grueso	36
Tabla 12	Cálculo de la ceniza de rastrojo de maíz.....	40
Tabla 13	Análisis granulométrico agregado fino.....	43
Tabla 14	Análisis granulométrico agregado grueso.....	44
Tabla 15	Ensayo de peso específico y absorción de agregado fino.	45
Tabla 16	Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso.....	46
Tabla 17	Ensayo de peso unitario y compactado de agregado fino.	47
Tabla 18	Ensayo de peso unitario y compactado de agregado grueso.....	48
Tabla 19	Ensayo de contenido de humedad agregado fino.....	49
Tabla 20	Ensayo de contenido de humedad agregado grueso.	50
Tabla 21	Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm ²	51

Tabla 22	Resumen de datos de los ensayos de agregados finos y gruesos.	52
Tabla 23	Volumen unitario de agua.	53
Tabla 24	Relación A/C y resistencia a la compresión del concreto.	54
Tabla 25	Volumen de agregado grueso – TMN.	55
Tabla 26	Valores de diseño estado seco parte patrón.	56
Tabla 27	Porcentajes de contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso.	57
Tabla 28	Valores de agua en agregado fino y agregado grueso.	58
Tabla 29	Valor de agua efectiva.	58
Tabla 30	Pesos corregidos parte patrón.	59
Tabla 31	Cálculo de la proporción de los agregados en relación al cemento.	59
Tabla 32	Cálculo de la proporción en volumen de los agregados.	60
Tabla 33	Cantidad en material para una probeta.	61
Tabla 34	Volumen absoluto al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.	61
Tabla 35	Pesos secos al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.	62
Tabla 36	Pesos corregidos por humedad al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.	62
Tabla 37	Calculo proporción en volumen parte experimental al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.	63
Tabla 38	Volumen absoluto al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.	63
Tabla 39	Pesos secos al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.	64
Tabla 40	Pesos corregidos por humedad al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.	64
Tabla 41	Cálculo proporción en volumen al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.	65
Tabla 42	Cantidad de ceniza en 5 % por el cemento tipo I Pacasmayo.	65
Tabla 43	Cantidad de ceniza en 15 % por el cemento tipo I Pacasmayo.	66

Tabla 44 Proporción de materiales por 9 probetas patrón.	66
Tabla 45 Proporción de materiales por 9 probetas experimentales en 5% de ceniza.	67
Tabla 46 Proporción de materiales por 9 probetas experimentales en 15% de ceniza.	67
Tabla 47 Cantidad de muestra antes y después de la calcinación.	75
Tabla 48 El PH de cemento tipo I, ceniza de rastrojo de maíz y combinación con 5 % y 15 % de sustitución.	76
Tabla 49 Composición química elemental de ceniza de rastrojo de maíz.	77
Tabla 50 Composición química expresada en óxidos del rastrojo de maíz.	77
Tabla 51 Relación de a/c en patrón y experimental.	78
Tabla 52 Peso específico de la combinación del cemento y de la ceniza de rastrojo de maíz.	79
Tabla 53 Resistencias a la compresión del concreto a los 7 días.	80
Tabla 54 Resistencias a la compresión del concreto a los 14 días.	81
Tabla 55 Resistencias a la compresión del concreto a los 28 días.	82
Tabla 56 Promedio de resistencias entre la parte patrón y experimental.	83
Tabla 57 Promedio porcentual de las resistencias entre la parte patrón y experimental.	87
Tabla 58 Resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte patrón.	91
Tabla 59 Resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte experimental al 5%. ..	93
Tabla 60 Resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte experimental al 15%. ..	95
Tabla 61 Resumen de resistencia a la compresión de tipo patron, experimental en los 7,14 y 28 días de curado.	97
Tabla 62 Resumen de la varianza	98
Tabla 63 Análisis de Varianza	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Juego de tamices.....	7
Figura 2 Rastrojo de Maíz.	12
Figura 3 <i>Ceniza de rastrojo de maíz</i>	13
Figura 4 Ensayo de compresión.....	17
Figura 5 Curva de Análisis Termogravimétrico (TGA).	73
Figura 6 Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD).....	74
Figura 7 Promedio de Resistencias a la compresión a los 7 días de curado de patrón y experimentales.	84
Figura 8 Promedio de Resistencias a la compresión a los 14 días de curado de patrón y experimentales.	85
Figura 9 Promedio de Resistencias a la compresión a los 28 días de curado de patrón y experimentales.	86
Figura 10 Promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de curado de patrón y experimentales.	88
Figura 11 Promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de curado de patrón y experimentales.	89
Figura 12 Promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 28 días de curado de patrón y experimentales.	90
Figura 13 El promedio de la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de patrón.	91
Figura 14 El promedio porcentual de la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de patrón.....	92

Figura 15 El promedio de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (5%).....	93
Figura 16 El promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (5%).....	94
Figura 17 El promedio de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (15%).....	95
Figura 18 El promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (15%).....	96

PALABRA CLAVE

Tema	Resistencia a la Compresión del Concreto
Especialidad	Construcción y Gestión de la Construcción

KEYWORDS:

Issue	Compressive Strength of Concrete
Speciality	Construction and Construction Management

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	Ingeniería Civil
Sub área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

LINE OF RESEARCH

Line of Research	Construction and Construction Management
Area	Civil Engineering
Sub_Area	Civil Engineering
Discipline	Civil Engineering



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Vicerrector de Investigación de la Universidad San Pedro:

HACE CONSTAR

Que, de la revisión del trabajo titulado "**Resistencia a la compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz**" del (a) estudiante: **SABINO BARRETO EDITH LIZ**, identificado(a) con Código N° **1418100294**, se ha verificado un porcentaje de similitud del **30%**, el cual se encuentra dentro del parámetro establecido por la Universidad San Pedro mediante resolución de Consejo Universitario N° 5037-2019-USP/CU para la obtención de grados y títulos académicos de pre y posgrado, así como proyectos de investigación anual Docente.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Chimbote, 13 de junio de 2024

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



Dr. JAVIER MARTÍNEZ CARRIÓN
VICERRECTOR



NOTA: Este documento carece de valor si no tiene adjunta el reporte del Software TURNITIN.

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

**“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F’C = 210
KG/CM2, SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ”**

RESUMEN

Durante la investigación se encontró que la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² y en lugar de cemento se utilizó 5 % y 15% de ceniza de rastrojo de maíz. En esta investigación se desarrolló el diseño experimental, se realizó ensayos las cuales fueron trabajadas por el cemento portland, agregado fino, agregado grueso y ceniza del rastrojo de maíz del Caserío de Carianpampa, Distrito Independencia, Provincia De Huaraz.

Los métodos procesales para la obtención de datos y resultados se llevaron a cabo a través de documentaciones relacionadas con el tema de investigación y pruebas de laboratorio. Utilizando el análisis calorimétrico ATD de rastrojo de maíz, se puede alcanzar una temperatura de cambio estructural de 750°C en un promedio de 4 horas. El valor del pH se mide como extremadamente alcalino.

El examen de fluorescencia de rayos X de la ceniza de maíz indica que es un componente importante del cemento son SiO₂ 68,300%, Al₂O₃ 9,603%, MgO 8,909%, P₂O₅ 6,760%, CL 3,226%, SO₃ 3,203%.

Finalmente, de los resultados de la prueba de compresión se puede observar que el porcentaje de cada adición confirma que el concreto reemplazado con 5 % de máscaras de paja de maíz en estado fresco con una edad de curado de 28 días muestra un buen desempeño. Por otro lado, un aumento del 111.98%, la resistencia a la compresión promedio mostró que la resistencia a la compresión del concreto estándar a la edad de 28 días fue de 103.56% en comparación con el esquema experimental con una adición de máscara de paja de maíz a la edad de 28 días. La proporción es de 8.42%.

ABSTRACT

During the investigation, it was found that the compressive strength of concrete $f_c=210$ kg/cm² and instead of cement, 5% and 15% corn stubble ash were used. In this research, the experimental design was developed, tests were carried out which were worked with Portland cement, fine aggregate, coarse aggregate and corn stubble ash from the Carianpampa Village, Independencia District, Province of Huaraz.

The procedural methods for obtaining data and results will be carried out through documentation related to the research topic and laboratory tests. Using ATD calorimetric analysis of corn stover, a structural change temperature of 750°C can be achieved in an average of 4 hours. The pH value is measured as extremely alkaline.

X-ray fluorescence examination of corn ash indicates that it is an important component of cement are SiO₂ 68,300%, Al₂O₃ 9,603%, MgO 8,909%, P₂O₅ 6,760%, CL 3,226%, SO₃ 3,203%.

Finally, from the results of the compression test it can be seen that the percentage of each addition confirms that the concrete replaced with 5% corn straw masks in the fresh state with a curing age of 28 days shows good performance. On the other hand, an increase of 111.98%, the average compressive strength showed that the compressive strength of standard concrete at the age of 28 days was 103.56% compared to the experimental scheme with a straw mask addition of corn at the age of 28 days. The proportion is 8.42%.

INTRODUCCIÓN

El propósito de la siguiente tesis es determinar la Resistencia a la compresión del concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz al 5% y 15% en lugar de cemento y determinar las diferentes resistencias para obtener el concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ porque se reemplaza por el porcentaje de rastrojo de maíz, que es el residuo que queda cuando se cosecha el maíz y se puede recolectar en toda la zona de región sierra, en este caso en la zona del Caserío de Carianpampa, Distrito de Independiente, Provincia de Huaraz.

La investigación se basa en la recopilación de información previa y muestra la efectividad de utilizar cenizas volantes en lugar de cemento porque los materiales son óxidos ya que se convierten en óxidos cuando se activan con el calor. Es importante recordar que se deben conocer todas las propiedades de estos materiales antes de aplicarlos a mezclas de concreto para que puedan realizarse en aplicaciones experimentales.

Se incluye algunos antecedentes que describen a continuación:

Romero Pajuelo y Tineo Navarro (2021) Los resultados muestran que con 12% CHM, el asentamiento medido fue de 3.90 pulgadas, mientras que en el diseño estándar tuvimos 4.00 pulgadas, reemplazando 2%, 5% y 9% CBC, dando el valor más bajo. Se concluyó que el 12% de CHM tuvo el mejor desempeño en la prueba de muestra. Después del reemplazo parcial de la ceniza de hoja de maíz. se mejoran la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión.

Águila (2018) Los resultados muestran que la ceniza de cáscara de maíz es beneficiosa para ser utilizada como opción de cemento en la producción de concreto, ya que cierto tipo de ceniza contiene una alta proporción de sílice equivalente al 48,00% y es una unidad puzolánica importante en la producción de cemento. Los resultados muestran que la cantidad optima de

reemplazo es del 10,00% y se puede agregar hasta un 20,00% sin afectar la resistencia del concreto.

Díaz Mejía (2021) Los resultados se obtuvieron en concreto fresco (fraguado) y endurecido (resistencia) realizando una comparación tecno económica de concreto normal o estándar con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y agregado 5%, 10% y 15% de ceniza volante. El método de diseño de mezcla es el Método 211.1 del comité ACI, (Instituto Americano del Concreto). Se hizo 96 núcleos, realice 48 pruebas de compresión y 48 pruebas de flexión los días 7, 14 y 28 y obtenga las siguientes conclusiones: use 5% de ceniza de grano de maíz, optimice cada tubo a 0.11kg, 12 tubos = 1.37kg, 288 resistencias máximas son alcanzado los 237.19 kg/cm^2 . El contenido de ceniza de grano de maíz es de 10%, optimización = 0.23kg por tubo, 12 tubos = 1.75kg, soportando una carga máxima de 243.21 kg/cm^2 durante 28 días. El contenido de ceniza del grano de maíz es del 15% optimizado = 0.34kg por tubo, 12 tubos = 4.12kg y soporta una carga máxima de 251,86 kg/cm^2 durante 28 días. Utilizando 5 % de ceniza de maíz, optimizado = 0.29 kg por listón, 12 listones = 3.50 kg, la resistencia máxima alcanza 80.44 kg/cm^2 . La ceniza de cascara de maíz reduce el asentamiento (espesor) a medida que aumenta el porcentaje de ceniza, el asentamiento se redujo a 2.56 pulgadas, y con un 15% de ceniza de grano de maíz, el asentamiento redujo a 2.34 pulgadas.

Quevedo Castillo (2018) Los resultados muestran que la sustitución del cemento de silicato tipo I por ceniza de bagazo produce un efecto positivo. Cuando el contenido de cenizas de bagazo es del 9%, la resistencia a la compresión f' es mayor, $c = 238,86 \text{ kg/cm}^2$, lo que supone un aumento del 3,42%, además de la resistencia a la tracción con una dosis del 9%, el módulo de rotura promedio aumentó en 22,12 kg/cm^2 , un aumento del 1.63% en comparación con el modelo. Por lo tanto, el interés está relacionado con el aumento del material a compresión y la

resistencia a la tracción del hormigón y es beneficioso para el aumento del hormigón en la resistencia a la compresión y a la tracción.

A si mismo también Pérez Nieves (2018) El diseño experimental agregó 10% de ceniza de mazorca de maíz y 5% de ceniza de ricino, y la resistencia a la compresión después de 28 días de curado fue de 246,55 kg/cm²; la resistencia a la compresión ideal que queríamos lograr superó la resistencia a la compresión del diseño estándar de 223,26 kg/cm² de muestra es un 10,92% mayor que la muestra experimental de 28 días. Después de 14 días de curado, la resistencia de la muestra de prueba aumentó en más de un 9,76% y después de 7 días de curado, la resistencia de la muestra de prueba disminuyó un 1,72% en comparación con la muestra estándar. Los resultados mostraron que a los 7, 14 y 28 días de prueba, el concreto que contenía 10% de hoja de maíz y 5% de ricino en lugar de cemento tenía mayor resistencia que el concreto convencional.

Chachi Navarro (2019), Los resultados de las pruebas de compresión de diferentes cantidades de mezcla muestran que el concreto fresco mezclado con 10% de máscara de paja de maíz tiene mejor trabajabilidad en términos de resistencia a la compresión promedio indicada por la muestra, se encuentra que cuando se agrega 10% de máscara de paja de maíz. La fuerza a los 28 días superó los 210 kg/cm², con un porcentaje del 112%.

Por otro lado Matías (2019), realizó su estudio donde el propósito de la investigación fue determinar la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Sustituyendo el 10% y 16% del peso del cemento por: - 7.5% Polvo Cáscara de huevo + 2.5% Ceniza de Hoja de Eucalipto. - 12% Polvo Cáscara de huevo + 4% Ceniza de Hoja de Eucalipto, Lo que confirmó mediante los ensayos, que la resistencia a la compresión de las probetas experimentales al 10% y 16%, a los 7, 14 y 28 días son superiores a las de las probetas patrón convencionales, lo cual

confirma la hipótesis de la investigación, a los 28 días la resistencia a la compresión de las probetas patrón alcanzaron un 101%, las experimentales al 10% un 102% y las experimentales al 16% un 111% de resistencia, mayor a la esperada, comprobando que al usar las sustituciones de CHE y PCH de manera conjunta tienen una potenciación de sus propiedades y elevan la resistencia de las probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Pinto Ramírez y Falcon Martel (2023) Los cuales fueron: el concreto patrón, el concreto adicionado con 5% de COCPT, con 10% de COCPT y 20% de COCPT. Asimismo, para cada diseño se realizó 9 probetas de 4x8", las cuales se rompieron a las edades de 3, 7 y 14 días, en grupos tres por edad. Por otro lado, el diseño que obtuvo mejores resultados que el concreto patrón fue el que tenía 5% de COCPT. Ya que, el concreto patrón a los 3, 7 y 14 días, obtuvo 160.33 kg/cm², 223.67 kg/cm² y 252.00 kg/cm², respectivamente; mientras el concreto con 5% de COCPT obtuvo 168.33 kg/cm², 231.00 kg/cm² y 268.00 kg/cm², respectivamente. Finalmente, el concreto con 5% de COCPT mejora la resistencia del concreto en un 5.45% respecto a la resistencia requerida.

Caro Briceño (2018) Las mediciones de pérdida de masa y calor se obtuvieron mediante análisis térmico y se determinó que la temperatura de calcinación de las hojas de maíz era de 400°C. El análisis químico de la ceniza de hoja de maíz activada mediante fluorescencia de rayos X mostró que el contenido total de óxido (SiO₂ Al₂O₃ CaO) en el material de cemento fue del 55,355%, que es un valor importante. Se midió el valor de pH de la ceniza de hoja de maíz y se encontró que era pH = 10,93, que es una sustancia alcalina. Las resistencias a la compresión del concreto con 5% de ceniza de hoja de maíz en reemplazo del cemento a los 7, 14 y 28 días fueron 80,97%, 93,32% y 110.73%, respectivamente. Al 10% obtuvo 83.80%, 97,16% y 122,60% de resistencia a los 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados muestran que la ceniza de

hoja de maíz puede reemplazar parcialmente el cemento de silicato en mezclas de concreto a niveles de reemplazo del 5% y 10%.

En la fundamentación científica indagaremos conceptos relacionados al proyecto de investigación, para continuar debemos saber que es el concreto.

Según Sánchez (2001), el cemento se define una muestra de un material aglutinante (cemento portland), masilla (rellenos) y agua, que se endurece formando una masa densa (piedra artificial) y después de cierto tiempo es capaz de soportar elevadas fuerzas de compresión.

Grupo I, Cemento Portland

- Tipo I, uso normal, se utiliza en todos los trabajos de construcción normales donde no se requiere propiedades especiales.
- Tipo II, cemento con calor medio de hidratación y resistencia media a los sulfatos, utilizado cuando se requiere resistencia media a los sulfatos y calor medio de hidratación.
- Tipo III, el cemento con altas resistencias inicial se utiliza cuando se requiere una rápida puesta de servicio de estructuras de hormigón o un rápido aumento de la resistencia.
- Tipo IV, Cemento de bajo calor de hidratación utilizado en la producción masiva de hormigón.
- Tipo V, cemento de alta resistencia a los sulfatos, utilizado en zonas con alto contenido de sulfatos (Sánchez, 2001).

Composición química cemento portland: Según Guerra (2013), Los principales componentes del cemento Portland son silicatos y el aluminio de calcio, estos compuestos se forman combinando químicamente diferentes óxidos, como el óxido de calcio (CaO).

Agua: Es una sustancia líquida y es el elemento primordial en la industrialización del concreto, por lo que sus funciones están relacionadas con la rigidez, trabajabilidad y propiedades en estado endurecido, su efectividad en la producción del concreto se centra en su llenado con agua de enjuague, agua de amasado, y agua de curado. Para ser utilizado de la misma manera, las normas indican el uso de agua potable sin verificar su preparación (Romero Quintero et al., 2014).

Agregados: Los agregados, también llamados hormigón, son materiales inertes granulares, artificiales o naturales que se mezclan con cemento portland similar al agua para formar un monolito (piedra artificial) similar a una pasta llamado mortero u hormigón. (Rivera, 2013).

Clasificación según su origen:

Agregado Natural: Extraen recursos naturales como gravas de ríos, aluviones y arena de ríos o glaciares y guijarros, así como diversas piedras naturales y canteras (Rivera, 2013).

Agregado Artificial: Se trata productos y productos obtenidos como resultado de tratamientos industriales, por ejemplo: residuos de chatarra hierro, alto horno, arcillas expandidas, Clinker, etc., normalmente con una consistencia menor o mayor que los áridos estándar. (Rivera, 2013).

Clasificación según su tamaño:

Agregado fino: Es arena o piedra natural finamente triturada que se tamiza a través de un tamiz de 3/8 hasta que queda retenida en un tamiz (N° 200, generalmente alrededor del 35% al 45%). Por masa o volumen total de agregado, estas piezas son fuertes y compactas, con contornos limpios y bordes afilados, (NTP 400.037, 2018).

Agregado grueso: Consiste en piedras separadas o grava de origen artificial o natural, tal como queda en el tamiz N° 4, además, debe consistir en fragmentos limpios con un perfil único

resistente al desgaste, compacto, anguloso y de textura extremadamente rugosa (NTP 400.037, 2018).

Características del agregado:

Granulometría

Neville (1999), En su libro “Tecnología del Concreto”, menciona que la determinación del tamaño de partículas es la división de la muestra agregada en fracciones, teniendo cada fracción partículas de mismo tamaño. De hecho, cada fracción contiene partículas dentro de ciertos límites, que son tamaños de poro de los tamices de prueba convencionales.

Figura 1

Juego de tamices.



Nota. La figura muestra los números de tamice, las cuales nos ayudan a separar algunas partes finas de las gruesas, están fabricados de diferentes números de mallas.

Granulometría del agregado fino

Según (ASTM C33, 2011, p.4) Consiste en pasar las partículas a través de ciertas rejillas con aberturas estandarizadas y determinar el material descrito como porcentaje del peso total y así estudiar la distribución de los agregados finos en relación con otros diámetros de partículas mhp

continua. Para este ensayo N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100 mallas que se incluyen en los límites de la tabla.

Tabla 1

Limites granulométricos para el agregado fino.

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8	100
N°4	95 – 100
N°8	80 – 100
N°16	50 – 85
N°30	25 – 60
N°50	05 – 30
N°100	0 – 10

Nota. La tabla nos muestra límites de la granulometría para realizar el ensayo del agregado fino. Fuente: ASTM C33, 2011.

Granulometría de agregado grueso

De acuerdo a (NTP 400.012, 2008) El material debe cumplir con los parámetros especificados en la tabla 02, que determinan los límites granulométricos del material, para que cumpla con las especificaciones técnicas para la producción de concreto.

Tabla 2*Requisito granulométrico para el agregado grueso.*

TAMAÑO NOMINAL	REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS PARA EL AGREGADO GRUESO % QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS							
	37.5mm 1 ½"	25mm 1"	19mm ¾"	12.5mm 1/2	9.5mm 3/8"	4.75mm Nº4	2.56mm Nº8	1.25mm Nº16
25mm a 12.5 mm 1" a ½"	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—
25mm a 9.5 mm 1" a 3/8"	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
25mm a 4.75 mm 1" a Nº4	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—
19mm a 9.5 mm ¾" a ½"	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—
19mm a 4.75 mm 3/4" a Nº4	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—

Nota. La tabla muestra requisitos de la granulometría para el agregado grueso. Fuente: ASTM C33, 2011.

Contenido de humedad

Es la cantidad total de agua líquida retenida en el momento determinada por los fragmentos del agregado, por lo que la humedad se tiene en cuenta en todo el líquido gaseoso fijado en el interior del material, por lo que esta propiedad es importante porque afecta la dosis de agua; a la mezcla y debe tenerse en cuenta para ajustar las proporciones de la mezcla en consecuencia (NTP 339.185, 2021).

Peso unitario

Se define como masa por unidad de volumen de agregado y, por lo tanto, estos equivalentes de espesor se utilizan para seleccionar el equilibrio de las composiciones de concreto. (NTP 400.017, 2011).

Absorción

Es la proporción de agua mojada por el árido 24 horas después de su adicción, formulada con respecto a la masa seca de manera que el árido se considere seco cuando se almacena a $110^{\circ}\text{C} \pm 5$. Para facilitar el movimiento de toda el agua, la no fusión se considera una propiedad importante porque reduce el mencionado fluido de mezcla en el concreto y por lo tanto lo afecta, debe tenerse en cuenta para corregir la resistencia y ligereza del concreto: sexo mixto. (NTP 300.078, 2012).

Peso específico

Es el peso calculado de una masa determinada de material en el aire dividido por la masa calculada de un volumen equivalente de agua en el aire a una temperatura determinada. (NTP 400.021, 2002).

Propiedad del concreto

Propiedades en estado plástico:

Trabajabilidad y consistencia

El procedimiento de evaluación de la trabajabilidad en este caso es la capacidad del hormigón fresco para mezclarse, estirarse, ajustarse y calcificarse sin segregaciones y fugas durante el desarrollo de estos procesos, lo que permite utilizar el método de valores numéricos al que se refiere; del estado húmedo de la mezcla y depende principalmente de la proporción de agua utilizada. (Chachi, 2019).

Segregación

Esta propiedad se basa en la descomposición de la mezcla en estos componentes (es decir, fragmentos gruesos de mortero) debido al contraste de consistencia del mecanismo del concreto, lo que provoca la dirección de disminución natural de las partículas más pesadas, es función de la consistencia, cuanto mayor sea la humedad, mayor es el efecto. A mayor grado, menor grado de sequedad, que se debe principalmente a procesos inadecuados de fabricación y procesamiento y es la fuente de segregación de la mezcla. (Chachi, 2019).

Exudación

Es el movimiento de agua en una zona provocado por la sedimentación de materiales sólidos en la mezcla. (Córdova Ojeda y González Chávez, 2021).

Propiedad en estado endurecido:

Elasticidad

Al estar sometido a diversas fuerzas externas en forma de tensión o compresión, que provocan variaciones en su tamaño o comportamiento natural sin deformación permanente, el módulo de elasticidad normal está entre 250.000 y 350.000 kg. Es inversamente proporcional al agua/cemento, por lo que no es un material perfectamente elástico y la relación tensión – deformación suele permitir el pandeo a medida que aumenta la carga. (Chachi, 2019).

Resistencia

Chachi (2019) Representa la cualidad de aceptación del peso y del esfuerzo, que se manifiesta principalmente en la compresión que corresponde al empuje, contribuyendo a la cualidad definida

Durabilidad

De acuerdo a Chachi (2019), Es la capacidad de resistir el ambiente externo al que está destinado, sin cambiar su estructura con el tiempo, sin dañar el medio físico y químico con el tiempo.

Rastrojo de Maíz

El estudio se realizará en la región de Huaraz con vegetación de maíz perteneciente a la familia Paseas, que crece lentamente y alcanza más de 2 m de altura cuando falta agua y las hojas están duras; Se muestra con aproximadamente 10 cm de ancho y 1 m de largo cuando se toca. Parece áspero. (P. M. A. Galicia y Velásquez, 2016).

Figura 2

Rastrojo de Maíz.



Nota. Se observa el guardado del rastrojo de maíz, luego de haber sido secado a luz libre.

Definición de ceniza de rastrojo de maíz

Se denomina rastrojo a las plantas de maíz seco, que al quemarse a 400°C alcanza el límite de composición de triamina (Na,k)AlSi3O8); también contiene grandes cantidades de compuestos de ceniza volcánica (P. Galicia et al., 2016).

Figura 3

Ceniza de rastrojo de maíz



Nota. En la figura se observa las cenizas del rastrojo de maíz.

Composición química

La constitución química de las cenizas de rastrojos de maíz se observa en la tabla 03.

Tabla 3

Composición química de la ceniza del rastrojo del maíz.

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUÍMICA	RESULTADOS			
		PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
Oxido de sílice	Sio2	65,0	63,0	65,0	68.300
Oxido de aluminio	Al2o3	3,0	3.2	4,6	9.603
Oxido de fosforo	P2O5	12,0	12.9	15.0	6.760
Oxido de azufre	SO3	3.1	3.7	3.0	3,203
Oxido de magnesio	Mg0	3,2	3.1	3,4	8.909
Cloro	Cl	8,2	11.1	3,7	3.226
Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota. La tabla nos muestra componentes químicos del rastrojo de maíz. Fuente: Elaboración propia, obtenido del laboratorio químico LABICER – UNI

Deterioro del concreto por sustancias químicas

El concreto está sujeto a desgaste por la presencia de muestras de sulfatos, cloruros, dióxido de carbono, y en ocasiones por las correspondientes reacciones químicas de los componentes de los materiales utilizados en la mezcla, que deterioran sus propiedades físicas y mecánicas, provocando efectos irreversibles que limitan el rendimiento para eventos específicos. (Jiménez y Lozano, 2018).

Exposición por sulfatos

Este compuesto tiene un fuerte efecto sobre la resistencia del concreto, por lo que el efecto de los sulfatos sobre el concreto puede manifestarse de otras formas, dependiendo del ambiente al que esté expuesto el concreto y los materiales utilizados en la mezcla, pues después los sulfatos comienzan a se vierte, se ajusta la mezcla de pasta que contiene hormigón fundido y comienza la demolición. Además, cuando los sulfatos secan el agregado nuevo en forma de etringita, estos nuevos cristales se mueven hacia los huecos y a medida que continúan formándose hacen que el mortero se rompa, creando más mortero en el concreto. (Jiménez y Lozano, 2018).

De acuerdo a la NTP 339.178 el límite del contenido de iones sulfatos solubles son de 0.0% a 0.1%, a lo que determina el nivel de significancia de su influencia sobre el concreto. (ver tabla 04).

Exposición por cloruros

El hormigón expuesto en soluciones para cloruro puede causar fractura limitada al reducir la capa protectora para acero. Los iones Cl penetran la película de óxido más fácilmente que otros iones (como el SO₄) a través de poros y otros defectos o pueden irradiar coloidalmente la

película de óxido para aumentar su permeabilidad, formando un pequeño ánodo metálico activo con un cátodo rodeándolo. Áreas metálicas que causan descomposición de electrolitos. (Jiménez y Lozano, 2018).

Tabla 4

Normatividad y límites de sales solubles.

ANÁLISIS	MÉTODO DE REFERENCIA	LÍMITES PERMISIBLES	
		% EN PESO	PPM
Sulfatos solubles en agua (SO) presente	NTP 339,178 NTP 339,177	0,0<SO4<01 0,0018	0<SO4<150 180
Cloruros solubles en agua (Cl)	NTP 339,152	-----	-----
Sales solubles totales			

Nota. En la tabla se observa la normativa y los límites solubles de las normas. NTP 339,178, NTP 339,177, NTP 339,152.

Método de diseño: A.C.I

Este método del instituto americano del concreto (ACI), es el más ampliamente utilizado y conocido; se establece en la aplicación de tablas, gráficas y ábacos empíricos, de acuerdo a las características y cualidades de los elementos situados en la mezcla de concreto; y alcanzar una continuación de pasos para establecer la cuantía de cada material en volumen y peso, para 1 m³ de concreto, por lo que cabe indicar en el método ACI, la proporción del agregado se forma alcanzando lo establecido de acuerdo a la especificación granulométrica de la norma ASTM C-33.

Resistencia a la compresión

Es aquella carga que soporta la capacidad por unidades de un área medida máxima de las resistencias sometidas a una carga axial de testigos de concreto, el cual se enuncia en

kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm^2), mega pascal (MPa) o en libra por pulgada cuadrada ($lb/pulg^2$) a los 28 días de edad. La resistencia a los 7 días habitualmente se aprecia como el 75% de la resistencia final, puesto que la resistencia sometida a la compresión de un concreto se mide por medio de unos testigos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, sometiéndolo a una carga axial hasta su ruptura; los efectos de las pruebas se utilizan principalmente para establecer la mezcla de concreto proporcionada cumpla con los requisitos estipulados con respecto a la resistencia específica en obra. (P. M. A. Galicia y Velásquez, 2016).

Ensayo de Resistencia a la Compresión

El procedimiento de prueba es emplear los moldes cilíndricos a una velocidad específica aplicando una carga axial en compresión. El cual deberá cumplir con los parámetros normados, antes de generarse algunos de los tipos de fallas (P. M. A. Galicia y Velásquez, 2016).

Mediante la siguiente fórmula se calcula:

Fórmula 01: Resistencia a la compresión

$$F'_c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Fuente: (ACI 211, 2020).

Donde:

F'_c = Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm^2)

G = Carga máxima de rotura (kg)

D = Diámetro de la probeta cilíndrica (cm)

Figura 4

Ensayo de compresión.



Nota. En la figura se observa la máquina de ensayo de resistencia a la compresión.

En cuanto a la justificación de la investigación del proyecto se consideraron las siguientes:

Justificación teórica, se justifica porque se ha propuesto una alternativa natural (la ceniza de rastrojo de maíz) para sustituir al cemento a la hora de determinar la resistencia a la compresión del concreto.

En cuanto a la justificación social de la investigación la información resultante de la investigación brindara los parámetros óptimos de porcentajes de añadidura de cenizas de rastrojo de maíz en el concreto y de esta manera que mejorara la consistencia y durabilidad, asimismo se minimizara la contaminación ambiental que produce estos residuos en las zonas rurales de Huaraz (P. Galicia et al., 2016).

Justificación metodológica, contribuye a los logros de la investigación tecnológica para obtener un nuevo método de diseño de concreto con la adición de ceniza de rastrojo de maíz, que mejora la resistencia a la compresión.

Justificación científica, es lograr nuevos resultados reemplazando el cemento con ceniza de rastrojo de maíz para mejorar el concreto y aumentar su resistencia a la compresión.

La realidad problemática de esta investigación es que algunos Caseríos (como Carianpampa) tienen un menor rendimiento en las edificaciones por el esfuerzo de ahorro de materiales, el cemento es muy costoso por sus materias primas y el proceso de extracción, por lo que se buscan alternativas específicas. Buena calidad y se puede utilizar para construir casas. Además, dado que la ceniza de rastrojo de maíz se utilizará como sustituto del cemento, contribuirá con el medio ambiente. Con base en lo anterior, planteamos las siguientes preguntas de investigación.

¿En qué medida la sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz de 5% y 15% mejorara la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?

Luego de evaluar e identificar la realidad problemática relevante, comenzamos a conceptualizar y operacionalización de variables.

Tabla 5*Variable dependiente.*

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
Resistencia a la Compresión del Concreto	<p>La resistencia a la compresión del hormigón es</p> <p>se puede definir como la resistencia máxima</p> <p>Mida muestras bajo carga axial. Generalmente expresado en kilogramos arriba centímetro cuadrado (kg/cm²) a los 28 años</p> <p>Las fechas están marcadas con f_c. La resistencia a la compresión del hormigón es</p> <p>activos físicos básicos y que frecuentemente utilizado en cálculos</p> <p>Diseño estructural (Aguilar Beltrán et al., 2009).</p>	<p>Aplicar una carga de compresión axial a un cilindro formado (muestra) a una velocidad dentro del rango especificado antes de que ocurra la falla.</p> <p>Calcular la tensión de compresión de la probeta dividiendo por la carga máxima obtenida.</p> <p>El área de la sección transversal a través de la muestra durante la prueba.</p>	Resistencia a la compresión a los 7, 14, y 28 días.	kg/cm ²

Nota. La tabla nos indica algunos detalles de la variable dependiente. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6*Variable independiente.*

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicador
Dosificación de cenizas del rastrojo de Maíz en 5% y 15% un diseño de mezcla de concreto.	La calcinación y una temperatura regulada de las hojas de Maíz producen cenizas puzolánicas, otra cosa que tiene un alto contenido de aluminio y sílice en su composición química, elementos que proporcionan resistencia aun concreta.	Sustitución de cemento por la ceniza de Rastrojo de Maíz en 5% y 15% el diseño de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> • La relación agua/ cemento: esto influye sobre la resistencia del hormigón endurecido con un envejecimiento dado. • Dosificación al 5% y 15% de cenizas de rastrojo de Maíz en un diseño de mezcla de concreto. 	5% y 15% de ceniza del rastrojo de Maíz.

Nota. La tabla nos indica algunos detalles de la variable independiente. Fuente: Elaboración propia.

La Hipótesis de este proyecto de investigación es la sustitución al cemento por ceniza de rastrojo de Maíz en proporciones 5% y 15% mejoraría la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ debido a su contenido de óxido de calcio, dióxido de silicio y óxido de aluminio.

Los objetivos son los siguientes:

Objetivo general.

Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, al sustituir el cemento por ceniza de rastrojo de Maíz.

Objetivos específicos.

- 1) Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del Rastrojo de Maíz mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).
- 2) Determinar la composición química de la Cenizas de rastrojo de Maíz mediante un análisis de Fluorescencia de Rayos X.
- 3) Determinar el grado de alcalinidad (pH) de las cenizas de rastrojo de Maíz y cenizas en mezcla con cemento.
- 4) Determinar la Relación Agua/Cemento, sobre las muestras patrón y experimental del mortero.
- 5) Determinar el peso específico de la combinación de la ceniza de rastrojo de maíz y del cemento.
- 6) Determinar la Resistencia a la Compresión del concreto patrón y experimental en un 5% y 15% de la sustitución al cemento con la ceniza de rastrojo de maíz a los 7, 14 y 28 días de curado.

METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación son las siguientes:

El Tipo de investigación fue aplicada y explicativa, ya que está orientada a brindar conocimiento sobre el efecto de la sustitución de la ceniza de rastrojo de maíz en un 5% y 15% de peso de cemento en la resistencia sometida a la compresión del concreto, empleando métodos y técnicas de acuerdo a las normativas e investigaciones sobre el concreto.

La metodología de la investigación que le corresponderá será experimental, porque se evaluarán mediante un proceso de ensayos y los resultados que se obtenga, serán en relación a los grupos de estudio denominados: diseño del concreto convencional (grupo control) en comparación a un diseño de concreto en sustituyendo del cemento por la ceniza de rastrojo de maíz en un 5% y 15%. (grupo experimental).










Por lo tanto, Arias (2012) menciona que la investigación experimental, es el proceso que desarrolla metodologías y técnicas para la obtención de información, mediante la manipulación y control de las variables, con el propósito de establecer una relación causa efecto; de acuerdo a lo mencionado la investigación es experimental debido a que mediante la aplicación de su metodología se determinó los resultados de resistencia del concreto, asimismo se efectuó el control y manipulación de la variable independiente para establecer su atribución sobre las variables dependientes, por lo que se empleó diferentes especímenes reemplazando el cemento en un 5% y 15% por ceniza de rastrojo de maíz, obteniéndose diferentes efectos de resistencia a compresión con relación a un espécimen de concreto convencional.

Para ello se realizó las probetas para obtener resultados de la resistencia del concreto de manera usual y sustituyendo al cemento en 5% y 15% por ceniza de rastrojo de maíz.

Estos ensayos se elaboraron en el laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales de la Universidad San Pedro – Chimbote, obtenidos los resultados se debatió con los técnicos profesionales en el ámbito de diseño de concreto.

Tabla 7

Número de probetas en función de los días de curado y porcentaje de adición de cenizas de rastrojo de maíz.

DÍAS DE CURADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO SUSTITUYENDO LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.		
	PATRÓN	5%	15%
7	 P1 P2 P3	 E1 E2 E3	 E1 E2 E3
14	 P1 P2 P3	 E1 E2 E3	 E1 E2 E3
28	 P1 P2 P3	 E1 E2 E3	 E1 E2 E3

Nota. La tabla muestra el diseño en cantidad de probetas por los porcentajes en sustituir al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz en los días de curado, la cantidad de espécimen de ensayo es basado a la normativa Fuente: *Elaboración propia.*

La población está constituida al conjunto de probetas de concreto patrón y con adición de rastrojo de maíz que serán evaluadas para determinar sus resistencias a la comprensión a diferentes edades.

Para este estudio se trabajó con una muestra de 27 probetas de concreto, 9 probetas con mezcla patrón, 9 probetas con sustitución de 5% de ceniza de rastrojo de maíz y 9 probetas con sustitución de 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

En esta fase de diseño, los tratamientos fueron aleatorizados en cada bloque, se evaluarán dos tratamientos con tres cada uno durante 7, 14 y 28 días.

Las Técnicas e instrumento para la recolección de los datos requeridos en la siguiente investigación se empleará la observación científica como técnica de recolección de datos,” “por lo cual consistirá en seleccionar, verificar y anotar, posterior observar la resistencia máxima obtenida en probetas de un concreto convencional y con adición de ceniza de rastrojo de maíz, con respecto a los diversos ensayos realizados, cumpliendo con las referencias normativas NTP (Cruz, 2019).

Se buscó determinar las variables en la relación de:

$$y = f(x)$$

- x: variable independiente “(Cenizas de rastrojo de maíz).”
- y: variable dependiente “(Resistencia a la compresión).”

En el proceso experimental tuvimos dos grupos: grupo control y experimental:

- Grupo control (probetas de concreto sin la incorporación de cenizas de rastrojo de maíz)
- Grupo experimental (probetas de concreto con la sustitución de 5% y 15% de cenizas de rastrojo de maíz.

Se consideró como herramienta de recaudación de los datos a una guía de observación, el cual consiste en formatos que serán validados por ingenieros expertos en tecnología del concreto; asimismo permitirá elaborar sistemas de organización y clasificación de los datos obtenidos por los diversos ensayos efectuados (Cruz, 2019).

Tabla 8

Técnica e Instrumento.

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guía de observación ▪ Hojas técnicas del laboratorio de las pruebas a analizar.

Nota. La tabla nos muestra la técnica (Observación) como también el instrumento. Fuente: Elaboración propia

Como resultado, los materiales utilizados en nuestro diseño de probetas de concreto tuvieron que ser evaluados mediante una serie de ensayos para determinar si los materiales eran adecuados para nuestra mezcla de concreto, por lo que se tuvo en cuenta los siguientes estudios:

El concreto convencional y el concreto experimental fueron probados con cenizas de hoja de maíz como sustitutos del 5% y 15% de cemento, respectivamente. Los criterios de análisis incluyeron el tipo de concreto, el tipo de agregados, la relación agua/cemento (a/c) y el tiempo de fraguado.

Procesamiento y análisis de la información

La resistencia a la compresión del concreto se estudiará utilizando cenizas de rastrojo de maíz en 5% y 15%.

Para obtener un punto de comparación, se utilizarán probetas cilíndricas de concreto normal, sin agregar cenizas durante el proceso de dosificación.

Procedimiento

- Se extrajo la muestra (rastroyo de maíz), el cual se recolecto en costales. (imagen en anexo)
- Se realizó el secado de la muestra con la luz solar. (imagen en anexo)
- Después del secado de 3 semanas, se procedió a la trituration en el molino obteniendo el peso necesario para él envío a los laboratorios.
- Después de haber triturado la muestra, se realizó él envío al laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo para obtener los resultados de la temperatura de calcinación mediante el ensayo del análisis térmico diferencial; (imagen en anexo)
- De tal manera obtenido los resultados del ensayo de análisis térmico diferencial de la muestra, nos indica el cambio estructural de activación térmica fue de 750°C por 4 horas en promedio, este procedimiento de la muestra se realizó en la Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo – Huaraz con base a los datos obtenidos en La Universidad Nacional De Trujillo, obtuvimos en calcinación del rastroyo de maíz 5 kilos. De esto se procede a enviar 20 gramos de ceniza de rastroyo de maíz a la Universidad Nacional de Ingeniería al laboratorio de Investigación y Certificaciones – LABICER donde determinamos la composición química de la ceniza de rastroyo de maíz a través del ensayo de análisis químico de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X – EDX. (imagen en anexo)
- De mismo modo, se procede el análisis de grado de alcalinidad pH de la ceniza de rastroyo de maíz en la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo – Huaraz, del

cemento tipo I (Pacasmayo) y la relación en mezcla con el cemento en porcentajes de 5% y 15%.

- El proceso de curado se realizará a los 1(24 horas), 7, 14 y 28 días.

El proceso es el siguiente:

- Pesar las Cantidades de Material establecidas en la dosificación de cemento, cenizas y agregado.
- Mezclar el cemento y las cenizas para luego adicionar a la mezcla el agregado que se vaya a utilizar, mezclar todo el conjunto y a continuación se agregara el agua requerida.
- Se busca obtener una mezcla uniforme y se procederá a realizar con los ensayos con el Cono de Abrams para medir el Asentamiento.
- En el ensayo se empleará moldes cilíndricos. Y a continuación se engrasará las probetas cilíndricas.
- Se Colocará la mezcla obtenida en las probetas cilíndricas en tres capas, y en cada capa se debe compactar dando 25 golpes con la varilla de punta redonda y 15 golpes con el martillo de goma.
- Una vez culminado el proceso de llenado de las probetas cilíndricas se debe engrasar para a continuación tomar su peso en la balanza.
- Se Colocará las probetas cilíndricas en la cámara de curado.
- A las 24 horas se debe desencofrar las probetas cilíndricas y ponerlos a curar en el agua de la cámara de curado.

- A los 7, 14 y 28 días retirar las probetas cilíndricas de la cámara de curado y una vez secos se procede a realizar el ensayo a compresión de estos cilindros de concreto en la máquina de compresión.
- Tabular datos y realizar los cálculos respectivos.

Recolección del rastrojo de maíz

La materia prima de la presente investigación fue rastrojo de maíz; este material permitió obtener la ceniza necesaria para usarla en mezclas de concreto con una dosis de ceniza de 5 % y 15 % en lugar de la cantidad de cemento Portland tipo I.

El rastrojo de maíz se extrajo del Caserío de Carianpampa el cual está ubicado a 25 minutos de pista Huaraz – Caraz; siendo este uno de los productores significativo de maíz; por el cual se desarrolla la investigación con la finalidad de dar mejor uso a los residuos del rastrojo de maíz, aplicándose en la fabricación del concreto.

Obtención de los Agregados

Se ha extraído agregados finos y agregados gruesos de la cantera llamado “PABLITO”, ubicado en la provincia de Carhuaz a unos minutos fuera de la ciudad con desvío a Caraz.

(imagen en anexo)

Ensayo de los agregados

Agregado fino

Granulometría

El ensayo de granulometría consiste en seleccionar la muestra después de realizar el cuarteo, de tal manera que será secado por 24 horas a una temperatura de 110°C.

Materiales:

Agregado fino de la cantera “Pablito”

Equipos:

Balanza electrónica: con aproximación de 0.1g

Horno: a temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Tamices: juego de tamices que deberán de cumplir la NTP 350.001.

Estos tamices serán los que aparecen en la tabla 09.

Tabla 9

Juego de tamices de granulometría para agregado fino.

Malla	Abertura (mm)
3/8	9.50
Nº 4	4.75
Nº 8	2.36
Nº 16	1.18
Nº 30	0.60
Nº 50	0.30
Nº 100	0.15

Nota. En la tabla se puede observar el número de mallas, como también la abertura para el tamizaje de la granulometría para agregado fino. Fuente: (Chachi, 2019).

Procedimiento:

Las muestras se recolectaron mediante el método de cuarteo, que incluye el uso de la espátula y se da forma de conos. Se divide la muestra diagonalmente en 4 secciones transversales y se selecciona 2 secciones para realizar el ensayo; se colocó las 2 secciones seleccionadas del cuarteo al horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y se pesaron las muestras del agregado; luego ordenamos y seleccionamos los tamices de manera decreciente, se procede con el llenado de la muestra de agregado en los tamices se pone la tapa, luego agitamos de forma circular al finalizar pesamos los agregados retenidos en cada tamiz.

Cálculo:

Utilizamos el siguiente formula:

$$\text{Modulo de Fineza} = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulados}}{100}$$

Fuente: (NTP 400.012, 2008)

Contenido de humedad

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a los parámetros en la NTP 339.185

Materiales:

Agregado fino de la cantera “Pablito”, con humedad natural.

Equipos:

Horno: temperatura de 110 ± 5 °C

Taras: son recipientes de metal

Balanza electrónica: aproximación de 0.1g.

Procedimiento:

Procedemos a llenar en un recipiente de metal la muestra de agregado, seguidamente se determinó el peso del espécimen del agregado, luego seleccionamos del cuarteo en taras para ser pesados y se colocó al horno a una temperatura $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, la cual estuvo durante 24 horas.

Pasado el tiempo se retira del horno para ser pesado y calcularlo.

Cálculo:

El contenido de humedad se realiza con la siguiente formula.

$$P = \frac{100 * (W - D)}{D}$$

Fuente: (NTP 339.185, 2021)

P = contenido de humedad %

W = peso original de la muestra (g)

D = peso seco de la muestra (g)

Peso Unitario

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a la NTP 400.017.

Materiales:

“Agregado fino de la cantera “Pablito”.”

Equipos:

Horno: temperatura de $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Balanza electrónica: aproximación de 0.1g.

Recipiente: molde cilíndrico

Varilla de apisonado: lisa de acero

Cucharon: mediano para llenar las muestras

Procedimiento:

El peso unitario de agregado suelto, se realiza de la siguiente manera; primero pesamos el recipiente anotando su peso y volumen tomando 3 muestras las cuales incluiremos 1/3 al recipiente realizamos a darle los 25 golpes, seguidamente se realiza el mismo procedimiento en los 2/3 cuando este al tope, enrasando con varilla registramos el peso de la muestra suelta o compactada, así sucesivamente se continua con procedimiento hasta terminar.

Cálculo:

El peso unitario se calculó con la siguiente fórmula ya sea suelto o compactado

$$U = \frac{M - E}{V}$$

Fuente: (NTP 400.017, 2011).

M = masa del molde + material (kg)

E = masa del molde vacío (kg)

V = volumen de molde (m³)

Peso Específico Y Absorción

Este ensayo sobre el peso específico y absorción, se realiza siguiendo el parámetro de la NTP 400.022.

Materiales:

Agregado fino de la cantera “Pablito”.

Equipos:

Horno: temperatura de 110 ± 5 °C

Balanza electrónica: aproximación de 0.1g.

Picnómetro: un matraz volumétrico

Fiola:

Procedimiento:

Esto implica seleccionar una cuarta parte del cuarteo en la que se lleva a cabo el ensayo con el molde cónico que determinó el estado superficialmente seco, se añadió agua al recipiente mezclándolo. Para ser transportado en una mufla para ser calentado a una temperatura de 110°C durante 24 horas, se utilizó el picnómetro, el cual es llenado en tres capas, cada capa golpeada por 25 golpes con una varilla, se pesó 500 gramos de muestra para ser llenado en la fiola, eliminando el aire con la bomba de vacíos. A continuación, se le agita para posteriormente pesar la muestra en una tara, pero debe estar a la línea calibrada el agua para ser pesado y posteriormente meterla en la mufla durante 24 horas; se adjuntan los correspondientes datos.

Cálculo:

Utilizamos la siguiente formula.

$$Pe.m = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

Fuente: (NTP 400.022, 2002).

Cálculo de absorción (%):

Formula de absorción del agregado fino.

$$Absorcion(\%) = \frac{(500 - W_o)}{W_o} * 100$$

Fuente: (NTP 400.022, 2002)

Donde:

Wo = peso de la muestra secada en el horno (g)

V = Volumen de frasco cm³

Va = peso (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco.

Agregado grueso

Granulometría

El ensayo de granulometría consiste en seleccionar la muestra después de realizar el cuarteo, de tal manera que se considerara una cantidad mínima de agregado grueso señalado en la NTP 400.012.

En la tabla se muestra la cantidad mínima que se considerara de la muestra.

Tabla 10

Cantidad mínima de las muestras del agregado grueso.

Tamaño máximo nominal de abertura cuadrada (pulg)	Cantidad mínima de muestra ensayo (Kg)
3/8	1.00
1/2	2.00
3/4	5.00
1	10.00
1 ½	15.00
2	20.00
2 ½	35.00
3	60.00
3 ½	100.00
4	150.00

Nota. En la tabla se indica el tamaño máximo nominal de abertura cuadrada y la cantidad mínima de muestra en ensayo. Fuente: (NTP 400.012, 2008).

Materiales:

Agregado grueso de la cantera “Pablito”.

Equipos:

Balanza electrónica: con aproximación de 0.1g”

Horno: a temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Tamices: juego de tamices que deberán de cumplir la NTP 350.001, Estos serán los que aparecen en la tabla.

Tabla 11*Tamiz para agregado grueso*

Malla (pulg)	Abertura (mm)
1	25.00
¾	19.00
½	12.50
3/8	9.50
Nº 4	4.75
Nº 8	2.36
Nº 16	1.18

Nota. La tabla nos indica el número de tamiz para el agregado grueso Fuente: (CRUZ GARCÍA, 2019)

Procedimiento:

Las muestras se recolectaron mediante el método de cuarteo, que incluye el uso de la espátula y se da forma de conos. Se divide la muestra diagonalmente en 4 secciones transversales y se selecciona 2 secciones para realizar el ensayo; se colocó las 2 secciones seleccionadas del cuarteo al horno a una temperatura de 110 ± 5 °C y se pesaron las muestras del agregado; luego ordenamos y seleccionamos los tamices de manera decreciente, se procede con el llenado de la muestra de agregado en los tamices se pone la tapa, luego agitamos de forma circular al finalizar pesamos los agregados retenidos en cada tamiz.

Contenido de humedad

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a los parámetros en la (NTP 339.185, 2021)

Materiales:

Agregado grueso de la cantera “Pablito”, con humedad natural.

Equipos:

Horno: temperatura de 110 ± 5 °C

Taras: son recipientes de metal

Balanza electrónica: aproximación de 0.1g.

Procedimiento:

Procedemos a llenar en un recipiente de metal la muestra de agregado, seguidamente se determinó el peso del espécimen del agregado, luego seleccionamos del cuarteo en taras para ser pesados y se colocó al horno a una temperatura 110 ± 5 °C, la cual estuvo durante 24 horas.

Pasado el tiempo se retira del horno para ser pesado y calcularlo.

Cálculo:

El contenido de humedad se realiza con la siguiente formula.

$$P = \frac{100 * (W - D)}{D}$$

Fuente: *(NTP 339.185, 2021)*

Donde:

P = contenido de humedad %

W = peso original de la muestra (g)

D = peso seco de la muestra (g)

Peso Unitario

Estos ensayos se realizaron de acuerdo a la NTP 400.017.

Materiales:

Agregado grueso de la cantera “Pablito”.

Equipos:

Horno: temperatura de 110 ± 5 °C.

Balanza electrónica: aproximación de 0.1g.

Varilla de apisonado: lisa de acero.

Cucharón: mediano para llenar las muestras.

Procedimiento:

El peso unitario de agregado suelto, se realiza de la siguiente manera; primero pesamos el recipiente anotando su peso y volumen tomando 3 muestras las cuales incluiremos 1/3 al recipiente realizamos a darle los 25 golpes, seguidamente se realiza el mismo procedimiento en los 2/3 cuando este al tope, enrasando con varilla registramos el peso de la muestra suelta o compactada, así sucesivamente se continua con procedimiento hasta terminar.

Cálculo:

El peso unitario se calculó con la siguiente fórmula ya sea suelto o compactado

$$U = \frac{M - E}{V}$$

Fuente: (NTP 400.017, 2011).

Donde:

M = masa del molde + material (kg)

E = masa del molde vacío (kg)

V = volumen de molde (m³)

Peso Específico Y Absorción

Este ensayo sobre el peso específico y absorción, se realiza siguiendo el parámetro de la NTP 400.022.

Materiales:

Agregado fino de la cantera “Pablito”.

Equipos:

Horno: temperatura de 110 ± 5 °C.

Balanza electrónica: aproximación de 0.1g.

Procedimiento:

Esto implica seleccionar una cuarta parte del cuarteo la cual fue lavado y sumergido en recipiente por 24 horas, al día siguiente se retiró para secarlo y eliminar el agua superficial, se pesó en la balanza luego se colocó al horno de mufla a una temperatura de 110 ± 5 °C por 24 horas, recurrido el tiempo programado se procede a anotar los resultados.

Cálculo:

Utilizamos la siguiente formula del peso específico de la masa (Pem).

$$Pem = \frac{X}{(Y - Z)}$$

Fuente: (NTP 400.021, 2002)

Cálculo de absorción (%):

Formula de absorción del agregado fino.

$$Absorcion(\%) = \frac{(Y - X)}{X} * 100$$

Fuente: (NTP 400.021, 2002)

Donde:

X = peso de la muestra secada en el aire (g)

Y= peso en el aire de las muestras saturadas de superficies secas (g)

Z = peso en el agua de las muestras saturadas (g)

Cálculos de dosificaciones para el diseño de mezcla de muestras

Determinamos la muestra del rastrojo de maíz, que utilizaremos.

Tabla 12

Cálculo de la ceniza de rastrojo de maíz.

Rastrojo de maíz	Calcinación de ceniza	Pasando por la malla #200
5000 gr	410.17 gr	400.60 gr

Nota. La tabla muestra la cantidad de ceniza de rastrojo de maíz pasado por la malla #200.

Diseño de mezcla por el método ACI 211

Se optó por la resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y se utilizó el cemento Pacasmayo tipo I, por lo que se consideró el empleo del aire incorporado y aditivos; de este modo el diseño de mezcla del concreto se desarrolló con resultados alcanzados del ensayo de los agregados en el laboratorio de mecánica de suelos, estos cálculos se realizan en el programa de Excel con la ayuda de los técnicos del laboratorio, se utilizó cámaras fotográficas o el celular para registrar evidencias de las fotos y procedimientos.

Los siguientes ensayos se realizaron utilizando los siguientes instrumentos:

- Ensayo Granulométrico del Agregado fino
- Ensayo Granulométrico del Agregado grueso
- Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino
- Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso
- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino
- Ensayo de Peso Unitario del Agregado Grueso
- Contenido de Humedad del Agregado Fino
- Contenido de Humedad del Agregado Grueso
- Diseño de Mezcla.
- Prueba de Asentamiento del concreto.
- Elaboración de Especímenes de concreto.
- Curado de Especímenes de concreto.
- Ensayo a la compresión de los especímenes (Rotura).

También se realizaron ensayos a la ceniza de hoja de Maíz, para determinar sus propiedades físicas y químicas. Los instrumentos para la ceniza de Hoja de Maíz fueron tomados con respecto a los siguientes ensayos:

- Ensayo de Fluorescencia de Rayos X de la Ceniza de Hoja de Maíz, para determinar sus componentes Químicos en óxidos.
- Ensayo de Peso Específico de la mezcla (5% y 15% ceniza de rastrojo de maíz y cemento).

Ensayo Granulométrico del Agregado fino

El ensayo de Análisis granulométrico de partículas de áridos finos está formado por arena o grava natural, siendo la mayoría de partículas de tamaño inferior a 5 mm. A su vez, deben cumplir ciertas normas para una óptima aplicación técnica, deben ser duraderos, limpios, sólidos y libres de químicos absorbidos, revestimientos arcillosos y otros materiales que afecten la hidratación del material.

Tabla 13*Análisis granulométrico agregado fino.*

Agregado fino					
N°	Tamiz Abertura (Mm)	Peso Retenido (Gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3/8"	9.52	-	-	-	100.0
N° 4	4.76	45.0	2.4	2.4	97.6
N° 8	2.36	190.0	10.3	12.7	87.3
N° 16	1.18	345.0	18.6	31.3	68.7
N° 30	0.60	445.0	24.0	55.3	44.7
N° 50	0.30	535.0	28.9	84.2	15.8
N° 100	0.15	265.0	14.3	98.5	1.5
N° 200	0.08	20.0	1.1	99.6	0.4
PLATO	ASTM C-117-04	7.1	0.4	100.00	0.0
TOTAL		1852.1	100.00		
Módulo De Finura					2.85

Nota. Observamos los resultados de ensayo de granulometría del agregado fino obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Ensayo Granulométrico del Agregado grueso

El ensayo granulométrico del agregado grueso es de piedra angular tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$, se encuentra dentro del límite permisible.

Tabla 14

Análisis granulométrico agregado grueso.

Agregado grueso					
N°	Tamiz Abertura (Mm)	Peso Retenido (Gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
1"	25.400	-	-	-	100.0
$\frac{3}{4}$ "	19.100	2340.0	70.4	70.4	29.6
$\frac{1}{2}$ "	12.500	640.0	19.2	89.6	10.4
$\frac{3}{8}$ "	9.520	345.0	10.4	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0.0	0.0	100.00	0.00
TOTAL		3325.0	100.0		
Tamaño Máximo Nominal					$\frac{3}{4}$ " (N°56)

Nota. Observamos los resultados de ensayo de granulometría del agregado grueso obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Ensayo de Gravedad Específico y Absorción del Agregado Fino

Se aprecia que en el ensayo del peso preciso y absorción de agregado fino se obtuvo un peso específico 2.67 % y un porcentaje de absorción a 0.70 %.

Tabla 15

Ensayo de peso específico y absorción de agregado fino.

Identificación		N° 4
A.	Peso material saturado superficialmente seco (en aire)	gr 300.00
B.	Peso de picnómetro + agua	gr 667.60
C.	Volumen de masa + volumen de vacíos (A+B)	cm3 967.60
D.	Peso de picnómetro + agua + material	gr 856.30
E.	Volumen de masa + vol. Vacío. (C-D)	cm3 111.30
F.	Peso del material seco en estufa	gr 297.90
G.	Volumen de masa. = E-(A-F)	109.20
Pe Bulk (base seca) = F/E		2.677
Pe Bulk (base saturada) = A/E		2.695
Pe aparente (base seca) = F/E		2.728
% de absorción = ((D-A) / A) *100		0.70

Nota. Observamos los resultados de ensayo de peso específico y absorción de agregado fino obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Ensayo de Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso

Se aprecia que del ensayo del peso específico y absorción de agregado grueso se obtuvo un porcentaje de peso específico de 2.90 % y un porcentaje de absorción de 0.66 %.

Tabla 16

Ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso.

Identificación	N° 1	N° 2
A. Peso material saturado superficialmente seca (en aire) gr.	770.60	712.60
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua) gr.	505.80	468.60
C. Volumen de masa / vol. Vacíos = A-B	264.80	244.00
D. Peso material seco en estufa	765.40	708.10
E. Volumen de masa = C-(A-D)	259.60	239.50
Pe Bulk (base seca) = D/C	2.890	2.902
Pe Bulk (base saturada) = A/C	2.910	2.920
Pe aparente (base seca) = D/E	2.948	2.957
% de absorción = ((A-D) /D) *100)	0.68	0.64
% Pe Bulk (base seca)		2.896
% Pe Bulk (base saturada)		2.915
% Pe Aparente (base seca)		2.952
% de absorción		0.66

Nota. Observamos los resultados de ensayo de peso específico y absorción de agregado grueso obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Ensayo de Peso Unitario del Agregado Fino

Se aprecia que el peso unitario suelto igual a 1586 kg/m³ y compactado de 1722 kg/m³.

Tabla 17

Ensayo de peso unitario y compactado de agregado fino.

Tipo de peso unitario	Peso unitario suelto			Peso unitario compactado		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°						
Peso de molde + muestra (kg)	7740	7675	7690	8020	8120	8095
Peso del molde (kg)	3305	3305	3305	3305	3305	3305
Peso de muestra (kg)	4435	4370	4385	4715	4815	4790
Volumen del molde (m ³)	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Peso unitario (kg/m ³)	1612.73	1589.09	1594.55	1715	1751	1742
Peso unitario promedio		1599			1736	
Corregido por humedad		1586			1722	

Nota. Observamos los resultados de ensayo de peso unitario y compactado del agregado fino obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Ensayo de Peso Unitario del Agregado Grueso

Se aprecia que el peso unitario suelto igual a 1522 kg/m³ y compactado de 1631 kg/m³.

Tabla 18*Ensayo de peso unitario y compactado de agregado grueso.*

Tipo de peso unitario	Peso unitario suelto			Peso unitario compactado		
	1	2	3	1	2	3
Muestra N°						
Peso muestra + molde (kg)	20040	19815	19850	21480	20790	21000
Peso del molde (kg)	5050	5050	5050	5050	5050	5050
Peso de muestra (kg)	14990	14765	14800	16430	15740	15950
Volumen del molde (m3)	9800	9800	9800	9800	9800	9800
Peso unitario (kg/m3)	1530	1507	1510	1677	1606	1628
Peso unitario promedio		1527			1637	
Corregido por humedad		1522			1631	

Nota. Observamos los resultados de ensayo de peso unitario y compactado del agregado grueso obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Contenido de Humedad del Agregado Fino

Contenido de humedad, se realizó un método de prueba para determinar el contenido de humedad de agregados finos. La sustancia de humedad del suelo es la relación entre el peso de agua en el agregado fino de una masa dada la cual está expresada en porcentaje.

Tabla 19

Ensayo de contenido de humedad agregado fino.

Recipiente N°	N° 1	N°2
1. Peso tara + agregado húmedo	846.8	763.5
2. Peso tara +agregado seco	841.8	758.6
3. Peso de agua (1)-(2)	5.0	4.9
4. Peso de tara (gr)	202.8	157.5
5. Peso suelo seco (2)-(3)	639.0	601.1
6. Humedad (4/5) *100 %	0.78	0.82
Humedad promedio (%)	0.80	

Nota. Observamos los resultados de ensayo de contenido de humedad del agregado fino un promedio de 0.80% obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Respecto a los resultados de análisis de contenido de humedad según la norma ASTM D - 2216, se obtuvo un promedio de humedad de 0.80% para el agregado fino.

Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Contenido de humedad, se realizó un método de prueba para determinar el contenido de humedad de agregados gruesos. La sustancia de humedad del suelo es la relación entre el peso de agua en el agregado grueso de una masa dada la cual está expresada en porcentaje.

Tabla 20*Ensayo de contenido de humedad agregado grueso.*

	Recipiente N°	N° 1	N°2
1.	Peso tara + agregado húmedo	744.2	807.4
2.	Peso tara +agregado seco	742.2	805.2
3.	Peso de agua (1)-(2)	2.0	2.2
4.	Peso de tara (gr)	166.3	198.2
5.	Peso suelo seco (2)-(3)	575.9	607
6.	Humedad (4/5) *100 %	0.35	0.36
Humedad promedio (%)		0.35	

Nota. Observamos los resultados de ensayo de contenido de humedad del agregado grueso un promedio de 0.35% obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Respecto a los resultados de análisis de contenido de humedad según la norma ASTM D - 2216, se obtuvo un promedio de humedad de 0.35% para el agregado grueso.

Diseño de Mezcla.

Los valores del diseño de materiales para la mezcla de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 21

Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm².

Cemento Portland	Tipo I
Peso	42.5 kg
Resistencia	210 kg/cm ²
Peso específico del cemento Pacasmayo	3.12 gr/cm ³ : 3120 kg/m ³
Slump	3" a 4"
Peso específico del agua	1000 kg/m ³

Nota. Observamos los resultados de diseño de mezcla obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Se aprecia que el tipo de cemento Portland de tipo I de peso 42.5 kg con un peso específico de 3.12 gr/cm³, resistencia de 210 kg/cm² y Slump de 3" a 4".

Datos obtenidos de ensayos en el laboratorio de los agregados finos y agregados gruesos.

De ello se obtiene una tabla de los datos obtenidos de ensayos en el laboratorio de los agregados finos y agregados gruesos.

Tabla 22

Resumen de datos de los ensayos de agregados finos y gruesos.

Descripción	Agregados	
	Fino	Grueso
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1588.0	1480.0
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1702.0	1608.0
Peso específico (kg/m ³)	2.68	2.90
Módulo de fineza	2.82	7.19
TMN	N° 4	¾"
% Absorción	0.70 %	0.66 %
% Humedad	0.80 %	0.35 %

Nota. En la tabla se observa un resumen de los resultados de ensayos del agregado fino y agregado grueso, obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Se calculó el contenido de agua con la siguiente tabla.

Tabla 23*Volumen unitario de agua.*

Volumen unitario de agua								
El agua en L/m³ de TMN de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 72	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota. En la tabla se observa el resumen de volumen unitario del agua, obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

La tabla muestra los valores de volumen unitario de agua en base al comité 211 del ACI. Del TMN de agregado grueso: 3/4", se tiene un Slump de 3" a 4" se tendrá que el contenido de agua es a: 205 litros/m³.

El cálculo de la relación agua/cemento por resistencia $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 24

Relación A/C y resistencia a la compresión del concreto.

F'c (kg/cm²)	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
210	0.68	0.59
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Nota. En la tabla se observa la relación de agua/cemento, como también la resistencia a la compresión del concreto resultado obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro

La tabla muestra los valores en relación A/C y la resistencia a la compresión en base al comité 211 del ACI.

Según la NTP la relación de agua/cemento para un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ es 0.68.

El cálculo del contenido de cemento.

Se sabe $a/c = 0.684$ y agua: 205 lt.

Reemplazando dicho valor, se obtiene $c: 299.708 \text{ kg}$

Del mismo modo se calcula la cantidad de bolsas de cemento en factor de cemento es

$c/\text{peso cemento} = 299.708 \text{ kg} / 42.5 \text{ kg} = 7.05 \text{ bolsas.}$

El cálculo de peso del agregado grueso.

Tabla 25

Volumen de agregado grueso – TMN.

Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para módulos de fineza del fino (b/b0)				
Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. En la tabla se observa volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para módulos de fineza del fino resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

La tabla muestra los valores del volumen agregado grueso dependiendo al tamaño máximo nominal en base al comité 211 del ACI. Se sabe que el TMN es 3/4", entonces el cálculo del módulo de fineza fino según los datos de la tabla fue $b/b_0 = 0.62$.

Por fórmula se tiene:

$$\text{Peso de agregado grueso (P.A.G.)} = (b/b_0) * \text{peso U.S.C}$$

En el cual:

b: módulo de fineza del agregado fino.

b₀: tamaño máximo nominal del agregado fino.

U.S.C: peso seco compactado del agregado.

$$(P.A.G.) = 0.62 \text{ kg} * 1608.0 \text{ kg/m}^3$$

Por datos anteriores, obtenemos:

$$P.A.G = 996.65 \text{ kg}$$

El cálculo de peso de agregado fino

$$(A. Fino)VA \times pe. A. f = 0.33 \text{ m}^3 \times 2680.0 \text{ kg/m}^3 = 896.098 \text{ kg}$$

Se tiene como peso del agregado fino 896.098 kg.

Se representa el siguiente Diseño en estado seco.

Tabla 26

Valores de diseño estado seco parte patrón.

<i>Valores de diseño estado seco parte patrón</i>	
Cemento	299.708kg
A. Fino	925.660kg
A. Grueso	976.017 kg
Agua	207.81 lt

Nota. La tabla muestra los valores de diseño estado seco parte patrón resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

Cálculo por corrección por humedad de los agregados:

$$P. seco \times \left(\frac{\%W}{100} + 1 \right)$$

Tabla 27

Porcentajes de contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso.

Contenido de humedad	
Agregado fino	0.80%
Agregado grueso	0.35%

Nota. La tabla muestra los porcentajes de contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

$$A. Fino = 896.098 \times \left(\frac{0.80}{100} + 1 \right), A. Grueso = 996.651 \times \left(\frac{0.35}{100} + 1 \right),$$

Se tiene: A. Fino corregido: 903.267 kg y A. Grueso corregido: 1000.142 kg

El cálculo por aporte de agua a la mezcla.

$$\frac{(\%W - \%abs) \times P. seco corregido}{100}$$

Tabla 28

Valores de agua en agregado fino y agregado grueso.

Gravedad específica y absorción		
Agregado fino	0.80%	0.70%
Agregado grueso	0.35%	0.66%

Nota. En la tabla tenemos datos de la gravedad específica y absorción del agregado grueso, agregado fino resultados obtenidos del laboratorio de mecánica de suelos en la Universidad San Pedro.

$$A. \textit{Fino} = \frac{(0.80 - 0.70) \times 896.098}{100}, A. \textit{grueso} = \frac{(0.35 - 0.66) \times 996.651}{100}$$

A. Fino corregido: 0.237 lt y A. Grueso corregido: 1.892 lt, con total de 2.129 lt.

El cálculo de agua efectiva.

Tabla 29

Valor de agua efectiva.

$$\text{Agua} \quad 205\text{lt} \quad - \quad 2.129 \text{ lt} = \quad 207.129 \text{ lt}$$

Nota. La tabla muestra el valor de agua efectiva.

Tabla 30*Pesos corregidos parte patrón.*

Cemento	299.708 kg/m ³
Agua	207.174 kg/m ³
Agregado fino	903.267 kg/m ³
Agregado grueso	1000.142 kg/m ³

Nota. La tabla muestra valores corregidos de parte patrón como del cemento, agua, agregado fino y agregado grueso.

Cálculo de proporción en peso parte patrón.

Tabla 31*Cálculo de la proporción de los agregados en relación al cemento.*

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
C: 299.71 kg	299.71 kg	925.660 kg	976.017 kg	207.081 lt
a*=7.05	$\frac{c}{c}$	$\frac{A.f}{c}$	$\frac{A.f}{c}$	$a/(a *)$
	= 1	= 3.09	= 3.26	= 29.36 lt

Nota. La tabla muestra el cálculo de la proporción de los agregados en relación al cemento.

El cálculo de proporción en volumen.

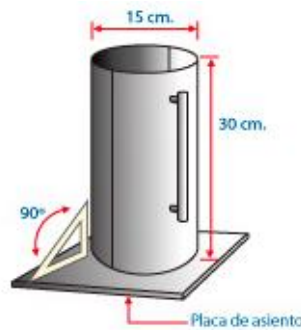
Tabla 32

Cálculo de la proporción en volumen de los agregados.

Cálculo de la proporción en volumen de los agregados	
Cemento	1
A. Fino	2.90
A Grueso	3.20
Agua	29.36 lt/bolsa

Nota. La tabla muestra la proporción en volumen del cemento, agregado fino, agregado grueso y el agua.

Los moldes utilizados para la elaboración de las muestras deberán ser de acero, hierro no absorbente y no mezclado con cemento. Deben ser muy duraderos, soportar las condiciones de trabajo de la fundición, tiene la forma de un cilindro de 15 cm. diámetro y 30 cm. Alto; Se presenta el siguiente molde de cilindro, de siguientes datos:



Volumen de testigo:

- d: 0.15 m $V = \pi r^2 h$

- h: 0.30 m $V = 0.0053 \text{ m}^3$

Tabla 33*Cantidad en material para una probeta.*

Descripción	Cantidad de material (kg)
Cemento	1.931
Arena	5.965
Grava	6.290
Agua	1.335

Nota. En la tabla tenemos los materiales y su cantidad que se va utilizar para una probeta de cada uno de ellos en kg.

Valores detallados para la parte experimental de las sustituciones del 5% de la ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 34*Volumen absoluto al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.*

Volumen absoluto al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.	
Cemento	0.091
5% ceniza	0.005
Agua	0.205
Agregado fino	0.343
Agregado grueso	0.336
Aire	0.020
	1.000 m ³

Nota. La tabla muestra valores del volumen absoluto al 5% de ceniza de rastrojo de Maíz.

Tabla 35

Pesos secos al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.

Cemento	284.72 kg/m ³
5% ceniza	14.985 kg/m ³
Agua	205.00 kg/m ³
Agregado fino	918.32 lts/m ³
Agregado grueso	972.57 kg/m ³

Nota. La tabla muestra valores del volumen absoluto al 5% de ceniza de rastrojo de Maíz.

Tabla 36

Pesos corregidos por humedad al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.

Cemento	284.72 kg/m ³
5% ceniza	14.985 kg/m ³
Agua	207.08 lts/m ³
Agregado fino	925.66 kg/m ³
Agregado grueso	976.02 kg/m ³

Nota. La tabla muestra valores de pesos corregidos por humedad al 5% de ceniza de rastrojo de Maíz.

El cálculo de proporción en volumen parte experimental al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 37

Calculo proporción en volumen parte experimental al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.

	Cemento	5% ceniza	A. Fino	A. Grueso	Agua
C: 284.72 kg	284.72 kg	14.985 kg	925.66 kg	976.02 kg	207.17 lt
a*=7.05	$\frac{c}{c}$	$\frac{5\%ceniza}{c}$	$\frac{A.f}{c}$	$\frac{A.f}{c}$	$a/(a *)$
	= 1	= 0.05	= 3.25	= 3.43	= 29.36 lt

Nota. La tabla muestra valores del cálculo proporción en volumen parte experimental al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.

Valores detallados para la parte experimental de las sustituciones del 15% de la ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 38

Volumen absoluto al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Volumen absoluto al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.	
Cemento	0.086
15% ceniza	0.014
Agua	0.205
Agregado fino	0.343
Agregado grueso	0.336
Aire	0.020
	1.000 m ³

Nota. La tabla muestra valores del volumen absoluto al 15% de ceniza de rastrojo de Maíz.

Tabla 39

Pesos secos al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Cemento	254.75 kg/m ³
15% ceniza	44.956 kg/m ³
Agua	205.00 kg/m ³
Agregado fino	918.32 lts/m ³
Agregado grueso	972.57kg/m ³

Nota. La tabla muestra valores del volumen absoluto al 15% de ceniza de rastrojo de Maíz.

Tabla 40

Pesos corregidos por humedad al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Cemento	254.75 kg/m ³
15% ceniza	44.956 kg/m ³
Agua	207.08 lts/m ³
Agregado fino	925.66 kg/m ³
Agregado grueso	976.02 kg/m ³

Nota. La tabla muestra valores de pesos corregidos por humedad al 5% de ceniza de rastrojo de Maíz.

El cálculo de proporción en volumen parte experimental al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 41

Cálculo proporción en volumen al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

	Cemento	15% ceniza	A. Fino	A. Grueso	Agua
C: 254.75 kg	254.75 kg	44.956 kg	925.66 kg	976.02 kg	207.08 lt
a*=7.05	$\frac{c}{c}$	$\frac{5\%ceniza}{c}$	$\frac{A.f}{c}$	$\frac{A.f}{c}$	$a/(a *)$
	= 1	= 0.18	= 3.63	= 3.83	= 29.36 lt

Nota. La tabla muestra valores del cálculo proporción en volumen parte experimental al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Diseño mezcla experimental, con el sondeo se sustituyó el 5 % y 15 % de ceniza de rastrojo de maíz por el peso de cemento. Por ellos en la cantidad de material por probeta se procedió a la multiplicación de acuerdo a la cantidad de muestra a usar, las cuales serán con 9 patrones, 9 experimentales con sustitución en 5 % de ceniza de rastrojo de maíz y 9 experimentales con sustitución en 15 % de ceniza de rastrojo de maíz.

La cantidad de cemento para una probeta de concreto común y sustituciones en 5 % y 15 % de ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 42

Cantidad de ceniza en 5 % por el cemento tipo I Pacasmayo.

Descripción	Cantidad de material (kg)
Cemento	1.835
Ceniza de rastrojo de maíz (5 %)	0.096

Nota. La tabla muestra la cantidad de cemento a sustituir al 5% por la ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 43

Cantidad de ceniza en 15 % por el cemento tipo I Pacasmayo.

Descripción	Cantidad de material (kg)
Cemento	1.641
Ceniza de rastrojo de maíz (15 %)	0.289

Nota. La tabla muestra la cantidad de cemento a sustituir al 15% por la ceniza de rastrojo de maíz.

Cálculo de material para las muestras patrón y experimentales.

Se prepararon 27 muestras, 9 muestras de patrón y 18 muestras experimentales (sustituyendo el cemento por la ceniza de rastrojo de maíz en 5 % y 15 %) que se calcularon la cantidad de material a utilizar en el diseño de mezcla.

Tabla 44

Proporción de materiales por 9 probetas patrón.

Cantidad de material – 9 probetas patrón		
Descripción	Cantidad de material (kg)	Total
Cemento	1.931	17.379
Arena	5.965	53.685
Grava	6.290	56.61
Agua	1.335	12.01

Nota. La tabla muestra la cantidad de materiales para nueve probetas patrón.

La tabla muestra la cantidad de materiales sin sustituir al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 45

Proporción de materiales por 9 probetas experimentales en 5% de ceniza.

Cantidad de material – 9 probetas experimentales		
Descripción	Cantidad de material (kg)	Total
Cemento	1.835	16.515
Arena	5.965	53.685
Grava	6.290	56.61
Agua	1.335	12.01
Ceniza de rastrojo de maíz en 5%	0.096	0.864

Nota. La tabla muestra la proporción de materiales por 9 probetas experimentales en 5% .

La tabla muestra la cantidad de materiales a sustituir al cemento en 5% por la ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 46

Proporción de materiales por 9 probetas experimentales en 15% de ceniza.

Cantidad de material – 9 probetas experimentales		
Descripción	Cantidad de material (kg)	Total
Cemento	1.641	14.769
Arena	5.965	53.685
Grava	6.290	56.61
Agua	1.335	12.01
Ceniza de rastrojo de maíz en un 15%	0.289	2.601

Nota. La tabla muestra la proporción de materiales por 9 probetas experimentales en 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

La tabla muestra la cantidad de materiales a sustituir al cemento en 15% por la ceniza de rastrojo de maíz.

Se deduce que la cantidad aproximada de ceniza usada es de 4 kilogramos para la mezcla de concreto experimental.

Elaboración de Especímenes de concreto.

Para el cálculo de diseño de mezclas se utilizó el método ACI.

Está basado que los agregados cumplen los requisitos físicos y granulométricos que se establecen por la norma ASTM C 33, la cual define el agua de mezcla empíricamente en función de su tamaño máximo del agregado y del Slump (asentamiento) como medida de trabajabilidad; de la misma manera establece empíricamente el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del tamaño máximo, el módulo de fineza de la arena y la relación agua/cemento en peso con la resistencia en compresión.

Elaboración de probetas:

Dosificación

Para la elaboración de los testigos se procede a dosificar el material en la mezcla con respecto a las proporciones de adición de 5% y 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Elaboración de la mezcla parte patrón

Se pesó las cantidades de material establecidas en la dosificación de cemento y agregados (finos y gruesos). Se mezcló el cemento y los agregados (finos y gruesos) que se vaya a utilizar, se mezcló todo el conjunto con la ayuda de la maquinaria de mezcladora (trompo) agregando el agua requerida.

Asentamiento del concreto

Para el asentamiento se buscó obtener una mezcla uniforme procediendo a realizar los ensayos del Cono de Abrams para medir el Asentamiento. El Slump (ASTM CI 43 / NTP 339.035), la mezcla de concreto recién realizado se colocó y compactó con una varilla metálica (chuceo) en un molde de forma de cono trunco (con medidas normalizadas). Se realizó la colocación de tres capas, cada capa con 25 golpes. Después de ello se levanta y el concreto fluye, la distancia vertical entre la posición original (el tamaño del molde) y la desplazada producto del asentamiento del centro de la superficie superior del concreto es dicha medida y registrada como el asentamiento del concreto.

Colocación de la mezcla al molde

Para este procedimiento se han utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los moldes se limpiaron y se les colocó petróleo para su mejor manejo al momento de desencofrar. Se procedió a vaciarla en los 9 moldes con las dimensiones antes indicadas, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a 1/3 del molde y se compacto con 25 golpes de ello posteriormente se vació la siguiente capa y se compacto asegurándose que los 25 golpes no lleguen a la primera capa y finalmente se realizó la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente envasarlo. Para evitar las burbujas de aire que se quedan atrapadas en el interior de la muestra, se golpear firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho, de ello se compacta cada capa con una varilla metálica (chuceo) así mismo limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Secado del concreto

Transcurrido las 24 horas después del llenado los 9 moldes se desencofró los especímenes de concreto.

Curado del concreto

Los cuales después de eso fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma ASTM C31 / NTP 339.183.

Resistencia a la compresión

A los 7, 14 y 28 días fueron retirados las probetas cilíndricas de la cámara de curado y una vez secos se procede a realizar el ensayo a compresión de estos cilindros de concreto en la máquina de compresión. Se tabularon datos y se realizaron los cálculos respectivos.

Procedimiento del llenado de probetas parte experimental de 5 % y 10 %.

Se pesó las cantidades de material establecidas en la dosificación de cemento, cenizas y agregados (finos y gruesos). Se mezcló el cemento y las cenizas para luego adicionarle a la mezcla los agregados (finos y gruesos), se mezcló todo el conjunto con la ayuda de la maquinaria de mezcladora (trompo) agregando el agua requerida.

Para este procedimiento se han utilizado probetas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, los moldes se limpiaron y se les colocó petróleo para su mejor manejo al momento de desencofrar. Se procedió a vaciarla en los 18 moldes con las dimensiones antes indicadas, este vaciado se hizo en tres capas; la primera se vació hasta llegar a $1/3$ del molde y se compacto con 25 golpes de ello posteriormente se vació la siguiente capa y se compacto asegurándose que los 25 golpes no lleguen a la primera capa y finalmente se realizó la tercera capa hasta rebosar el molde y se repitió el proceso de compactación para posteriormente envasarlo. Para evitar las

burbujas de aire que se quedan atrapadas en el interior de la muestra, se golpear firmemente los lados del molde de 10 a 15 veces con un mazo de caucho, de ello se compacta cada capa con una varilla metálica (chuceo) así mismo limpiando a su vez el exceso de mortero en dicho borde.

Llenado los 18 moldes se deja al reposo por 24 horas, se desencofró a las 24 horas de realizarlo los especímenes de concreto, los cuales después de eso fueron curados en una poza a temperatura $23^{\circ}\text{C} \pm 2$ según norma ASTM C31 / NTP 339.183. A los 7, 14 y 28 días fueron retirados las probetas cilíndricas de la cámara de curado y una vez secos se procede a realizar el ensayo a compresión de estos cilindros de concreto en la máquina de compresión. Se tabularon datos y se realizaron los cálculos respectivos.

Materiales:

Especímenes

Martillo de goma

Varilla

Cucharón

Equipos:

Máquina de compresión

Procedimiento:

Primero se mide las probetas con finalidad de verificar sus dimensiones y calcular el área de contacto, luego se colocó las probetas elaboradas con concreto convencional y con adición de ceniza de rastrojo de maíz en la prensa hidráulica de compresión para su respectivo ensayo.

Cálculos:

Para realizar el cálculo de resistencia a la compresión de las probetas se utilizó la siguiente fórmula.

$$F'c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Fuente: (NTP 339.034, 2015)

Donde:

$F'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm^2)

G = Carga máxima de rotura (kg)

D = Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

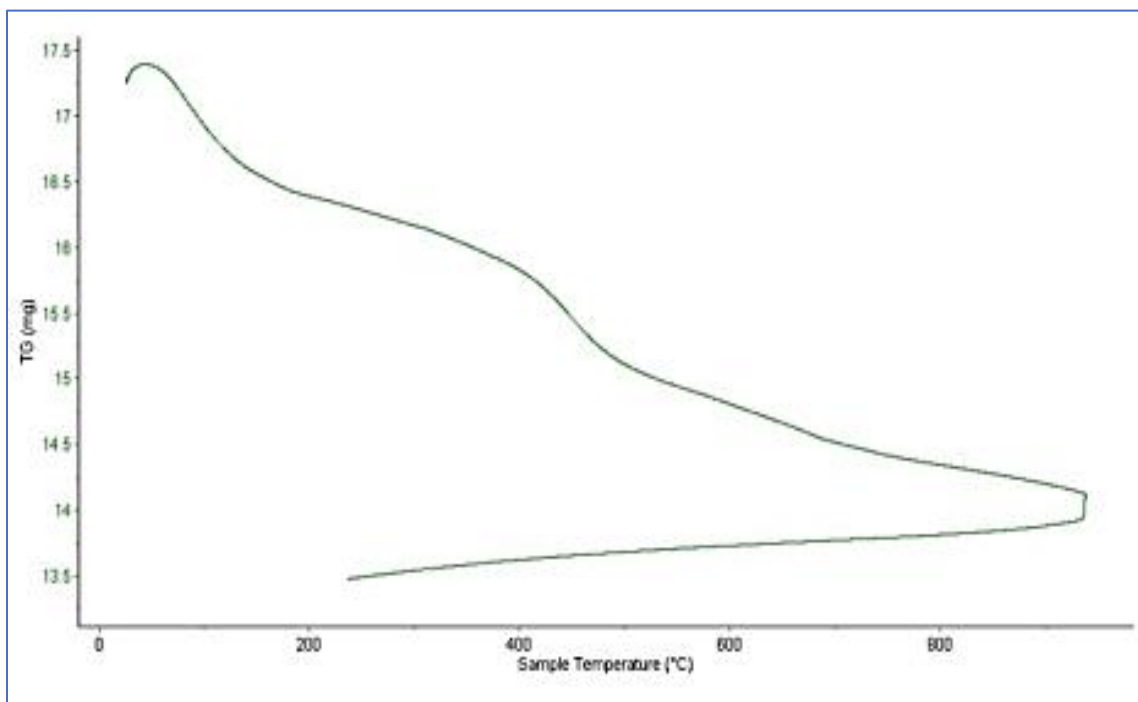
RESULTADOS

Objetivo 1: Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del Rastrojo de Maíz mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD).

Según la termogravimetría se presenta una pérdida de peso en función a la temperatura mostrando dos zonas donde se indica las pérdidas más significativas. La primera 70°C y 140°C, la segunda en el rango de 400.- 480°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 20% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

Figura 5

Curva de Análisis Termogravimétrico (TGA).

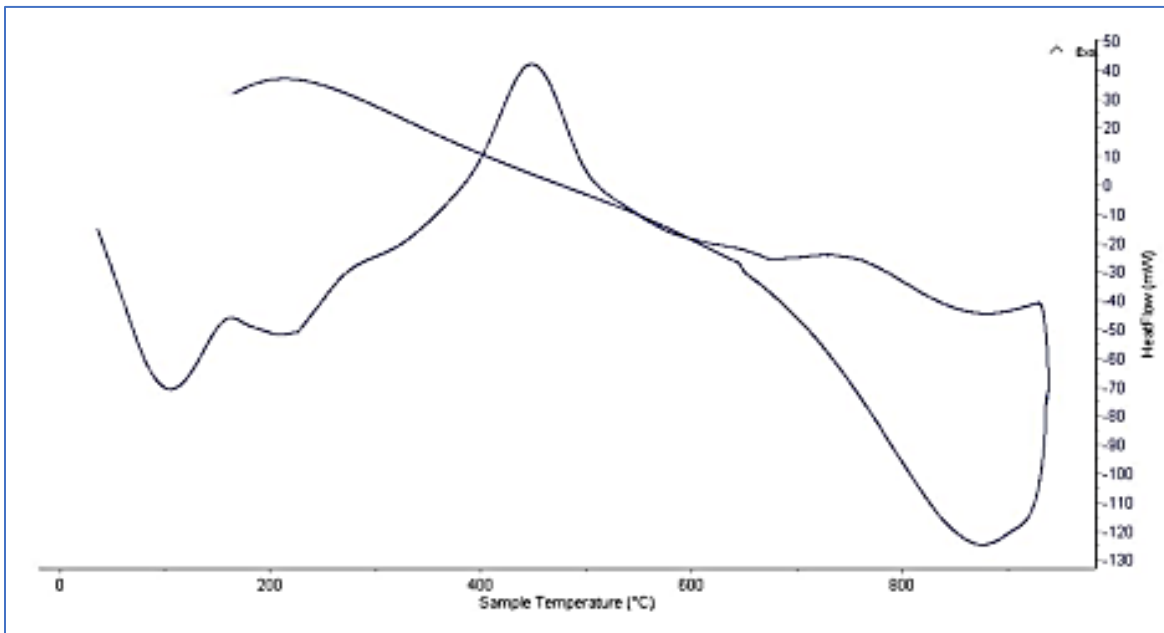


Nota. En la figura se observa la Curva de Análisis Termogravimétrico (TGA), realizado en el laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

De acuerdo al análisis ATD, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 120°C y a 230°C y posteriormente experimenta un Pico exotérmico a 450°C aproximadamente y luego una pequeña banda exotérmica entre 700 y 800°C, lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.

Figura 6

Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD).



Nota. En la figura se observa la Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD), realizado en el laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.

Resultados del ensayo sobre la cantidad de la ceniza antes y después de la calcinación.

Tabla 47

Cantidad de muestra antes y después de la calcinación.

Rastrojo de maíz	Temperatura	Calcinación de ceniza	Pasando por malla #200
1000.00 gr	450° C	210.12 gr	200.60

Nota. En la tabla se observa la Cantidad de muestra antes y después de la calcinación del rastrojo de maíz, luego pasado por la malla N°200.

La tabla muestra la cantidad del cálculo de un 1kg se obtiene 200.60 gramos de ceniza de rastrojo de maíz pasado por la malla #200.

Objetivo 2: Determinar el grado de alcalinidad (pH) de las cenizas de rastrojo de Maíz y cenizas en mezcla con cemento.

- El pH del cemento es calificado como extremadamente alcalino.
- El pH de la ceniza de Rastrojo de maíz es calificado como extremadamente alcalino.
- El pH de la muestra 5 % ceniza +95 % cemento es calificado como extremadamente alcalino.
- El pH de la muestra 15 % ceniza + 85 % cemento es calificado como extremadamente

Tabla 48

El PH de cemento tipo I, ceniza de rastrojo de maíz y combinación con 5 % y 15 % de sustitución.

Muestra	pH
Cemento portland tipo I	12.30
Ceniza de Rastrojo de Maíz	12.10
95 % cemento + 5 % Ceniza de Rastrojo de Maíz	12.26
85 % cemento + 15 % Ceniza de Rastrojo de Maíz	12.23

Nota. La tabla muestra los resultados de pH obtenidos del Laboratorio de suelos y aguas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional” Santiago Antúnez de Mayolo” – Huaraz.

Objetivo 3: Determinar la composición química de la Cenizas de rastrojo de Maíz mediante un análisis de Fluorescencia de Rayos X.

La composición química de la ceniza de rastrojo de maíz, mediante el análisis de fluorescencia de Rayos X se obtuvo dos análisis: el análisis de composición química elemental y el análisis de composición química expresada en óxidos, dichos resultados se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 49

Composición química elemental de ceniza de rastrojo de maíz.

Composición química	Resultado (%)
Silicio (Si)	63.486
Cloro (Cl)	9.389
Aluminio (Al)	8.298
Fósforo (P)	7.980
Magnesio (Mg)	7.242
Azufre (S)	3.605

Nota. La tabla muestra los resultados de composición química de la muestra de rastrojo de maíz obtenidos del Laboratorio LABICER.

Tabla 50

Composición química expresada en óxidos del rastrojo de maíz.

Composición química	Resultado (%)
Óxido de silicio (SiO ₂)	68.300
Óxido de aluminio (Al ₂ O ₃)	9.603
Óxido de magnesio (MgO)	8.909
Óxido de fósforo (P ₂ O ₅)	6.760
Cloro (Cl)	3.226
Óxido de azufre (SO ₃)	3.203

Nota. Composición química expresada en óxidos del rastrojo de maíz obtenidos del Laboratorio LABICER.

Se registraron que el componente químico más abundante es el óxido de silicio en 68.300 % que sirvió como de calor de hidratación, óxido de fósforo en 6.760 % sirvió como agente de secado y deshidratación, y el óxido de aluminio en 9.603 % sirvió como catalizador, son los componentes principales del cemento para aumentar la resistencia del concreto.

Objetivo 4: Determinar la Relación Agua/Cemento, sobre las muestras patrón y experimental del mortero.

Mencionar que la relación agua/cemento baja da como resultado un concreto con mayor resistencia que una relación agua/cemento alto. Esto es cuanto mayor sea la relación, más rápido y más práctico será el concreto.

Tabla 51

Relación de a/c en patrón y experimental.

Resistencia	Patrón	Sustitución 5 %	Sustitución 15%
210		0.684	

Nota. Resultados de la muestra en relación de a/c en relación de diseño patrón y diseño experimental datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Se menciona que se realizaron los diferentes mezclas de concreto para las proporciones a/c donde se mantuvo un abatimiento del ASTM C-143/NTP 339.035 constante de caída 4.

Objetivo 5: Determinar el peso específico de la combinación de la ceniza de rastrojo de maíz y del cemento.

Tabla 52

Peso específico de la combinación del cemento y de la ceniza de rastrojo de maíz.

Peso específico	
5% cemento + 5% ceniza	3.40
85% cemento + 15% ceniza	3.25

Nota. En la tabla se observa el peso específico de la combinación del cemento y de la ceniza de rastrojo de maíz, resultados obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

El peso específico en relación de la combinación del cemento tipo I “Pacasmayo” y de la ceniza de rastrojo de maíz.

Objetivo 6: Determinar la Resistencia a la Compresión del concreto patrón y experimental en un 5% y 15% de la sustitución al cemento con la ceniza de rastrojo de maíz a los 7, 14 y 28 días de curado.

Tabla 53*Resistencias a la compresión del concreto a los 7 días.*

Muestra	% ceniza	N° de probetas	Fc (kg/cm²)	% Fc/ F'c	Promedio de resistencia (kg/cm²)	Porcentaje con respecto a 210 kg/cm²
		P – 01	168.82	80.39		
Patrón	0%	P – 02	167.94	79.97	167.38	79.71
		P – 03	169.57	80.75		
		C – 01	192.37	91.60		
Experimental	5%	C – 02	190.83	90.87	192.55	91.60
		C – 03	192.46	91.65		
Experimental	15%	C – 01	160.23	76.30		
		C – 02	159.30	75.86	160.23	76.30
		C – 03	158.70	75.57		

Nota. Resistencias a la compresión de concreto durante los 7 días de curado en relación de diseño patrón y los diseños experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Tabla 54*Resistencias a la compresión del concreto a los 14 días.*

Muestra	% ceniza	N° de probetas	Fc (kg/cm2)	% Fc/ F'c	Promedio de resistencia (kg/cm2)	Porcentaje con respecto a 210 kg/cm2
		P – 01	192.46	91,65		
Patrón	0%	P – 02	189.67	90.32	192.46	91.65
		P – 03	192.06	91.46		
		C – 01	214.64	102.21		
Experimental	5%	C – 02	212.80	101.33	216.36	103.03
		C – 03	216.36	103.03		
Experimental	15%	C – 01	172.50	82.14		
		C – 02	174.30	83.00	175.60	83.62
		C – 03	175.60	83.62		

Nota. Resistencias a la compresión de concreto durante los 14 días de curado en relación de diseño patrón y los diseños experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Tabla 55*Resistencias a la compresión del concreto a los 28 días.*

Muestra	% ceniza	N° de probetas	Fc (kg/cm2)	% Fc/ F'c	Promedio de resistencia (kg/cm2)	Porcentaje con respecto a 210 kg/cm2
		P – 01	221,28	105.37		
Patrón	0%	P – 02	218.69	104.14	221.28	105.37
		P – 03	217.48	103.56		
		C – 01	235.15	111.98		
Experimental	5%	C – 02	232.56	110.72	235.15	111.98
		C – 03	232.52	111.91		
Experimental	15%	C – 01	191.23	91.06		
		C – 02	194.50	92.62	194.50	92.62
		C – 03	193.56	92.17		

Nota. Resistencias a la compresión de concreto durante los 28 días de curado en relación de diseño patrón y los diseños experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Comparación del promedio de las resistencias de la parte patrón y experimental.

Tabla 56

Promedio de resistencias entre la parte patrón y experimental.

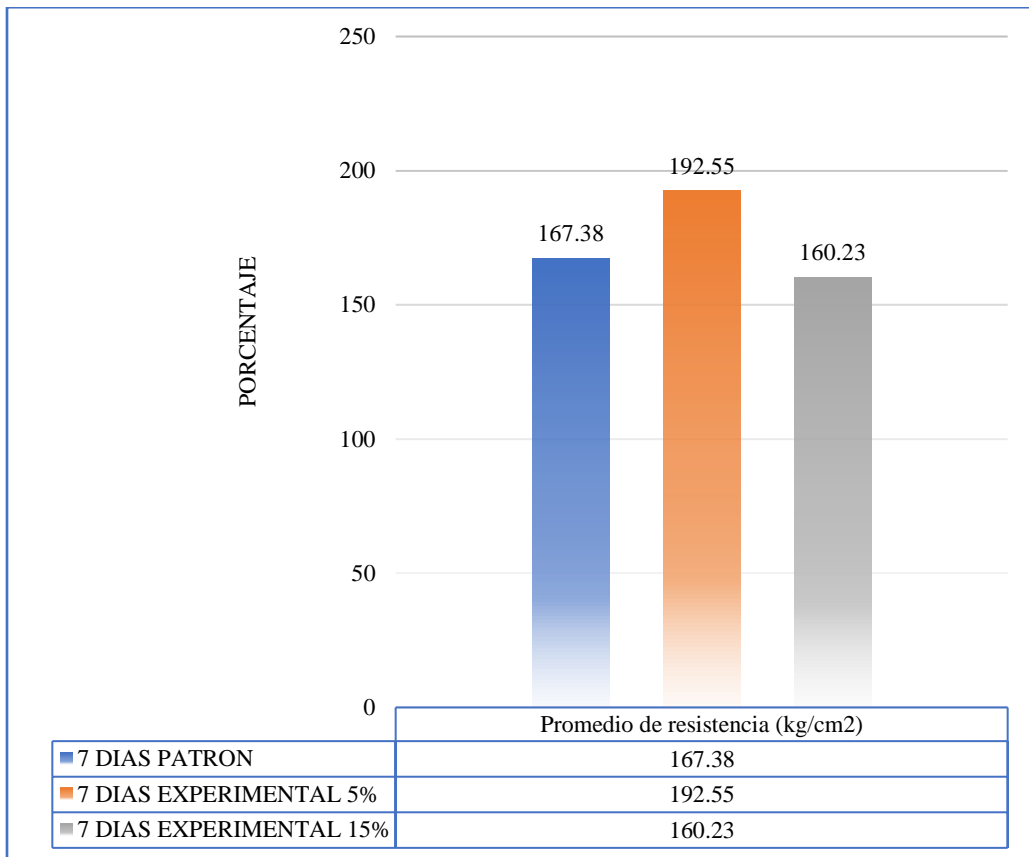
Promedio de resistencia (kg/cm²)	
7 días Patrón	167.38
7 días Experimental 5%	192.55
7 días Experimental 15%	160.23
14 días Patrón	192.46
14 días Experimental 5%	216.36
14 días Experimental 15%	175.60
28 días Patrón	221.28
28 días Experimental 5%	235.15
28 días Experimental 15%	194.50

Nota. Resumen del promedio de resistencias a la compresión de 7, 14 y 28 días de curado en relación de diseño patrón y los diseños experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Gráfica de la comparación de resistencia a la compresión concreto patrón y experimental durante los 7 días de curado.

Figura 7

Promedio de Resistencias a la compresión a los 7 días de curado de patrón y experimentales.



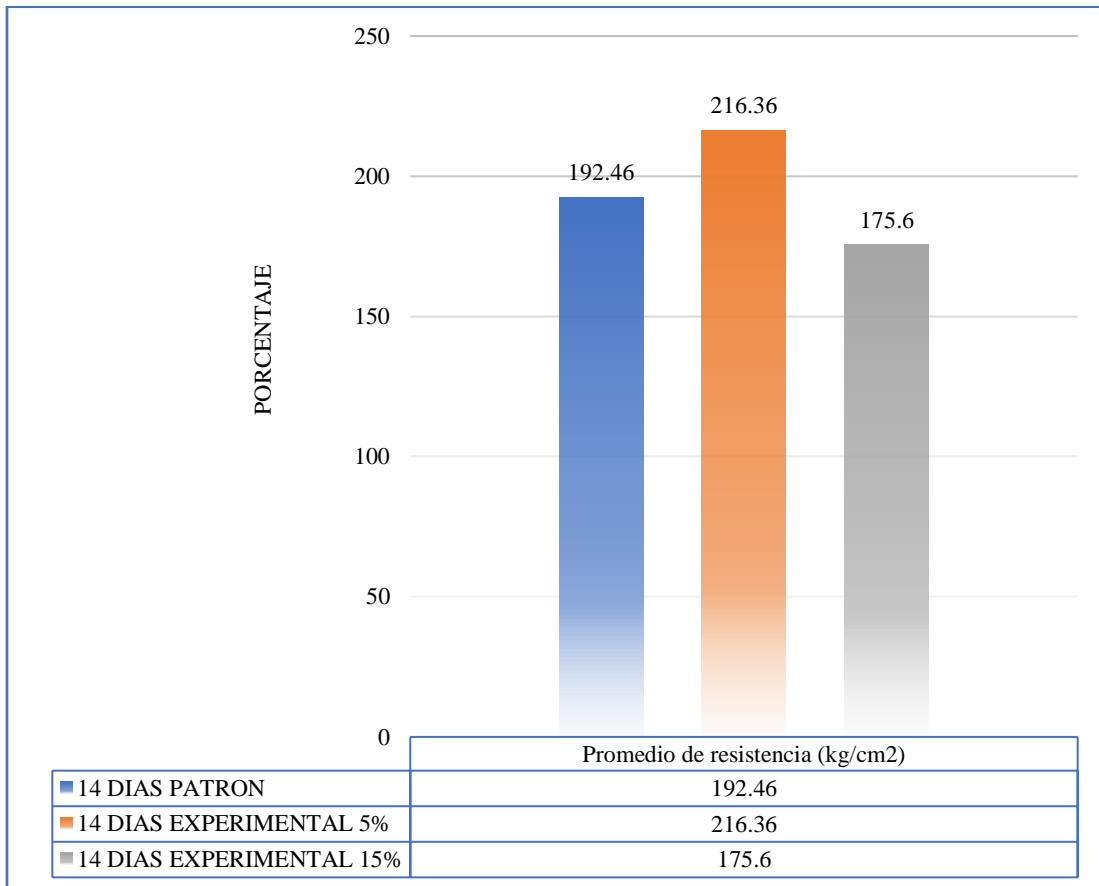
Nota. En el grafico se observa el promedio de resistencias a la compresión a los 7 días de curado patrón y experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia 167.38 kg/cm², la parte experimental al 5% se registró que alcanzó una resistencia 192.55 kg/cm y la parte experimental al 15% se registró que alcanzó una resistencia 160.23 kg/cm.

Gráfica de la comparación de resistencia a la compresión concreto patrón y experimental durante los 14 días de curado.

Figura 8

Promedio de Resistencias a la compresión a los 14 días de curado de patrón y experimentales.



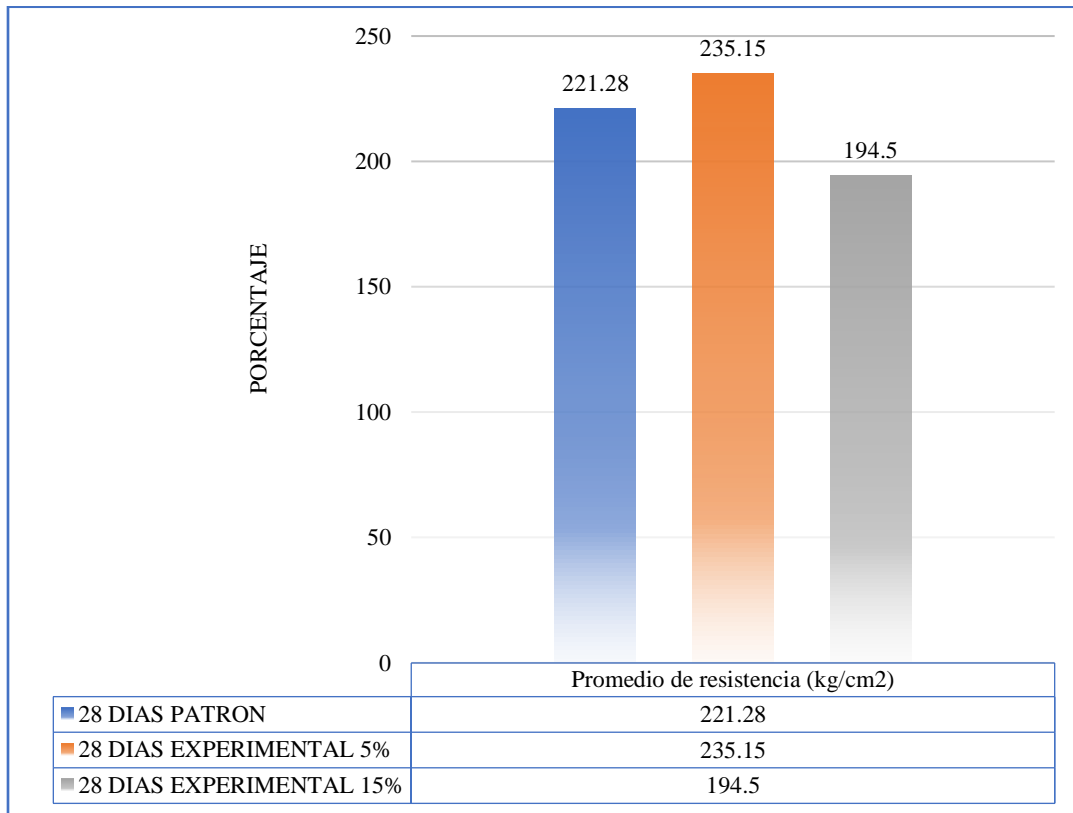
Nota. En el grafico se observa el promedio de resistencias a la compresión a los 14 días de curado patrón y experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 14 días se alcanzó una resistencia 192.46 kg/cm², la parte experimental al 5% se registró que alcanzó una resistencia 216.36 kg/cm y la parte experimental al 15% se registró que alcanzó una resistencia 175.6 kg/cm.

Gráfica de la comparación de resistencia a la compresión concreto patrón y experimental durante los 28 días de curado.

Figura 9

Promedio de Resistencias a la compresión a los 28 días de curado de patrón y experimentales.



Nota. En el grafico se observa el promedio de resistencias a la compresión a los 28 días de curado patrón y experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 28 días se alcanzó una resistencia 221.28 kg/cm², la parte experimental al 5% se registró que alcanzó una resistencia 235.15 kg/cm y la parte experimental al 15% se registró que alcanzó una resistencia 194.5 kg/cm.

Comparación del promedio porcentual de las resistencias de la parte patrón y experimental.

Tabla 57

Promedio porcentual de las resistencias entre la parte patrón y experimental.

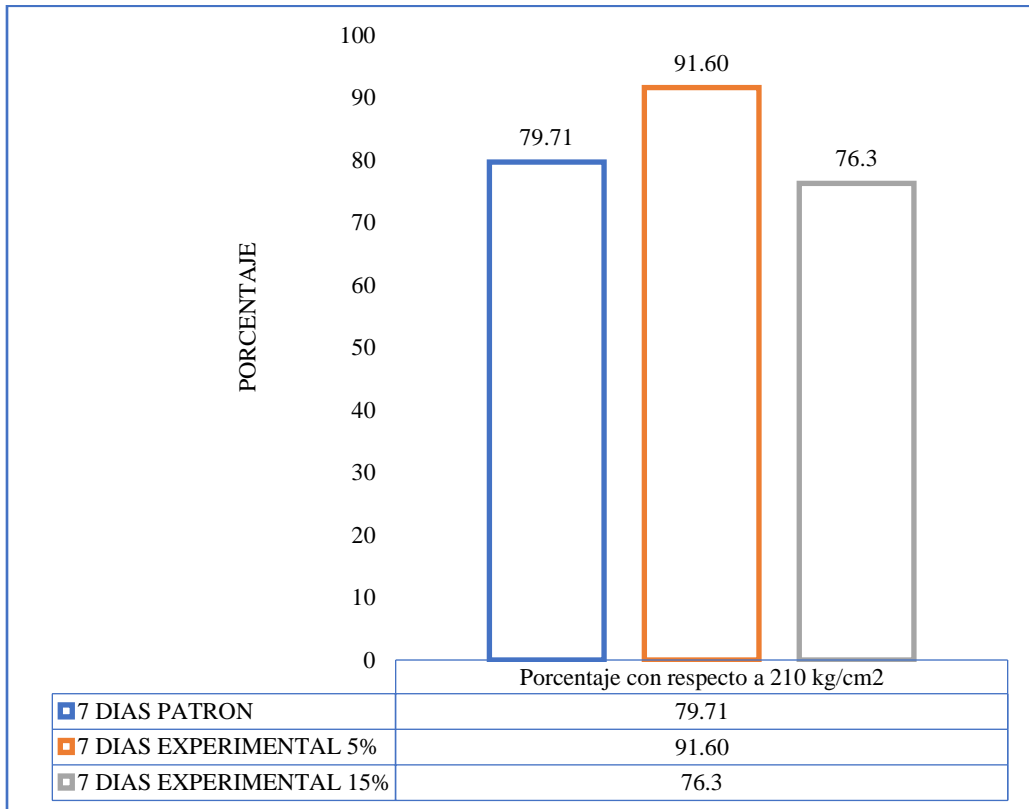
Porcentual de la resistencia	
7 días Patrón	79.71
7 días Experimental 5%	91.60
7 días Experimental 15%	76.3
14 días Patrón	91.65
14 días Experimental 5%	103.03
14 días Experimental 15%	83.62
28 días Patrón	105.37
28 días Experimental 5%	111.98
28 días Experimental 15%	92.62

Nota. Resumen del promedio porcentual de resistencias a la compresión de 7, 14 y 28 días de curado en relación de diseño patrón y los diseños experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Gráfica de la comparación del promedio porcentual de la resistencia a la compresión concreto patrón y experimental durante los 7 días de curado.

Figura 10

Promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 7 días de curado de patrón y experimentales.



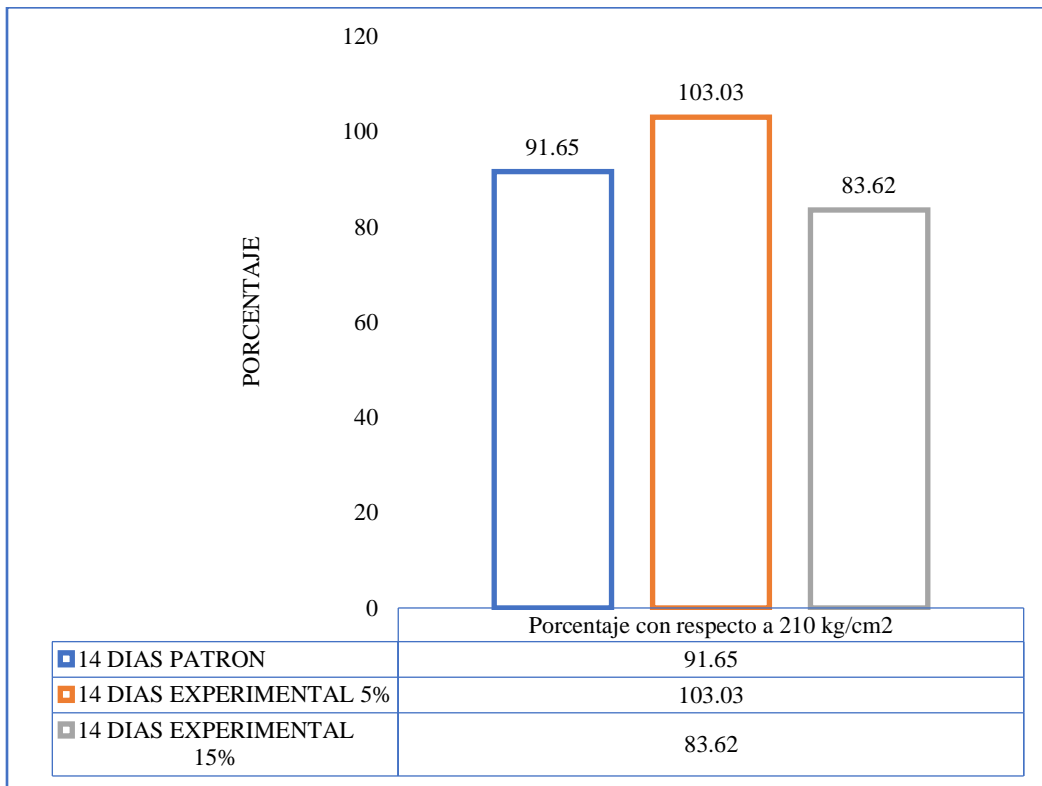
Nota. En el grafico se observa el promedio porcentual de resistencias a la compresión a los 7 días de curado patrón y experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 7 días se alcanzó un porcentaje de resistencia 79.71 %, la parte experimental en 5% se registró que alcanzó un porcentaje de resistencia 91.60 % y la parte experimental en 15% se registró que alcanzó un porcentaje de resistencia 76.3 %.

Gráfica de la comparación del promedio porcentual de la resistencia a la compresión concreto patrón y experimental durante los 14 días de curado.

Figura 11

Promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 14 días de curado de patrón y experimentales.



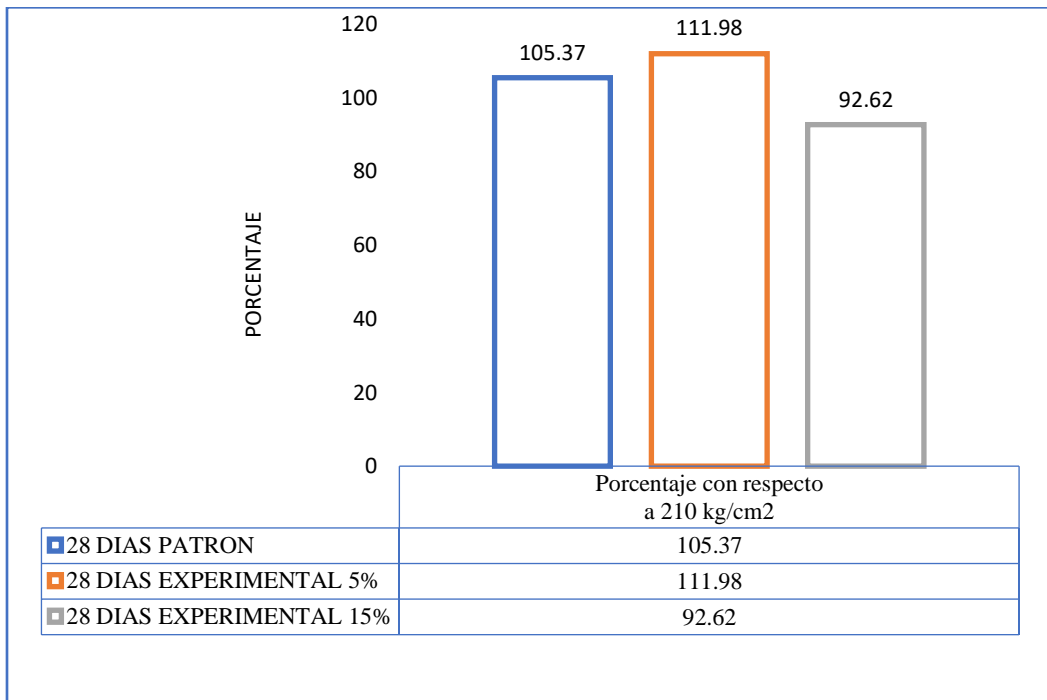
Nota. En el grafico se observa el promedio porcentual de resistencias a la compresión a los 14 días de curado patrón y experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 14 días se alcanzó un porcentaje de resistencia 91.65 %, la parte experimental en 5% se registró que alcanzó un porcentaje de resistencia 103.03 % y la parte experimental en 15% se registró que alcanzó un porcentaje de resistencia 83.62 %.

Gráfica de la comparación del promedio porcentual de la resistencia a la compresión concreto patrón y experimental durante los 28 días de curado.

Figura 12

Promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 28 días de curado de patrón y experimentales.



Nota. En el grafico se observa el promedio porcentual de resistencias a la compresión a los 28 días de curado patrón y experimentales datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 28 días se alcanzó un porcentaje de resistencia 105.37 %, la parte experimental en 5% se registró que alcanzó un porcentaje de resistencia 111.98 % y la parte experimental en 15% se registró que alcanzó un porcentaje de resistencia 92.62 %.

Resumen del promedio de resistencia parte patrón

Tabla 58

Resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte patrón.

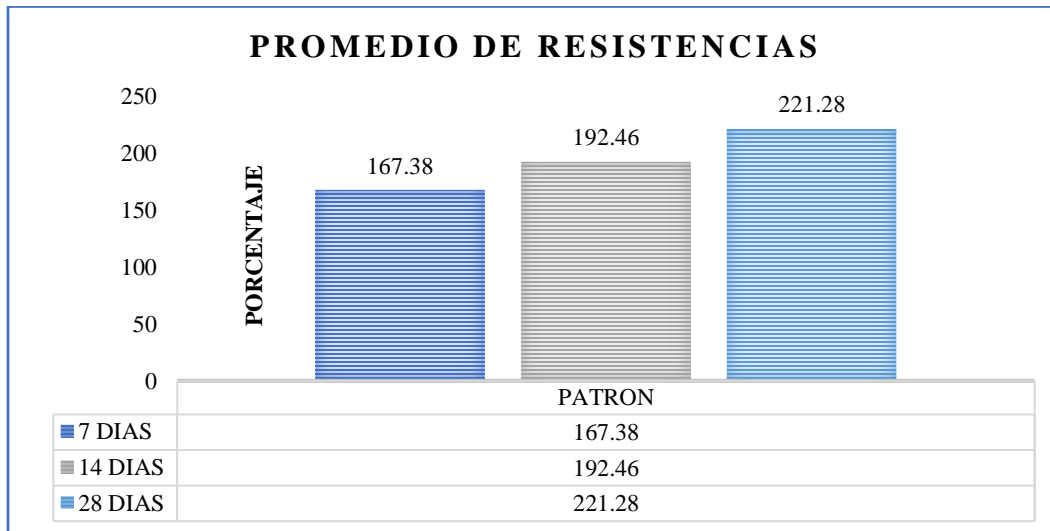
Patrón	Promedio de resistencia (kg/cm²)	Porcentaje con respecto a 210 kg/cm²
7 días	167.38	79.71
14 días	192.46	91.65
28 días	221.28	105.37

Nota. En la tabla se observa el resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte patrón.

Gráfica de la comparación del promedio y porcentajes de la resistencia a la compresión de concreto patrón durante los 7, 14 y 28 días.

Figura 13

El promedio de la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de patrón.

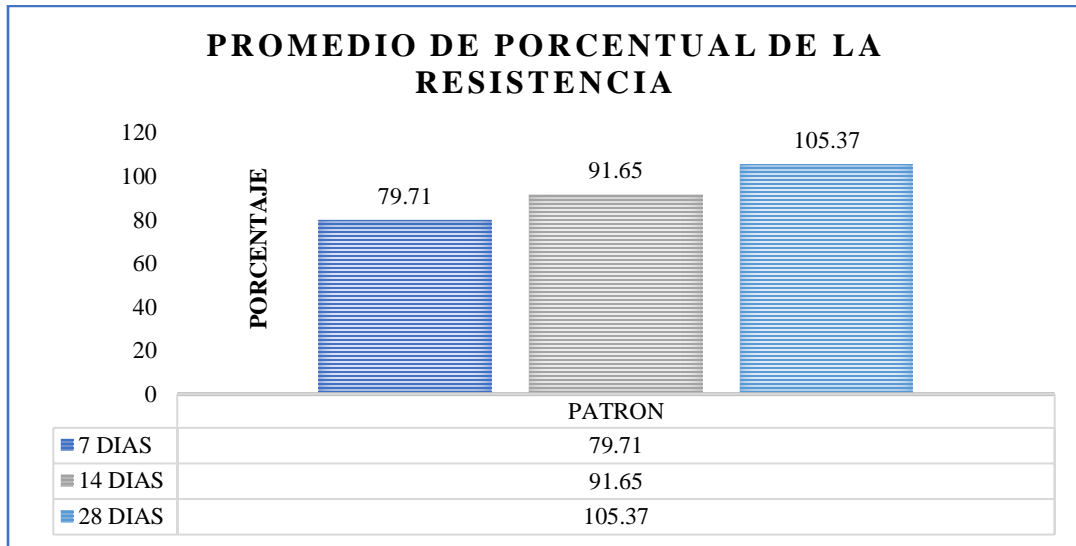


Nota. En el grafico se observa el promedio de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de patrón, realizando la gráfica con los datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia de 167.38 kg/cm², a los 14 días se alcanzó una resistencia de 192.46 kg/cm² y a los 28 días se alcanzó una resistencia de 221.28 kg/cm².

Figura 14

El promedio porcentual de la Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de patrón.



Nota. En el grafico se observa el promedio porcentual de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado de patrón, realizando la gráfica con los datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión patrón, se registra que a los 7 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 79.71 %, a los 14 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 91.65 % y a los 28 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 105.37 %.

Resumen del promedio y el porcentual de resistencia parte experimental al 5% de ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 59

Resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte experimental al 5%.

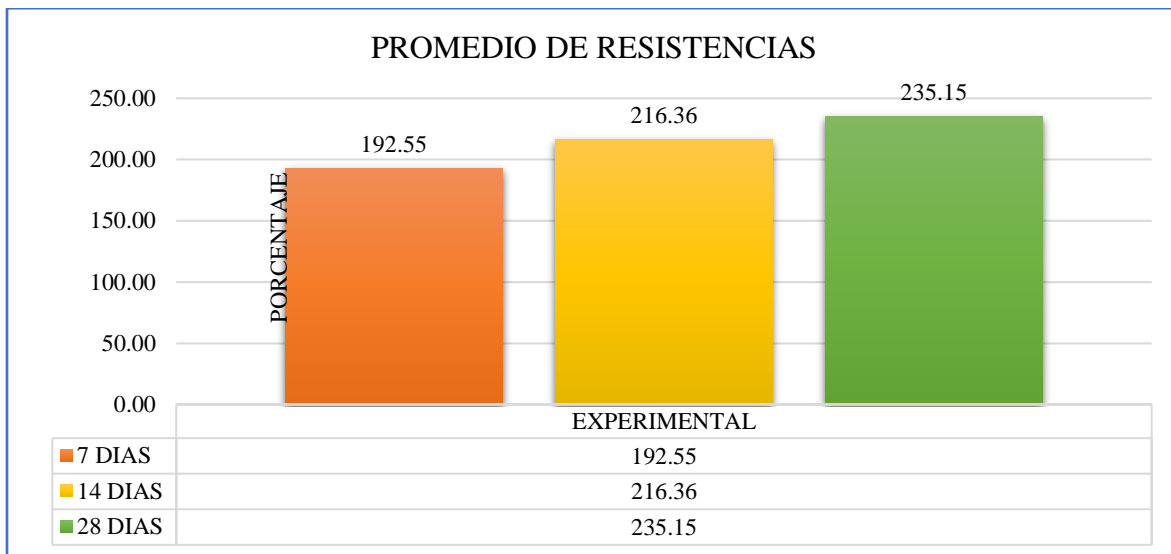
Experimental	Promedio de resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje con respecto a 210 kg/cm ²
7 días	192.55	91.60
14 días	216.36	103.03
28 días	235.15	111.98

Nota. En la tabla se observa el resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte experimental al 5%.

Gráfica de la comparación del promedio y porcentual de la resistencia a la compresión de concreto experimental durante los 7, 14 y 28 días.

Figura 15

El promedio de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (5%).

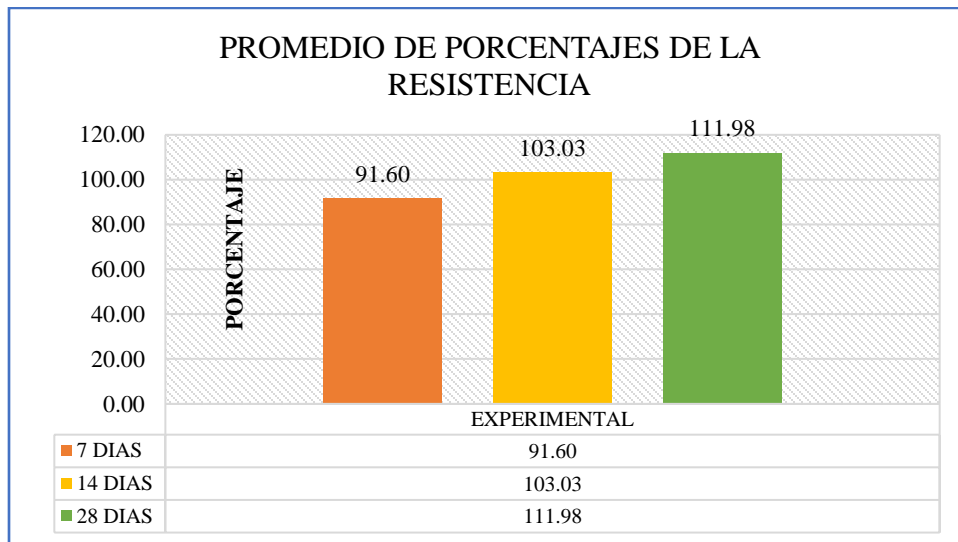


Nota. En el grafico se observa el promedio de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental del 5% de ceniza de rastrojo de maíz, con los datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión experimental, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia de 192.55 kg/cm², a los 14 días se alcanzó una resistencia de 216.36 kg/cm² y a los 28 días se alcanzó una resistencia de 235.15 kg/cm².

Figura 16

El promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (5%).



Nota. En el grafico se observa el promedio porcentual de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental del 5% de ceniza de rastrojo de maíz, con los datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión experimental, se registra que a los 7 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 91.60 %, a los 14 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 103.03 % y a los 28 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 111.98 %.

Resumen del promedio de resistencia parte experimental al 15% de ceniza de rastrojo de maíz.

Tabla 60

Resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte experimental al 15%.

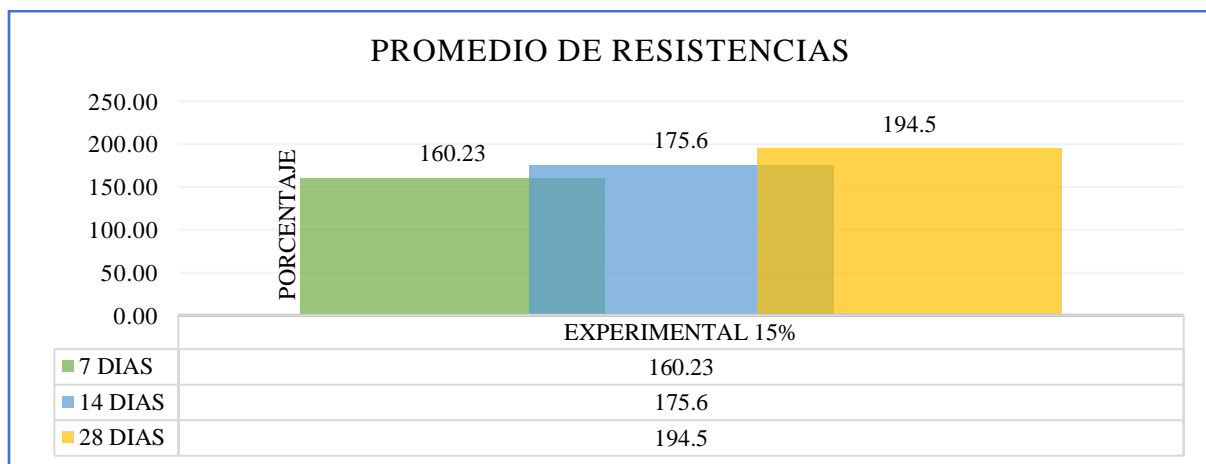
Experimental	Promedio de resistencia (kg/cm ²)	Porcentaje con respecto a 210 kg/cm ²
7 días	160.23	76.3
14 días	175.60	83.62
28 días	194.50	92.62

Nota. En la tabla se observa el resumen promedio y porcentual de las resistencias de la parte experimental al 15% de la ceniza de rastrojo de maíz.

Gráfica de la comparación del promedio y porcentajes de la resistencia a la compresión de concreto experimental durante los 7, 14 y 28 días.

Figura 17

El promedio de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (15%).

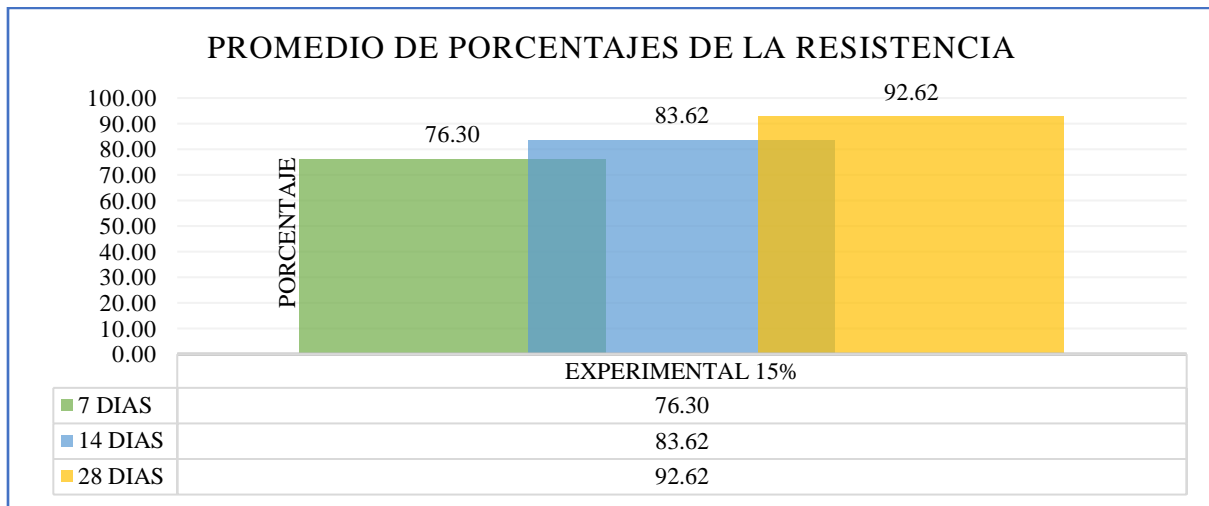


Nota. En el grafico se observa el promedio de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental del 15% de ceniza de rastrojo de maíz, con los datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión experimental, se registra que a los 7 días se alcanzó una resistencia de 160.23 kg/cm², a los 14 días se alcanzó una resistencia de 175.6 kg/cm² y a los 28 días se alcanzó una resistencia de 194.5 kg/cm².

Figura 18

El promedio porcentual de Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental (15%).



Nota. En el grafico se observa el promedio porcentual de resistencias a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado parte experimental del 15% de ceniza de rastrojo de maíz, con los datos obtenidos del laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

De los resultados obtenidos de la prueba de compresión experimental, se registra que a los 7 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 76.30 %, a los 14 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 83.62 % y a los 28 días se alcanzó un porcentaje de resistencia de 92.62 %.

ANALISIS DE VARIANZA – ANOVA

El ANOVA es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes. La forma más simple es el llamado ANOVA de una vía o factor, cuando existe una sola variable independiente para clasificar a los sujetos y dos o más niveles (que definen los grupos) de ella. Las otras formas de ANOVA (de 2 o más factores o de medidas repetidas) son extensiones basadas en el mismo raciocinio (Dagnino, 2014).

Tabla 61

Resumen de resistencia a la compresión de tipo patrón, experimental en los 7,14 y 28 días de curado.

Edad/ Tipo	Patrón	Experimental 5%	Experimental 15%
7 días	168.82	192.37	160.23
	167.94	190.83	159.30
	169.57	192.46	158.70
14 días	192.46	214.64	172.50
	189.67	212.80	174.30
	192.06	216.36	175.60
28 días	221.28	235.15	191.23
	218.69	232.52	194.50
	217.48	235.02	193.56

Nota. En la tabla se observa los resultados de la resistencia a la compresión de tipo patrón y experimental de 5% y 15% de ceniza de rastrojo de maíz, los cuales se realizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad San Pedro – Chimbote.

Tabla 62*Resumen de la varianza*

RESUMEN	Patrón	Experimental 5%	Experimental 15%	Total
<i>7 días</i>				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	506.33	575.66	478.23	1560.22
Promedio	168.776667	191.886667	159.41	173.357778
Varianza	0.66563333	0.83943333	0.5943	210.092394
<i>14 días</i>				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	574.19	643.8	522.4	1740.39
Promedio	191.396667	214.6	174.133333	193.376667
Varianza	2.27603333	3.1696	2.42333333	311.2133
<i>28 días</i>				
Cuenta	3	3	3	9
Suma	657.45	702.69	579.29	1939.43
Promedio	219.15	234.23	193.096667	215.492222
Varianza	3.7687	2.1973	2.83423333	326.966769
<i>Total</i>				
Cuenta	9	9	9	
Suma	1737.97	1922.15	1579.92	
Promedio	193.107778	213.572222	175.546667	
Varianza	479.100669	338.325369	215.359975	

Nota. En la tabla se observa un resumen obtenido de los datos de la varianza, donde cuenta es la cantidad de probetas realizadas, la suma indica la sumatoria de los valores obtenidos por cada probeta (patrón y experimental). El promedio en resumen es la sumatoria de valores de cada probeta (patrón y experimental) dividido entre 3, finalmente se obtiene la varianza.

ANALISIS DE VARIANZA

Tabla 63

Análisis de Varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra (Edad)	7995.49536	2	3997.74768	1917.02061	1.0623E-21	3.55455715
Columnas (Tipo)	6519.38696	2	3259.69348	1563.10505	6.6046E-21	3.55455715
Interacción (Edad x Tipo)	229.255622	4	57.3139056	27.4834599	1.887E-07	2.92774417
Dentro del grupo	37.5371333	18	2.0853963			
Total	14781.6751	26				

Nota. En la parte de muestra (Edad) se obtiene un $F = 1917.02061$ mayor al f crítico = 3.554, por lo que hay una diferencia significativa; es decir no se rechaza la hipótesis nula. En la parte de columnas (Tipo) se obtiene un $F = 1563.10505$ mayor al f crítico = 3.554, por lo que hay una diferencia significativa; es decir no se rechaza la hipótesis nula. En la parte de interacción (Edad x Tipo) se obtiene un $F = 27.4834599$ mayor al F crítico = 2.927, por lo que hay una diferencia mayor (significativa); es decir no se rechaza la hipótesis nula.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1:

“Determinar la temperatura y tiempo óptimo de calcinación del Rastrojo de Maíz mediante el ensayo de Análisis Térmico Diferencial (ATD)”.

Respecto al análisis térmico diferencial, se aprecia que con el paso de tiempo la temperatura va aumentando esto podría llegar en un momento donde se producen los óxidos principales, el cemento tipo I tal es el caso del óxido de silicio (SiO_2) y el óxido de calcio (CaO), de los resultados obtenidos de la curva calorimétrica, observamos una gran posibilidad de existir algún cambio de temperatura estructural del material debido a un ligero pico endotérmico ubicado a 450°C , siendo el punto donde se produce la activación de los óxidos del material, el tiempo para calcinar el rastrojo de maíz fue por un promedio de 4 horas. Desde la posición de (Caro Briceño, 2018), Se obtuvo la pérdida de masa y calorimetría mediante un Análisis Térmico lográndose determinar la temperatura de calcinación de las hojas de maíz a 400°C , realizando la comparación se obtiene los mismos resultados.

También (Quevedo Castillo, 2018). Realizo el análisis térmico diferencial de ceniza de bagazo de caña de azúcar que fueron calcinadas a 300°C en la sustitución por el peso del cemento Portland tipo I Los resultados de muestran que la ceniza de bagazo de caña de azúcar si influye positivamente al sustituir al cemento Portland tipo I, siendo de la misma clase que el rastrojo de maíz.

Objetivo 2:

“Determinar la composición química de la Cenizas de rastrojo de Maíz mediante un análisis de Fluorescencia de Rayos X”.

De acuerdo a los resultados de análisis de fluorescencia de rayos X, se realizó una comparación con los componentes químicos del cemento tipo I donde podemos decir que los resultados son muy similares, se encontró al óxido de silicio 28 % un poco mayor del rango de 20% - 27% del cemento tipo I esto ocasionará que haya una mejora considerable en las propiedades de concreto en estado fresco y endurecido y en la ganancia a largo plazo de los niveles de resistencia mecánica a la compresión, en cuanto al óxido de aluminio se encontró 8% un poco mayor del rango 4% - 7% del cemento I siendo los componente principales y de mayor porcentaje a las materias primas del cemento.

Nos muestra el porcentaje de la materia prima principal del cemento portland tipo I: que el componente Cal. Combinada Cao es de 61 % - 67 %, seguidamente el Sílice SiO2 es 20 % - 27 %, el Aluminio: Al2O3 es 4 % - 7 %, Hierro: Fe2O3 de 2 % - 4 %, Óxido de azufre: SO3 es de 1 % - 3 %, Cal libre: CaO de 0.0 %, Magnesio: MgO 1 % - 5 %, Pérdida al fuego: P.F 2.0 %, Residuo insoluble: R.I 1.0 %, Álcalis: Na2O+K2O 0.25 % - 1.5 %. Tenemos los porcentajes.

Porcentajes de materias primas principales del cemento Pacasmayo tipo I. Componentes Cal combinada: CaO: 63.02 %, Sílice: SiO2: 19.50 %, Aluminio: Al2O3: 6.20%. Hierro: Fe2O3: 3.30 %, Óxido de azufre: SO3: 2.50 %, Magnesio: MgO :2.13 %, Potasio: k2O: 0.70 %, Álcalis: Na2O: 0.26 %; se muestra los porcentajes de las materias primas principales del cemento Pacasmayo tipo I.

Composición química expresada en óxidos del rastrojo de maíz, Composición química y resultado (%); Óxido de silicio (SiO2) 63.486, Óxido de fósforo (P2O5) 7.980, Óxido de magnesio (MgO) 7.242, Cloro (Cl) 9.389, Óxido de aluminio (Al2O3) 8.298 Óxido de

azufre (SO₃) 3.605. Porcentajes de composición química expresada en óxidos de la muestra de rastrojo de maíz obtenidos del Laboratorio LABICER.

Se muestra un menor porcentaje de óxido de silicio, mayor porcentaje en óxido de magnesio y mayor porcentaje en óxido de aluminio. Caro Briceño (2018) también realizó el análisis químico de las Cenizas de Hoja de Maíz activadas se realizó con el método de Fluorescencia de Rayos X, los resultados muestran un 55.355% de material cementante en la suma de óxidos (SiO₂+Al₂O₃+CaO) que es un valor importante. realizando la comparación se puede apreciar que en ambos estudios se ha podido obtener casi los mismos componentes químicos, como valores casi semejantes.

Objetivo 3:

“Determinar el grado de alcalinidad (pH) de las cenizas de rastrojo de Maíz y cenizas en mezcla con cemento”.

Respecto al pH, la ceniza de rastrojo de maíz tuvo un valor de 12.10, por otro lado el cemento tipo I tuvo el valor de 12.30, la mezcla de ceniza del rastrojo de maíz y cemento tipo I sustituido en 5 % alcanza un valor de 12.26, la mezcla de ceniza del rastrojo de maíz y cemento tipo I sustituido en 15 % alcanza un valor de 12.23, teniendo esto como resultado extremadamente alcalinos de esta forma este valor de pH protege al acero de refuerzo, se logró que por la formación de una capa de óxido sobre la superficie del acero que permanece estable en un ambiente alcalino, cuando esa capa deja de ser estable el pH baja y ocasiona que llegue a un valor por debajo de 9, en ese momento empieza la corrosión resultando finalmente en el agrietamiento y astillamiento del concreto, referenciando a Caro Briceño (2018) quien realizó el pH a las cenizas de Hoja de Maíz logrando obtener un pH = 10.93, esto quiere decir que es

material alcalino, concluyendo entonces de esta comparación que el PH del rastrojo de maíz es más elevado a diferencia de las hojas de maíz.

Objetivo 4:

“Determinar la Relación Agua/Cemento, sobre las muestras patrón y experimental del mortero”.

En cuanto al diseño de mezcla, para el patrón se obtuvo un asentamiento plástico de 4”, cumpliendo con nuestro diseño planteado inicialmente que se encuentra en el intervalo de (3” a 4”) con una relación agua - cemento de 0.68 patrón, para el diseño experimental del 5% de sustitución de ceniza de rastrojo de maíz se obtuvo un asentamiento de 4” con una relación agua-cemento de 0.68 y para el diseño experimental del 15% de sustitución de ceniza de rastrojo de maíz se obtuvo un asentamiento de 4” con una relación agua-cemento de 0.68.

Tal como menciona (Caro Briceño, 2018), para el patrón y experimental 5% se trabajó con una relación a/c de 0.68 con la cual nos resultó un concreto trabajable con un Slump de 3.5”, en cambio para el diseño de mezcla experimental al 10% se tuvo que aumentar la relación a/c al valor de 0.706 para obtener un concreto trabajable que arrojó un Slump de 3.5” que dicho valor cumplió con el rango de 3” a 4” que nos establece la norma ACI 211, puesto que inicialmente se trabajó para el diseño de mezcla experimental 10% con la relación a/c de 0.68 pero su Slump no cumplió con el rango de 3” a 4” es por eso que se hizo el aumento de la relación a/c, aumentando 0.05 Lt de agua por Probeta. Esto concluyó que las cenizas de hojas de maíz presentan en su composición un alto contenido de silicio. Además, hay que considerar que el óxido de potasio está presente en las hojas de maíz y a medida que aumenta su sustitución, aumenta su cantidad y que al reaccionar con el agua forma hidróxido de potasio y este

compuesto es deliscuente, es decir tiene una fuerte afinidad por la humedad y que absorbe cantidades relativamente altas de agua que forma una solución líquida.

Objetivo 5:

“Determinar el peso específico de la combinación de la ceniza de rastrojo de maíz y del cemento”.

El peso específico de la combinación del cemento tipo I y de la ceniza de rastrojo de maíz al 5% se obtuvo 3.40 gr/cm³ y para el diseño experimental del 15% se obtuvo un peso específico de 3.25 gr/cm³. Realizando la comparación con (Caro Briceño, 2018), obtuvo un peso específico de 2.992 gr/cm³, estos resultados cumplen con la norma ASTM C 188-95.

Objetivo 6:

“Determinar la Resistencia a la Compresión del concreto patrón y experimental en un 5% y 15% de la sustitución al cemento con la ceniza de rastrojo de maíz a los 7, 14 y 28 días de curado”.

Promedio de resistencia (kg/cm²) Se obtuvo los siguientes resultados: con 7 días de curado patrón llegó a tener una resistencia de 167.38 kg/cm², con 7 días de curado en la parte experimental con sustitución de 5% llegó a tener una resistencia de 192.55 kg/cm², con 7 días de curado experimental con sustitución de 15% llegó a tener una resistencia de 160.23 kg/cm².

A los 14 días de curado patrón llegó a tener una resistencia a la compresión de 192.46 kg/cm², con 14 días de curado la parte experimental de 5% de rastrojo de maíz llegó a tener una

resistencia a la compresión de 216.36 kg/cm², con 14 días de curado la parte experimental de 15% de rastrojo de maíz llegó a tener una resistencia a la compresión de 175.60 kg/cm².

Finalmente, a los 28 días de curado patrón llegó a tener una resistencia a la compresión de 221.28 kg/cm², también a los 28 días de curado en la parte experimental 5% de rastrojo de maíz llegó a tener una resistencia a la compresión de 235.15 kg/cm², por último, a los 28 días de curado en la parte experimental 15% de rastrojo de maíz llegó a tener una resistencia a la compresión de 194.50 kg/cm².

Promedio porcentual de las resistencias entre la parte patrón y experimental 7 días patrón se obtuvo un promedio de resistencia 79.71 %, 7 días Experimental 5% tuvimos un porcentual de la resistencia un 91.60%, 7 días experimental 15% tuvimos un porcentual de la resistencia un 76.3%.

A los 14 días Patrón tuvimos un porcentual de la resistencia un 91.65%, 14 días Experimental por un 5% tuvimos un porcentual de la resistencia un 103.03%, 14 días experimental por un 15% de adición de rastrojo de maíz tuvimos un porcentual de la resistencia un 83.62%.

Con respecto a los 28 días Patrón tuvimos un porcentual de la resistencia un 105.37%, a los 28 días Experimental con un 5% tuvimos un porcentual de la resistencia un 111.98%, finalmente a los 28 días Experimental 15% tuvimos un porcentual de la resistencia un 92.62%.

Estos resultados obtenidos nos dan la posibilidad de emplear la ceniza en la elaboración de elementos estructurales para mejorar la resistencia a la compresión de concreto, es decir la

sustitución de 5 % del cemento tipo I por ceniza trabajo mucho mejor que la del concreto patrón a la edad de curado de 28 días.

Por otro lado, (Díaz Mejía, 2021) Con 5% de ceniza de panca de maíz se optimizó 0.11kg por probeta, para 12 probetas = 1.37kg, llegando a una resistencia máxima a los 28 días de 237.19 kg/cm². Con 10% de ceniza de panca de maíz se optimizó = 0.23kg por probeta, para 12 probetas = 2.75kg, llegando soportar una carga máxima a los 28 días de 243.21 kg/cm². Con 15% de ceniza de panca de maíz se optimizó = 0.34kg por probeta, para 12 probetas = 4.12kg, llegando a soportar una carga máxima a los 28 días de 251.86 kg/cm². Con 5 % de ceniza de panca de maíz se optimizó = 0.29 kg por vigueta, para 12 viguetas = 3.50 kg y llegó a una resistencia máxima de 80.44 kg/cm². Al observar los resultados llegamos a la conclusión que a los 28 días de ambas investigaciones tienen mejor resistencia.

El concreto con sustitución del cemento por ceniza de hoja de maíz en 5% obtuvo una resistencia a la compresión de 80.97 %, 93.32% y 110.73% a 7,14 y 28 días de edad. Y con el 10% obtuvo una resistencia de 83.80%, 97.16%, 122.60% a 7, 14 y 28 días de edad. Los resultados indican que podría utilizarse las cenizas de hojas de maíz, como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto en sustituciones del 5% y 10%, de acuerdo a los resultados haciendo una comparación se puede concluir que a diferencia de mi investigación la sustitución que realizó (Caro Briceño, 2018) del 10% tuvo mejores resultados.

También (Quevedo Castillo, 2018), dice que la ceniza de bagazo de caña de azúcar si influye positivamente al sustituir al cemento Portland Tipo I, con dosificación del 9% de ceniza de bagazo de caña de azúcar, donde se alcanzó una resistencia a la compresión mayor de $f'c=238.86$ kg/cm² incrementándose en 3.42%, con respecto al patrón, como también en la

resistencia a la tracción con dosificación de 9% se obtiene un aumento en el módulo de rotura promedio de 22.12 kg/cm² dando un incremento de 1.63%, con respecto al patrón, por lo cual los porcentajes se relaciona y favorece en el aumento a la resistencia compresión y tracción del concreto, se realiza la comparación siendo esto de la misma especie del rastrojo de maíz.

CONCLUSIONES

Objetivo 1:

Llegamos a la conclusión que el rastrojo de maíz, cambia de estado a los 450° C en un tiempo promedio de 4 horas, a partir de ese momento se originan los óxidos que serán favorables para aumentar la resistencia a la compresión del diseño del concreto.

Objetivo 2:

Se concluye que el pH del concreto debe ser superior a 7, el pH obtenido de la mezcla de cemento tipo I con sustitución del 5 % y 15 % por ceniza de rastrojo de maíz tiene un valor de 12.26 y 12.23, respectivamente siendo materiales extremadamente alcalinos, este valor de pH protege al acero de refuerzo.

Objetivo 3:

Los ensayos de fluorescencia de Rayos X se realizaron a la muestra de rastrojo de maíz ya calcificada registrando los componentes químicos de óxido de silicio (SiO₂) 68.300% y óxido de aluminio (Al₂O₃) 9.603% componentes principales del cemento.

Objetivo 4:

Según el diseño de mezcla la relación agua/cemento utilizado para el diseño patrón y experimental fue de 0.68 con un asentamiento de 4”.

Objetivo 5:

El peso específico del cemento tipo I en relación a la sustitución en 5% y 15% de la ceniza de rastrojo de maíz fue de 3.40 gr/cm³ y 3.25 gr/cm³, respectivamente.

Objetivo 6:

Por último, los ensayos a la compresión en el concreto experimental sustituido al 5 % de cemento por ceniza de rastrojo de maíz a la edad de 7 días se obtuvo una resistencia promedio de 91.60 % equivalente a 192.55 kg/cm², a la edad de 14 días se obtuvo una resistencia promedio de 103.03 % equivalente a 216.36 kg/cm² y a la edad de 28 días se obtuvo una resistencia promedio de 111.98 % equivalente a 235.15 kg/cm²; es la adecuada e influye positivamente a las propiedades del mortero.

RECOMENDACIONES

Objetivo 1:

Se debe seguir investigando sobre la ceniza de rastrojo de maíz a mayores temperaturas de calcinación para darse cuenta si habrá variación en la composición química.

Objetivo 2:

En las posteriores investigaciones que se realicen con menor o mayor porcentaje de sustitución, se deberá determinar los parámetros de pH del material y de la mezcla de cemento sustituida con ceniza de rastrojo de maíz y realizar una comparación con los resultados obtenidos en esta investigación.

Objetivo 3:

Se recomienda seguir incrementando los porcentajes de sustitución de ceniza de rastrojo de maíz y realizar un nuevo análisis de fluorescencia de Rayos X para comprobar la composición química de la investigación.

Objetivo 4:

Para el diseño de mezcla experimental se recomienda utilizar un Slump de 4" para ello se deberá utilizar una mayor cantidad de agua en el diseño debido a que la ceniza absorbe mayor cantidad de agua y de esa forma el concreto sea más trabajable.

Objetivo 5:

Se debe evaluar bien el proceso de diseño de mezcla para obtener el peso específico adecuado en los porcentajes que uno desea obtener teniendo en cuenta esta investigación.

Objetivo 6:

Realizar ensayos a la compresión con un mayor tiempo de curado a edad de 45 y 60 días, y comprobar si se gana resistencia a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

Primero agradezco a dios, por darme la oportunidad de culminar esta etapa que es muy importante para mí y lo será para mi transcurso de vida.

A la Universidad San Pedro de facultad de ingeniería al programa de estudios de ingeniería civil, a los docentes que me permitieron una formación integra en mí, a mi compañera y amiga de la facultad Sayuri por apoyarme, haber compartido muchas experiencias como años inolvidables que me dejaron mucha satisfacción.

Agradecer a mis padres Rosarúa y Luis por el apoyo incondicional, por haber estado siempre motivándome demostrándome su amor, confianza en mí y también agradecer a mi hermano a mis abuelos que siempre estuvieron presente en cada paso que daba.

A Yordan, por su apoyo y participación en el desarrollo de esta investigación; por su apoyo incondicional, consejos, animo, por todo el apoyo brindado gracias.

A la vez, expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas que fueron parte de alguna manera en este proyecto; a todos que me apoyaron.

Finalmente agradezco a mi asesor de tesis, por sus orientaciones.

En general, agradezco a todos, mi mayor reconocimiento y gratitud.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 211. (11 de ENERO de 2020). *SLIDESHARE*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/diseo-de-mezclas-de-concreto-aci-211-pdf-ingenieroscivileswebcom/218905382>
- Águila, I. S. M. (2018). Evaluación físico químico de cenizas de cascarilla de arroz, bagazo de caña y hoja de maíz y su influencia en mezclas de mortero, como materiales puzolánicos. *Revista De La Facultad De Ingeniería Universidad Central De Venezuela*, 23(4), 55–66.
- Aguilar Beltrán, O. E., Rodríguez Mejía, E. A. y Sermeño Monge, Martín José Leonel. (2009). *Determinacion de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio* [Tesis, Universidad de El Salvador, El Salvador]. RIS. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/2038>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta.* Fideas G. Arias Odón.
- Baron, A. (2017). Evaluacion del tamaño de particula y porcentaje de sustitucion optimo de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la variacion de resistencia de un mortero sostenible. (*Tesis de Titulo Profesional*). Univeridad La Gran Colombia, Colombia.
- Caro Briceño, J. I. (2018). *Resistencia de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de cemento en 5% y 10% por ceniza de hoja de maíz* [Tesis, Universidad San Pedro, Chimbote]. RIS. <http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5433>
- Chachi, Z. (2019). Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz. *Universidad Católica Sedes Sapientiae, Tarma, Perú.*

- Chachi Navarro, Z. Y. (2019). Análisis de la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c = 210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de rastrojo de maíz.
- Córdova Ojeda, E. I. y González Chávez, A. E. (2021). Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210$ kg/cm² sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de cascarilla de arroz.
- Cruz, G. H. (2019). Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, Trujillo 2019.
- Dagnino, J. (2014). Análisis de varianza. *Revista Chilena De Anestesia*, 43(4), 306–310.
- Díaz Mejía, K. M. (2021). *Evaluación del concreto adicionando ceniza de panca de maíz, Chota* [Tesis, Universidad Nacional Autónoma de Chota, Cajamarca]. RIS.
<https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/169>
- Galicia, P., Mónica, A., Velásquez Curo y Marco Antonio (2016). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de la cantera de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'_c = 210$ KG/CM².
- Galicia, P. M. A. y Velásquez, C. M. A. (2016). Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'_c = 210$ KG/CM².
- Guerra, D. I. (2013). Control de calidad de concreto hidáulico de relación $a/c = 1$; correspondencia entre ensayos normados y ensayos especiales no destructivos.
- Jiménez, V. K. E. y Lozano, O. H. (2018). Análisis de la influencia de sulfatos y cloruros en el deterioro de estructuras en concreto en zonas costeras del atlántico colombiano.

Juares, E. (2005). *INSTRON*. Obtenido de <https://www.instron.com/es-ar/our-company/library/glossary/c/compressive-strength#:~:text=Esfuerzo%20m%C3%A1ximo%20que%20puede%20soportar,ajustados%20como%20una%20propiedad%20independiente.>

Matias, Q. (2019). Resistencia de un concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto.

Neville, A. (1999). *Tecnología del Concreto*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. México. Obtenido de. [http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital ...](http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital...)

NTP 300.078. (26 de Setiembre de 2012). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371811856/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion>

NTP 339.034. (22 de Diciembre de 2015). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/417389764/Ntp-339-034-Metodo-de-Ensayo-Normalizado-Para-La-Determinacion-de-La-Resistencia-a-La-Compresion-Del-Concreto-en-Muestras-Cilindricas>

NTP 339.185. (29 de Octubre de 2021). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/649882034/NTP-339-185>

NTP 400.012. (12 de Diciembre de 2008). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/353681666/NTP-400-012-2001-Agregados-Analisis-Granulometrico-Del-Agregado-Fino-Grueso-y-Global>

NTP 400.017. (2011). *scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>

NTP 400.021. (16 de Mayo de 2002). *Scribd*. Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/365008661/NTP-400-021-2002-peso-especifico-y-absorcion-agregado-grueso-pdf>

NTP 400.022. (16 de Mayo de 2002). *scribd*. Obtenido de Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino:

<https://es.scribd.com/document/477081121/NTP-400-022-2002>

NTP 400.037. (18 de Enero de 2018). Obtenido de

<https://es.scribd.com/document/509925124/NTP-400-037-2018>

Pasquel, E. (1993). *Tópicos de tecnología del Concreto en el Perú*. Lima. Obtenido de

<https://issuu.com/jj1989/docs/145311372-topicos-de-tecnologia-de->

Perez Nieves, J. C. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$,*

sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo [Tesis, Universidad San Pedro, Chimbote]. RIS.

<http://publicaciones.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7976>

Pérez, Y. (2018). "Resistencia del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo al cemento en 4% y 8%

por la ceniza de tronco de Eucalipto (*Eucaliptus Globulus*)". (*Tesis de Título Profesional de Ingeniero Civil*). Universidad San Pedro, Chimbote. Obtenido de

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE_b3ada16c96bd775c7cb89b44bd8034

47

Pinto Ramirez, J. A. y Falcon Martel, J. G. (2023). *Diseño y evaluación de un concreto $f'c = 210$*





Kg/cm² con adición de ceniza de paja de trigo como remplazo porcentual del cemento para aumentar su resistencia a la compresión en edades tempranas [, Universidad

- Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima]. RIS.
- <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/669994>
- Quevedo Castillo, V. G. (2018). *Resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo al cemento con 7%, 9% y 11% de ceniza de bagazo caña de azúcar-2018* [Tesis, Universidad César Vallejo, Chimbote]. RIS.
- Rivera, G. (2013). Agregados para mortero o concreto. *Popayán: Universidad Del Cauca*.
- Romero Pajuelo, K. S. y Tineo Navarro, K. V. (2021). *Influencia de la ceniza de hoja de maíz y bagazo de cebada en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Santiago de Chuco 2021* [Tesis, Universidad César Vallejo]. RIS.
- <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85095>
- Romero Quintero, Andrés Felipe, Hernández Rico y Johan Camilo (2014). Diseño de mezclas de hormigón por el método aci y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión.
- Sánchez, d. G. D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sánchez, C. (2020). "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ del concreto, con sustitución de Arcilla y ceniza de tronco de Eucalipto, por cemento". (*Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil*). Universidad San Pedro, Huaraz.
- Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/am/handle/20.500.129076/20565/Tesis_66976.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villanueva, J. (2018). "Resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución de 15% de cemento por cenizas de eucalipto de hornos artesanales". (*Tesis para optar el Título*

Profesional de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Huaraz. Obtenido de
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/7937>

ANEXOS Y APÉNDICES

Anexo 1. Ensayo de Análisis Termo Gravimétrico (TGA) / Análisis Térmico Diferencial (ATD)
de la ceniza de rastrojo de maíz.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO Departamento de Ingeniería de Materiales	FACULTAD DE INGENIERÍA Laboratorio de Polímeros								
		Trujillo, 14 de setiembre del 2023								
Solicitante:	Edith Liz Sabino Barreto - Universidad San Pedro	INFORME N° 93 - SET 23								
RUC/DNI:	71538405									
Supervisor:									
1. MUESTRA: Rastrojo Maíz (1 gr)										
<table border="1"><thead><tr><th>N° de Muestras</th><th>Código de Muestra</th><th>Cantidad de muestra ensayada</th><th>Procedencia</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>MR-14S</td><td>17.3 mg</td><td>-----</td></tr></tbody></table>	N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia	1	MR-14S	17.3 mg	-----		
N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia							
1	MR-14S	17.3 mg	-----							
2. ENSAYOS A APLICAR										
<ul style="list-style-type: none">▪ Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.▪ Análisis Termogravimétrico TGA.										
3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES										
<ul style="list-style-type: none">▪ 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: 17.3 mg.										
Jefe de Laboratorio:		Ing. Danny Chávez Novoa								
Analista responsable:		Ing. Danny Chávez Novoa								
Tel.: 44-203510940790880 dannchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú										



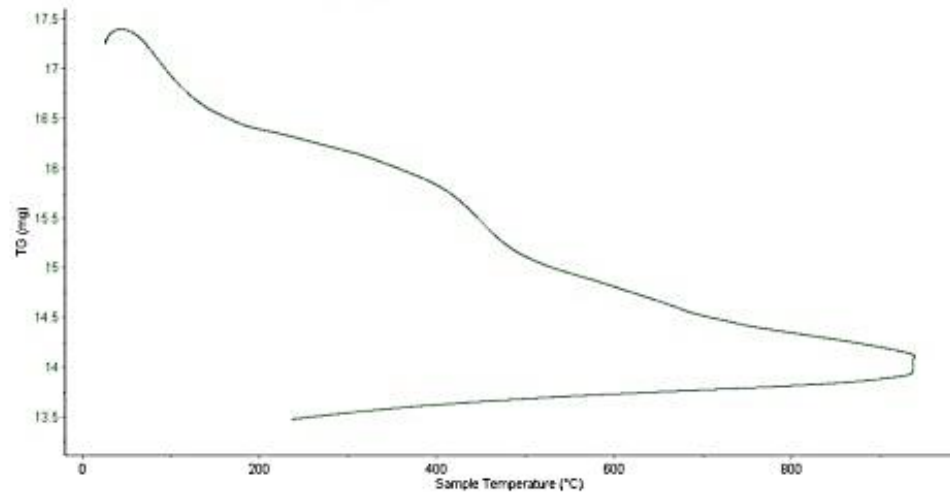
Trujillo, 14 de setiembre del 2023

INFORME N° 93 - SET 23

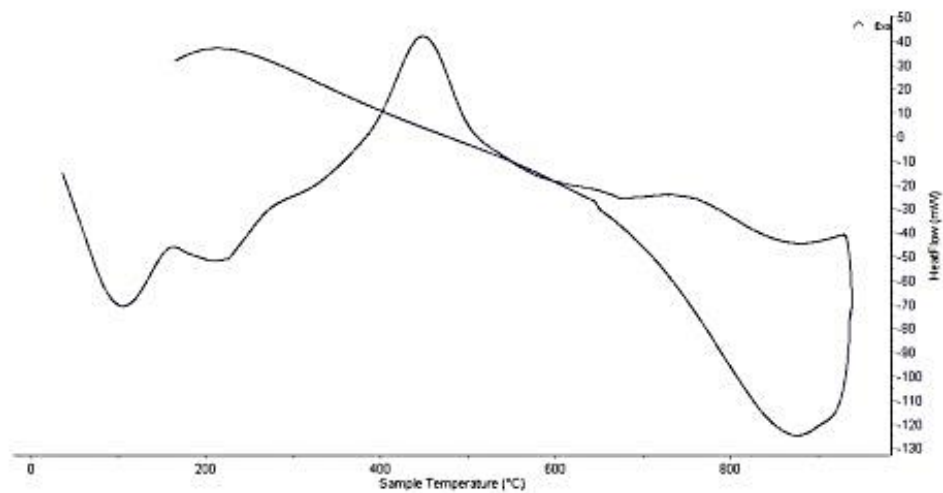


4. Resultados:

I- Curva de Análisis Termo gravimétrico (TGA).



II- Curva de Análisis Térmico Diferencial (ATD)





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

Trujillo, 14 de setiembre del 2023

INFORME N° 93 - SET 23

5. CONCLUSION:



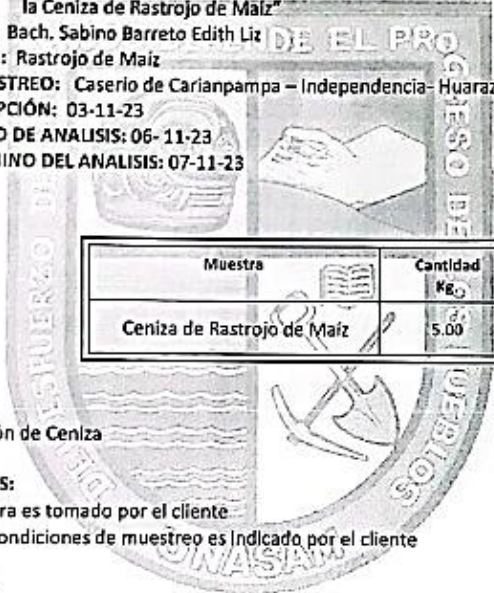


1. Según la termogravimetría se presenta una pérdida de peso en función a la temperatura mostrando dos zonas donde se indica las pérdidas más significativas. La primera entre 70°C y 140°C y la segunda en el rango de 400 - 480°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 20% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.
2. De acuerdo al análisis ATD, la curva muestra una pequeña banda de absorción térmica a aproximadamente 120°C y a 230°C y posteriormente experimenta un pico exotérmico a 450°C aproximadamente y luego una pequeña banda exotérmica entre 700 y 800°C, lo que indicaría un posible cambio de fase y cambio en las propiedades del material.



Trujillo, 14 de setiembre del 2023

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

Anexo 2. Ensayo de Inseneración (ceniza) de rastrojo de maíz.

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL "Santiago Antúnez de Mayolo" "Una Nueva Universidad para el Desarrollo" FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS CIUDAD UNIVERSITARIA – SHANCAYAN Telefax. 043-426588 - 106 HUARAZ – REGIÓN ANCASH</p>					
RESULTADOS DE INSENERACIÓN (CENIZA) DE RASTROJO DE MAIZ						
<p>PROYECTO : "Resistencia a la Compresión de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$, Sustituyendo al Cemento por la Ceniza de Rastrojo de Maíz"</p>						
<p>TESISTA : Bach. Sabino Barreto Edith Liz</p>						
<p>MUESTRA : Rastrojo de Maíz</p>						
<p>LUGAR DE MUESTREO: Caserío de Carianpampa – Independencia- Huaraz - Ancash</p>						
<p>FECHA DE RECEPCIÓN: 03-11-23</p>						
<p>FECHA DE INICIO DE ANALISIS: 06- 11-23</p>						
<p>FECHA DE TÉRMINO DEL ANALISIS: 07-11-23</p>						
						
<table border="1"><thead><tr><th>Muestra</th><th>Cantidad Kg.</th></tr></thead><tbody><tr><td>Ceniza de Rastrojo de Maíz</td><td>5.00</td></tr></tbody></table>			Muestra	Cantidad Kg.	Ceniza de Rastrojo de Maíz	5.00
Muestra	Cantidad Kg.					
Ceniza de Rastrojo de Maíz	5.00					
<p>ENSAYOS 1.- Determinación de Ceniza</p>						
<p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none">• La muestra es tomado por el cliente• Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente						
<p>CONCLUSIONES</p> <ul style="list-style-type: none">• Se ha obtenido ceniza propiamente dicha en el Horno Mufia a una temperatura de 750 °C por 4 horas en promedio.						
<p>Huaraz, 09 de noviembre del 2023.</p>						
  Ing. Ornelinda C. Romero JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"						
<p>Escaneado con CamScanner</p>						

Anexo 3. Ensayo del Grado de Alcalinidad (pH) de las muestras respectivas al cuadro.



UNIVERSIDAD NACIONAL
"Santiago Antón de Mayolo"
"Una Nueva Universidad para el Desarrollo"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CIUDAD UNIVERSITARIA - SHANCAYAN
Telefax. 013-426588 - 106
HUARAZ - REGIÓN ANCASH



RESULTADO DE ANÁLISIS DE pH

TÍTULO DE LA TESIS: "Resistencia a la Compresión de Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$, Sustituyendo al Cemento por la Ceniza de Rastrojo de Maíz"

TESISTA: Bach. Sabino Barreto Edith Liz

LUGAR DE MUESTREO: Independencia - Huaraz - Ancash.

FECHA DE ANÁLISIS : 09/11/2023

Muestra	pH
Cemento tipo I	12.30
Ceniza de Rastrojo de Maíz	12.10
5 % ceniza +95 % cemento	12.26
15 % de ceniza + 85 % cemento	12.23

ENSAYOS:

1. Determinación de pH.

OBSERVACIONES:

- La muestra es tomada por el cliente.
- Lugar y condiciones de muestreo es indicado por el cliente.

CONCLUSIONES

- El pH del cemento es calificado como extremadamente alcalino.
- El pH de la ceniza de Rastrojo de maíz es calificado como extremadamente alcalino.
- El pH de la muestra 5 % ceniza +95 % cemento es calificado como extremadamente alcalino.
- El pH de la muestra 15 % ceniza + 85 % cemento es calificado como extremadamente

Huaraz 09 de noviembre de 2023



[Firma]
Ing. C. Gerardo Romero
JEFE DEL LABORATORIO DE SUELOS Y AGUAS

Anexo 4. Ensayo de Análisis de Composición Química por Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X de la muestra de ceniza de rastrojo de maíz.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE CIENCIAS
LABORATORIO LABICER
ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN



INFORME DE ENSAYO N° 1362 – 23 – LABICER

- 1. DATOS DEL CLIENTE**
 - 1.1. NOMBRE / RAZÓN SOCIAL : EDITH LIZ SABINO BARRETO
 - 1.2. D.N.I / R.U.C. : 71538405
 - 1.3. DIRECCIÓN : -
- 2. CRONOGRAMA DE FECHAS**
 - 2.1. FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : 08 / 11 / 2023
 - 2.2. FECHA DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO : 09 / 11 / 2023
 - 2.3. FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME : 16 / 11 / 2023
- 3. ANÁLISIS SOLICITADO** : ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA POR ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X
- 4. DATOS DE LA MUESTRA**
 - 4.1. TIPO DE MUESTRA : MUESTRA INORGÁNICA
 - 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : 01 MUESTRA DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
Tesis "Resistencia a la compresión de concreto $f_c = 210$ Kg/cm², sustituyendo al cemento por la ceniza de Rastrojo de Maíz"
 - 4.3. OBSERVACIONES (SI APLICA) : ENVASE PLÁSTICO
- 5. LUGAR DE RECEPCIÓN Y ANÁLISIS** : LABORATORIO LABICER-UNI
- 6. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura: 20.9°C; Humedad relativa: 64%
- 7. RESULTADOS**
 - 7.1. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Silicio, Si	63.486	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ⁽²⁾
Cloro, Cl	9.389	%	
Aluminio, Al	8.298	%	
Fósforo, P	7.980	%	
Magnesio, Mg	7.242	%	
Azufre, S	3.605	%	

⁽¹⁾ Método de ensayo de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva, SHIMADZU, EDX-800HS.



7.2. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADA EN ÓXIDOS

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	MÉTODO DE REFERENCIA ⁽¹⁾
Óxido de silicio, SiO ₂	68.300	%	Espectrometría de fluorescencia de rayos X de energía dispersiva ^(2,3)
Óxido de aluminio, Al ₂ O ₃	9.603	%	
Óxido de magnesio, MgO	8.909	%	
Óxido de fósforo, P ₂ O ₅	6.760	%	
Cloro, Cl	3.226	%	
Óxido de azufre, SO ₃	3.203	%	


⁽¹⁾ Método de ensayo o de referencia o técnica aceptada por el cliente.

⁽²⁾ Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío. Equipo: Espectrómetro de Fluorescencia de rayos X de energía dispersiva. SHIMADZU, EDX-600HS.

⁽³⁾ Resultados expresados en óxidos según pedido del cliente.

8. VALIDEZ DEL INFORME DE ENSAYO

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayadas, descrita(s) en el ítem 4 del presente documento.


Bach. David Rojas M.
Analista
LABICER – UNI




M.Sc. Ily Marilu Maza Mejía
Jefe de Laboratorio
CQP 1149

NOTAS:

- LABICER-UNI no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.
- LABICER-UNI no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, incluidos en los ítems 1 y del 4.1 al 4.2 del presente documento.
- Los resultados de los ensayos obtenidos 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.
- Este documento carece de validez sin sello y firmas correspondientes.

ANEXO

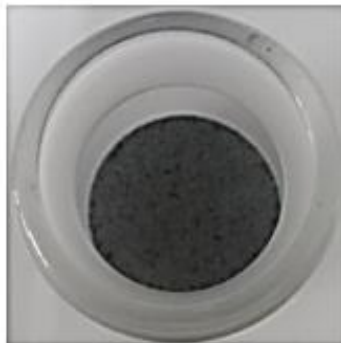


FIGURA N°1. MUESTRA DE CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.



FIGURA N°2. ESPECTRÓMETRO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE ENERGÍA DISPERSIVA (SHIMADZU, EDX-800HS).



Anexo 5. Análisis Granulométrico del Agregado Fino según ASTM C-136-06



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

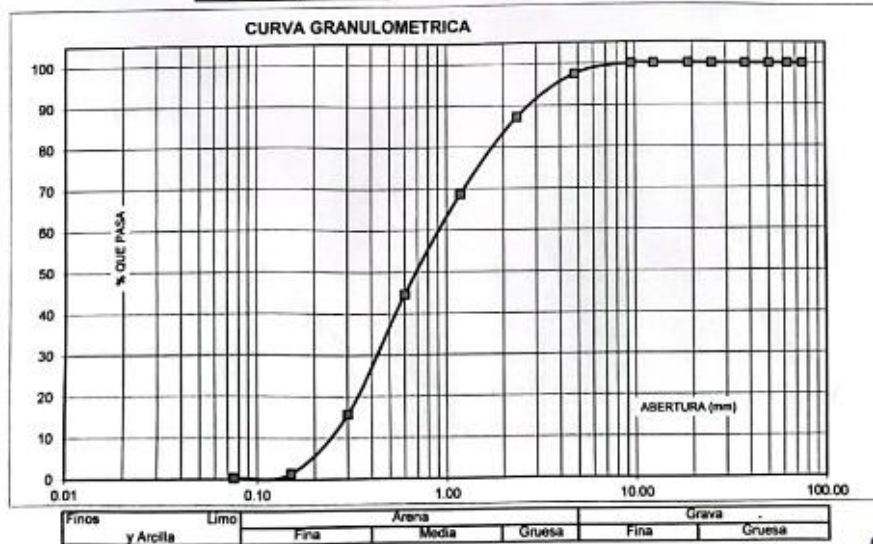
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ - PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH
 CANTERA : PABLITO
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 15/12/2023

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acum. (%)	% Que pasa (gr.)
N°	Abert.(mm)			
3"	76.20	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	45.0	2.4	97.6
N° 8	2.36	190.0	10.3	87.3
N° 16	1.18	345.0	18.6	68.7
N° 30	0.60	445.0	24.0	44.7
N° 50	0.30	535.0	28.9	15.8
N° 100	0.15	265.0	14.3	98.5
N° 200	0.08	20.0	1.1	99.6
PLATO	ASTM C-117-04	7.1	0.4	100.0
TOTAL		1852.1	100.0	

PROPIEDADES FÍSICAS	
Módulo de Fineza	2.85

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.



www.usanpedro.edu.pe

Universidad San Pedro
 Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B San Martín de Porres
 Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762
 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe

Escaneado con CamScanner

Anexo 6. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso según ASTM C-136-06



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

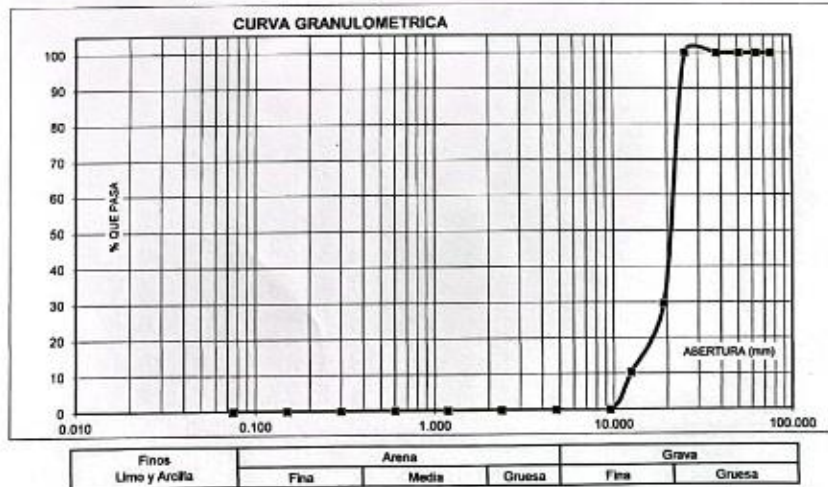
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH
 CANTERA : PABLITO
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 15/12/2023

TAMIZ	Peso retenido (gr.)	% ret. Parcial (%)	% ret. Acumu (%)	% Que pasa (%)
N° 3"	76.200	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	2340.0	70.4	29.6
5/8"	12.500	640.0	19.2	80.8
3/8"	9.620	345.0	10.4	89.6
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0
N° 8	2.360	0.0	0.0	100.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0
N° 50	0.300	0.0	0.0	100.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0
PLATO ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL	3325.0	100.0		

PROPIEDADES FÍSICAS	
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Huso	N° 56 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
 La Muestra tomada identificada por el solicitante.



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Belar Jara
 Licenciado en Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 7. Gravedad Específica y Absorción del Agregado Fino según norma ASTM C-127.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH
 CANTERA : PABLITO
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 15/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	667.60	667.60
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	967.60	967.60
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	856.30	856.30
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	111.30	111.30
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.90	297.90
G	Volumen de masa (E-(A-F))		109.20	109.20
H	P.e. Bulk (Base Seca)	F/E	2.677	2.677
I	P.e. Bulk (Base Saturada)	A/E	2.695	2.695
J	P.e. Aparente (Base Seca)	F/F	2.728	2.728
K	Absorción (%) ((D-A/A)x100)		0.70	0.70

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.677
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.695
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.728
 Absorción (%) : 0.70

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Solís Jara
 Director
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 8. Gravedad Específica y Absorción del Agregado Grueso según norma ASTM C-127.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

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

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F' C=210 KG/CM2. SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE PASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ - PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH
 CANTERA : PABLITO
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 15/12/2023

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	770.80	712.60
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	505.80	468.60
C	Volumen de masa + volumen de vacíos (A-B)	264.80	244.00
D	Peso de material seco en estufa	765.40	708.10
E	Volumen de masa (C-(A-D))	259.60	239.50
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.890	2.902
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.910	2.920
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.948	2.957
F	Absorción (%) ((D-A)/x100)	0.68	0.64

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.896
 P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.915
 P.e. Aparente (Base Seca) : 2.952
 Absorción (%) : 0.66

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

Ing. Miguel Solar Jara
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 9. Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Fino.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH
 CANTERA : PABLITO
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 15/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7740	7675	7690
Peso de molde	3305	3305	3305
Peso de muestra	4435	4370	4385
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1612.73	1589.09	1594.55
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1599		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1586		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8020	8120	8095
Peso de molde	3305	3305	3305
Peso de muestra	4715	4815	4790
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m ³)	1715	1751	1742
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1736		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1722		

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miriam Solar Jara
 INGENIERA
 Escuela de Ingeniería en Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 10. Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM², SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ - ANCASH
 CANTERA : PABLITO
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 15/12/2023

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	20040	19815	20190
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14990	14765	15140
Volumen de molde	9800	9800	9800
Peso unitario (Kg/m ³)	1530	1507	1545
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1527		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1522		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21490	20790	21000
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	16430	15740	15950
Volumen de molde	9800	9800	9800
Peso unitario (Kg/m ³)	1677	1606	1628
Peso unitario prom. (Kg/m ³)	1637		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1631		


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


www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 11. Contenido de Humedad del Agregado Fino según norma ASTM D-2216.

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO (ASTM D-2216)			
SOLICITA	: BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO		
TESIS	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F' C=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ		
LUGAR	: CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ – ANCASH		
CANTERA	: PABLITO		
MATERIAL	: ARENA GRUESA		
FECHA	: 15/12/2023		
PRUEBA N°	01	02	
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	846.8	763.5	
TARA + SUELO SECO (gr)	841.8	758.6	
PESO DEL AGUA (gr)	5.0	4.9	
PESO DE LA TARA (gr)	202.8	157.5	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	639	601.1	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.78	0.82	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.80		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
Ing. Miguel Solari Jara
Escuela (Ingeniería) de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 12. Contenido de Humedad del Agregado Grueso según norma ASTM D-2216



UNIVERSIDAD
SAN PEDRO

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO
(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
LUGAR : CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ – ANCASH
CANTERA : PABLITO
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°	01	02
TARA N°		
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	744.2	807.4
TARA + SUELO SECO (gr)	742.2	805.2
PESO DEL AGUA (gr)	2	2.2
PESO DE LA TARA (gr)	166.3	198.2
PESO DEL SUELO SECO (gr)	575.9	607
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.35	0.36
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)	0.35	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Miguel Sotelo Jara
DIRECTOR
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 13. Peso específico de la combinación del cemento 95% + 5% de ceniza de rastrojo de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

(Frasco de Le Chatelet)
(Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 61D-2000)

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CARHUAZ – PROVINCIA DE CARHUAZ – ANCASH
 MATERIAL : CEMENTO 95% Y CRM 5%
 FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	18.80	18.80
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	18.80	18.80
PESO ESPECIFICO		3.404	3.404
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm3)	3.40	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ing. Miguel Solís Jara
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 14. Peso específico de la combinación del cemento 85% + 15% de ceniza de rastrojo de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO

[Frasco de Le Chaletelr]

[Según ASTM C 188, AASHTO T 133 y MTC E 610-2000]

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM². SUSTITUYENDO AL
CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
LUGAR : CARHUAZ – PROVINCIA DE CARHUAZ – ANCASH
MATERIAL : CEMENTO 85% Y CRM 15%
FECHA : 15/12/2023

PRUEBA N°		01	02
FRASCO N°			
LECTURA INICIAL	(ml)	0.00	0.00
LECTURA FINAL	(ml)	19.70	19.70
PESO DE MUESTRA	(gr)	64.00	64.00
VOLUMEN DESPLAZADO	(ml)	19.70	19.70
PESO ESPECIFICO		3.249	3.249
PESO ESPECIFICO PROMEDIO	(gr / cm ³)	3.25	


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

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 15. Diseño de Mezcla parte Patrón.

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
---	----------------------------------	---	---

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
LUGAR : CARHUAZ- PROVINCIA DE CARHUAZ – ANCASH
FECHA : 15/12/2023

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

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.12

B.- Agua :


- Potable, de la zona.

C.- Agregado Fino : **CANTERA : PABLITO**

- Peso especifico de masa 2.68
- Peso unitario suelto 1586 kg/m³
- Peso unitario compactado 1722 kg/m³
- Contenido de humedad 0.80 %
- Absorción 0.70 %
- Módulo de fineza 2.85

D.- Agregado grueso **CANTERA : PABLITO**

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal 3/4"
- Peso especifico de masa 2.90
- Peso unitario suelto 1522 kg/m³
- Peso unitario compactado 1631 kg/m³
- Contenido de humedad 0.35 %
- Absorción 0.66 %


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

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

Escaneado con CamScanner



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.708 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m ³
Agua efectiva.....	207.081	lts/m ³
Agregado fino.....	925.660	kg/m ³
Agregado grueso.....	976.017	kg/m ³

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{925.660}{299.71} : \frac{976.02}{299.71}$$

1 : 3.09 : 3.26 : 29.36 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.90 : 3.20 : 29.36 lts / bolsa

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CHIMBOTE
Ing. Mijang Bolar Jara
Director
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 16. Diseño de Mezcla parte Experimental con 5% de sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz.

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DISEÑO DE MEZCLA (5% SUSTITUCION DEL CEMENTO)			
SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ LUGAR : CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH FECHA : 15/12/2023			
ESPECIFICACIONES - La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI - La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm ² , a los 28 días.			
MATERIALES			
A.- Cemento :			
- Tipo I "Pacasmayo" - Peso especifico 3.40			
B.- Agua :			
- Potable, de la zona.			
C.-Agregado Fino :			
CANTERA : PABLITO			
- Peso especifico de masa 2.68 - Peso unitario suelto 1586 kg/m ³ - Peso unitario compactado 1722 kg/m ³ - Contenido de humedad 0.80 % - Absorción 0.70 % - Módulo de fineza 2.85			
D.- Agregado grueso			
CANTERA : PABLITO			
- Piedra, perfil angular - Tamaño Máximo Nominal 3/4" - Peso especifico de masa 2.90 - Peso unitario suelto 1522 kg/m ³ - Peso unitario compactado 1631 kg/m ³ - Contenido de humedad 0.35 % - Absorción 0.66 %			
			 UNIVERSIDAD SAN PEDRO Ing. Miguel Solar Jara <small>Experto en Ingeniería de Materiales Civiles</small>
www.usanpedro.edu.pe		Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe	
Escaneado con CamScanner			



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.091
5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	(m ³)	0.005
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.343
Agregado grueso.....	(m ³)	0.336
Aire.....	(m ³)	0.020
		<u>1.000</u> m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	284.72	kg/m ³
5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	14.985	kg/m ³
Agua efectiva.....	205.00	lts/m ³
Agregado fino.....	918.32	kg/m ³
Agregado grueso.....	972.57	kg/m ³

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	284.72	kg/m ³
5% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	14.985	kg/m ³
Agua efectiva.....	207.08	lts/m ³
Agregado fino.....	925.66	kg/m ³
Agregado grueso.....	976.02	kg/m ³

PROPORCIONES EN VOLUMEN


$$\frac{284.72}{284.72} : \frac{14.985}{284.72} : \frac{925.66}{284.72} : \frac{976.02}{284.72}$$

$$1 : 0.05 : 3.25 : 3.43 \quad 29.36 \text{ lts / bolsa}$$

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

 Ing. Miriam Solar Jara
 C.I. 104570
 Especialista Profesional de Ingeniería Civil

Anexo 17. Diseño de Mezcla parte Experimental con 15% de sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz.

	UNIVERSIDAD SAN PEDRO	PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES
DISEÑO DE MEZCLA (15% SUSTITUCION DEL CEMENTO)			
SOLICITA :	BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO		
TESIS :	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ		
LUGAR :	CHIMBOTE – PROVINCIA DEL SANTA – ANCASH		
FECHA :	15/12/2023		
ESPECIFICACIONES			
- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI			
- La resistencia en compresión de diseño promedio 210 kg/cm ² , a los 28 días.			
MATERIALES			
A.- Cemento :			
	- Tipo I "Pacasmayo"		
	- Peso especifico	3.12	
B.- Agua :			
	- Potable, de la zona.		
C.-Agregado Fino :			
	CANTERA : PABLITO		
	- Peso especifico de masa	2.68	
	- Peso unitario suelto	1586 kg/m ³	
	- Peso unitario compactado	1722 kg/m ³	
	- Contenido de humedad	0.80 %	
	- Absorción	0.70 %	
	- Módulo de fineza	2.85	
D.- Agregado grueso			
	CANTERA : PABLITO		
	- Piedra, perfil angular	3/4"	
	- Tamaño Máximo Nominal	2.90	
	- Peso especifico de masa	1522 kg/m ³	
	- Peso unitario suelto	1631 kg/m ³	
	- Peso unitario compactado	0.35 %	
	- Contenido de humedad	0.68 %	
	- Absorción		
 UNIVERSIDAD SAN PEDRO CHIMBOTE Ing. Miguel Solar Jara Escuela Profesional de Ingeniería Civil			
www.usanpedro.edu.pe		Ciudad Universitaria - Urb. Los Pinos Mz. B s/n - Chimbote Telf. (043) 483212 - Celular. 990562762 Email: lmsyem@usanpedro.edu.pe	
Escaneado con CamScanner			



SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

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

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

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

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

VOLUMENES ABSOLUTOS

Cemento.....	(m ³)	0.082
15% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	(m ³)	0.014
Agua efectiva.....	(m ³)	0.205
Agregado fino.....	(m ³)	0.343
Agregado grueso.....	(m ³)	0.336
Aire.....	(m ³)	0.020
		1.000 m ³

PESOS SECOS

Cemento.....	254.75 kg/m3
15% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	44.956 kg/m3
Agua efectiva.....	205.00 lts/m3
Agregado fino.....	918.32 kg/m3
Agregado grueso.....	972.57 kg/m3

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento.....	254.75 kg/m3
15% CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.....	44.956 kg/m3
Agua efectiva.....	207.08 lts/m3
Agregado fino.....	925.66 kg/m3
Agregado grueso.....	976.02 kg/m3

PROPORCIONES EN VOLUMEN

$$\frac{254.75}{254.75} : \frac{44.956}{254.75} : \frac{925.66}{254.75} : \frac{976.02}{254.75}$$

$$1 : 0.18 : 3.63 : 3.83 \quad 29.36 \text{ lts / bolsa}$$

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

Anexo 18. Ensayo de Resistencia a la Compresión parte Patrón.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F' C=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 15/12/2023

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SUMIN. (*)	MOLEDEO FECHA	ROTURA FECHA	EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
01	PATRON	-	15/11/2023	23/11/2023	7	168.82	80.39
02	PATRON	-	15/11/2023	23/11/2023	7	167.94	79.97
03	PATRON	-	15/11/2023	23/11/2023	7	169.57	80.75
04	PATRON	-	15/11/2023	29/11/2023	14	192.46	91.65
05	PATRON	-	15/11/2023	29/11/2023	14	189.67	90.32
06	PATRON	-	15/11/2023	29/11/2023	14	192.06	91.46
07	PATRON	-	15/11/2023	13/12/2023	28	221.28	105.37
08	PATRON	-	15/11/2023	13/12/2023	28	218.69	104.14
09	PATRON	-	15/11/2023	13/12/2023	28	217.44	103.96

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

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 CHIMBOTE
 Ing. Miguel Soria Jara
 DIRECCIÓN
 Estudios Prácticos de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 19. Ensayo de Resistencia a la Compresión parte Experimental con 5% de sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 5%

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 15/12/2023
 F'c : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	MOLDEO FECHA	ROTURA FECHA	EDAD DIAS	FC Kg/cm2	FC/FC1 (%)
01	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	23/11/2023	7	192.37	91.60
02	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	23/11/2023	7	190.83	90.87
03	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	23/11/2023	7	192.46	91.65
04	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	30/11/2023	14	214.64	102.21
05	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	30/11/2023	14	212.80	101.33
06	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	30/11/2023	14	218.36	103.03
07	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	14/12/2023	28	235.15	111.98
08	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	14/12/2023	28	232.52	110.72
09	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	14/12/2023	28	235.02	111.91

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C39.

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

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Chimbote
 Ing. Miguel Solar Jara
 DIRECTOR
 Escuela Profesional de Ingeniería Civil

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Anexo 20. Ensayo de Resistencia a la Compresión parte Experimental con 15% de sustitución del cemento por ceniza de rastrojo de maíz.



**UNIVERSIDAD
SAN PEDRO**

PROGRAMA DE ESTUDIOS
DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE
SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH. EDITH LIZ SABINO BARRETO
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO AL
 CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ.
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 15/12/2023

F'c : 210 Kg/cm2

N°	ELEMENTO	SLUMP (*)	MOLDEO FECHA	ROTURA FECHA	EDAD DÍAS	FC Kg/cm2	FC/FC' (%)
01	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	23/11/2023	7	160.23	76.33
02	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	23/11/2023	7	159.38	75.88
03	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	23/11/2023	7	158.70	75.57
04	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	30/11/2023	14	172.50	82.14
05	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	30/11/2023	14	174.30	83.00
06	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	30/11/2023	14	175.60	83.62
07	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	14/12/2023	28	191.25	91.06
08	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	14/12/2023	28	194.50	92.62
09	EXPERIMENTAL	-	16/11/2023	14/12/2023	28	193.56	92.17

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

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

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

www.usanpedro.edu.pe

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

Escaneado con CamScanner

Imagen 03. Llenamos al molino artesanal para ser triturado.



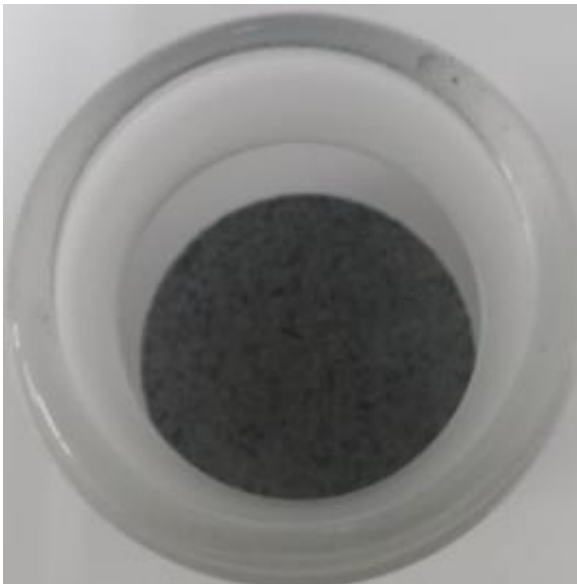
Nota: Se procedió a triturar las cenizas de rastrojo de maíz de manera manual y de molino obteniendo 22 kg.

Imagen 4. Se pesa la muestra triturada para ser enviada al laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.



Nota: En las imágenes se muestra el rastrojo de maíz que fue analizado donde dicha cantidad enviada fue de 20 mg, pero solo el 14.0 mg fue analizada; para el análisis de térmico diferencial (ATD) y el análisis termo gravimétrico (TGA).

Imagen 5. La Muestra fue enviada a la Universidad Nacional de Ingeniería para la unidad de Laboratorio de Investigación y Certificaciones – LABICER.





Nota. En las imágenes se muestra el uso de la mufla para la calcinación del rastrojo de maíz donde el cambio estructural de activación térmica fue de 750°C por un promedio de 4 horas, 20 gramos de ceniza de rastrojo de maíz fue enviado a la Universidad Nacional de Ingeniería (se aprecia el equipo por la cual fue analizado la ceniza de rastrojo de maíz) donde se determinó la composición química de la ceniza de rastrojo de maíz mediante el ensayo del análisis químico de Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X – EDX.

Imagen 6. La ceniza de rastrojo de maíz pasada por la malla #200.

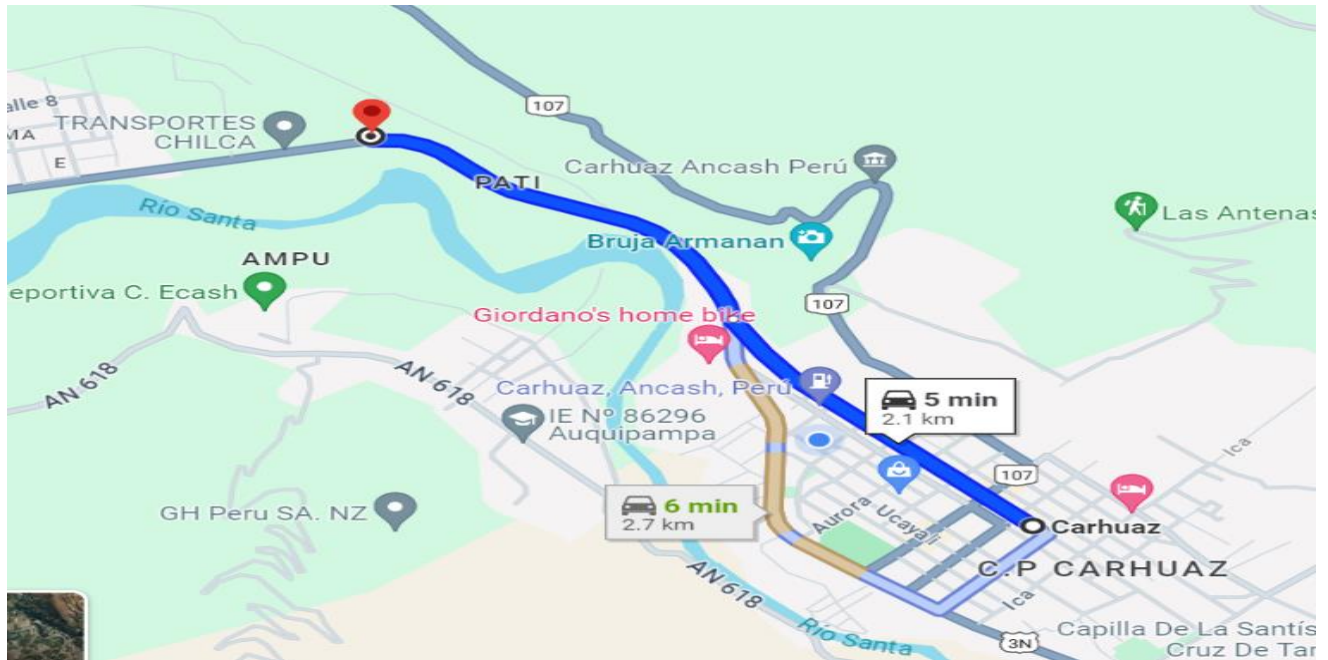




Nota. En las imágenes se muestra la ceniza pasada por la malla #200 donde por la calcinación de la UNASAM se obtuvo 6 kg de ello se obtuvo 5.809 de la ceniza de rastrojo de maíz.

Imagen 07. Lugar de extracción de los agregados finos y agregados gruesos.





Nota. La imagen muestra el lugar de la extracción de los agregados finos y gruesos siendo procedentes de la cantera “Pablito”, ubicado en la provincia de Carhuaz.

Imagen 08. Agregados finos y gruesos de la cantera.



Nota. En las imágenes se muestra el agregado fino y el agregado grueso.

Imagen 09. Ensayo de Granulometría del agregado fino.







Nota. Se observa el procedimiento de tamizaje y pesado de los agregados retenidos.

Imagen 10. Ensayo de Granulometría del agregado grueso.







Nota. En las imágenes se muestra el tamizaje y pesado de los agregados retenidos

Imagen 11. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.







Nota. En las imágenes se muestra el proceso del ensayo contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso.

Imagen 12. Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.







Nota. En las imágenes se muestra el proceso de peso unitario suelto del agregado fino.

Imagen 13. Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso.





Nota. En las imágenes se muestra el proceso de peso unitario suelto del agregado grueso.

Imagen 14. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino.





Nota. En las imágenes se muestra el proceso de peso unitario compactado del agregado fino.

Imagen 15. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso.





Nota. En las imágenes se muestra el proceso de peso unitario compactado del agregado grueso.

Imagen 16. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



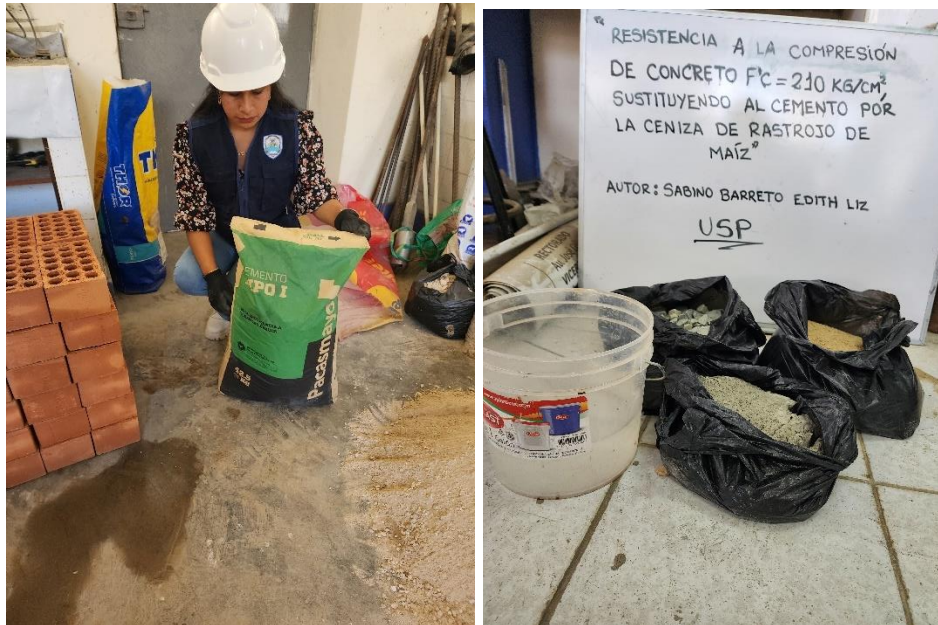
Nota. En las imágenes se muestra el proceso de peso específico y absorción del agregado fino.

Imagen 17. Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



Nota. En las imágenes se muestra el proceso de peso específico y absorción del agregado grueso.

Imagen 18. Materiales para la preparación de la mezcla de concreto.





Nota. En las imágenes se muestra los materiales para la mezcla del concreto.

Imagen 19. Materiales para la mezcla de concreto para una probeta.



Nota. En las imaginen se muestra los materiales para la mezcla de concreto para una probeta. Se utilizó 1.931 kg de cemento, 5.965 kg de agregado fino, 6.290 kg de agregado grueso y 1.335 lts, de agua.

Imagen 20. El peso del cemento Pacasmayo con la sustitución del 5% de ceniza de rastrojo de maíz para 9 probetas.



Nota. En las imágenes se muestran el peso de cemento tipo I Pacasmayo y de ceniza de rastrojo de maíz para la mezcla en 9 probetas.

Imagen 21. El peso del cemento Pacasmayo con la sustitución del 15% de ceniza de rastrojo de maíz para 9 probetas.



Nota. En las imágenes se muestran el peso de cemento tipo I Pacasmayo y de ceniza de rastrojo de maíz para la mezcla en 9 probetas.

Imagen 22. Ensayo de asentamiento – Slump.





Nota. En las imágenes se muestra el proceso de la prueba del ensayo de asentamiento – Slump.

Imagen 23. Limpieza de las probetas con gasolina



Nota. En las imágenes se muestra la limpieza de las probetas a utilizar con gasolina para que facilite al momento del desencofrado.

Imagen 24. El llenado de materiales para la mezcla de concreto.



Nota. En las imágenes se muestra el proceso del llenado de los materiales para la mezcla de concreto con la ayuda de la maquinaria mezcladora para un fácil mezclado.

Imagen 25. El llenado de las sustituciones al cemento en 5% y 15% de cenizas de rastrojo de maíz.



Nota. En las imágenes se muestra el llenado de las sustituciones del 5% y 15% de la ceniza de rastrojo de maíz al cemento.

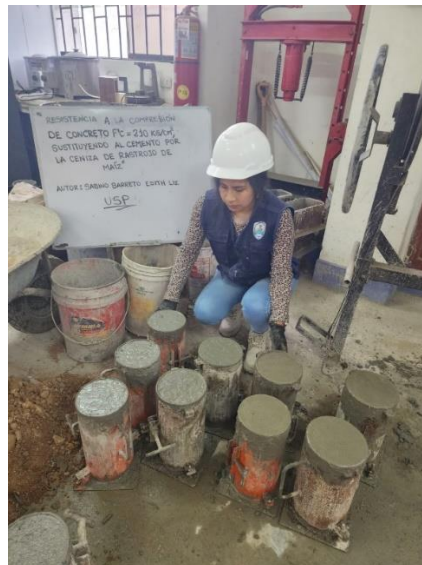
Imagen 26. El llenado de mezcla patrón.





Nota. En las imágenes se muestra el llenado de las 9 probetas patrón.

Imagen 27. El llenado de mezcla de probetas experimentales a la sustitución del 5% de la ceniza de rastrojo de maíz.



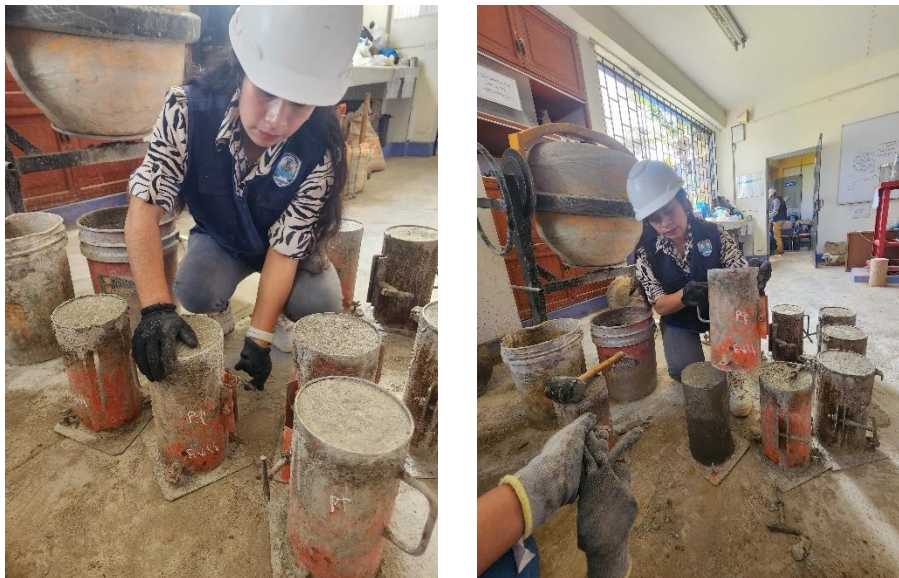
Nota. En las imágenes se muestra de las 9 probetas experimentales (5% de ceniza de rastrojo de maíz).

Imagen 28. El llenado de mezcla de probetas experimentales a la sustitución del 15% de ceniza de rastrojo de maíz.



Nota. En las imágenes se muestra de las 9 probetas experimentales (15% de ceniza de rastrojo de maíz).

Imagen 29. El desencofrado de probetas patrón.



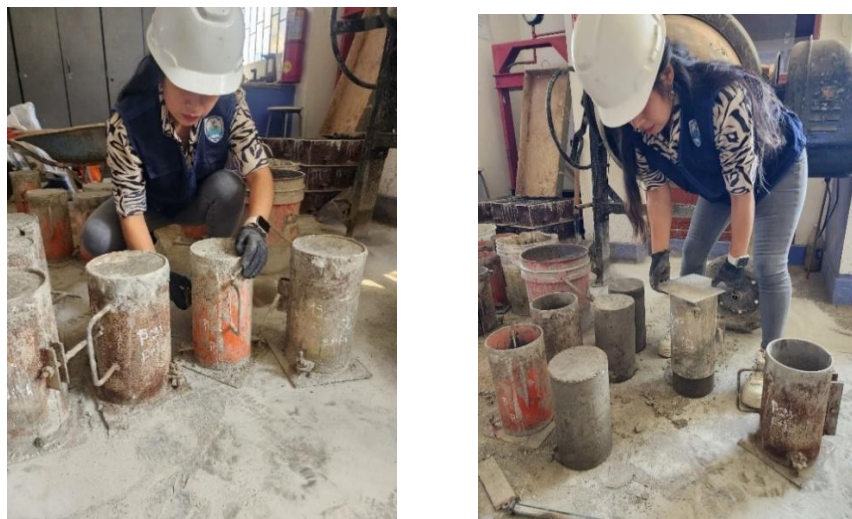
Nota. En las imágenes se muestra el desencofrado de las 9 probetas patrón.

Imagen 30. El desencofrado de probetas experimentales a la sustitución del 5% de ceniza de rastrojo de maíz.



Nota. En las imágenes se muestra el desencofrado de las 9 probetas experimentales (5% de ceniza de rastrojo de maíz).

Imagen 31. El desencofrado de probetas experimentales a la sustitución del 15% de ceniza de rastrojo de maíz.





Nota. En las imágenes se muestra el desencofrado de las 9 probetas experimentales (15% de ceniza de rastrojo de maíz).

Imagen 32. El curado de las probetas patrón y experimentales.



Nota. En las imágenes se muestra el curado de las probetas de concreto.

Imagen 33. Probetas expuestas al sol luego del curado para la resistencia a la compresión.



Nota. En las imágenes se muestra el sacado y secado de las probetas para el ensayo de la resistencia a la compresión.

Imagen 34. El peso de las probetas de patrón y experimentales.



Nota. En las imágenes se muestra el peso de las probetas parte patrón y experimentales.

Imagen 35. Equipo para Ensayo de Compresión de Concreto.



Nota. En las imágenes se muestra el equipo de compresión de concreto y el apoyo del Ing. Sigüenza.

Imagen 36. Resistencia a la compresión a los 7 días de curado en patrón y experimentales.



Nota. En las imágenes se muestra el proceso de la resistencia a la compresión a los 7 días de curado de las 9 probetas patrón y experimentales (5% y 15% de ceniza de rastrojo de maíz).

Imagen 37. Resistencia a la compresión a los 14 días de curado en patrón y experimentales.



Nota. En las imágenes se muestra el proceso de la resistencia a la compresión a los 14 días de curado de las 9 probetas patrón y experimentales (5% y 15% de ceniza de rastrojo de maíz).

REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

1. Información del Autor			
Sabino Barrelo Edith Liz Apellidos y Nombres		71538405 DNI	edith.sb.09@gmail.com Correo Electrónico
2. Tipo de Documento de Investigación			
<input checked="" type="checkbox"/> Tesis	<input type="checkbox"/> Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/> Trabajo Académico	<input type="checkbox"/> Trabajo de Investigación
3. Grado Académico o Título Profesional ¹			
<input type="checkbox"/> Bachiller	<input checked="" type="checkbox"/> Título Profesional	<input type="checkbox"/> Título Segunda Especialidad	<input type="checkbox"/> Maestría <input type="checkbox"/> Doctorado
4. Título del Documento de Investigación			
<p>“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO f'c = 210 kg/cm², SUSTITUYENDO AL CEMENTO POR LA CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ”⁷⁷</p>			
5. Programa Académico			
INGENIERIA CIVIL			
6. Tipo de Acceso al Documento			
<input checked="" type="checkbox"/> Abierto o Público * (info:eu-repo/semantics/openAccess)		<input type="checkbox"/> Acceso restringido * (info:eu-repo/semantics/restrictedAccess)(*)	
(*) En caso de restringido sustentar motivo			

A. Originalidad del Archivo Digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado Evaluador y forma parte del proceso que conduce a obtener el grado académico o título profesional.

B. Otorgamiento de una licencia CREATIVE COMMONS⁵

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.⁶




Firma

Lugar	Día	Mes	Año
Chimbote	18	06	24

Importante

- Según Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU-CD: Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales, Art. 8 inciso 8.2.
- Ley N° 30005, Ley que regula el Repositorio Nacional digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto y D.S. 008-2015-PCM.
- Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad San Pedro una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundir en el Repositorio Institucional Digital, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.
- En caso de que el autor elija la segunda opción, únicamente se publicará los datos del autor y resumen de la obra, de acuerdo a la directiva N° 004-2016-CORNYTEC-DEG2 (Numeradas 3.2 y 3.1) que norma el funcionamiento del Repositorio Nacional Digital.
- Las licencias Creative Commons (CC) es una organización internacional sin fines de lucro que pone a disposición de los autores un conjunto de licencias flexibles y de herramientas tecnológicas que facilitan la difusión de información, recursos educativos, obras artísticas y científicas, entre otros. Estas licencias también garantizan que el autor obtenga el crédito por su obra.
- Según el inciso 12.2 del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales (RENA7). Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, inclusive los méritos en sus registros institucionales (repositorio digital) de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital (RENA7), a través del Repositorio ALICIA.

Nota - En caso de falsedad en los datos, se procederá de acuerdo a ley (Ley 27444, art. 32, num. 3º 1).

Resistencia a la compresión de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo al cemento por la ceniza de rastrojo de maíz

INFORME DE ORIGINALIDAD

30%	25%	%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	repositorio.usanpedro.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to uni Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Trabajo del estudiante	

		1 %
10	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1 %
12	publicaciones.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	1 %
15	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	1 %
16	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1 %
17	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
18	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
19	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

20	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
23	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	acerosarequipa.com Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	www.kansuk.com Fuente de Internet	<1 %
29	revistas.univalle.edu Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
31	repositorio.ucsm.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

32

fdocumentos.tips

Fuente de Internet

<1 %

33

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

35

fdocuments.net

Fuente de Internet

<1 %

36

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

37

documents.mx

Fuente de Internet

<1 %

38

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana

Trabajo del estudiante

<1 %

40

pdfcookie.com

Fuente de Internet

<1 %

41

Submitted to Atlantic International University

Trabajo del estudiante

<1 %

42	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1 %
43	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
45	www.repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
46	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1 %
47	Submitted to Universidad Nacional de Trujillo Trabajo del estudiante	<1 %
48	repositorio.autonoma.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 %
51	ojs.unik-kediri.ac.id Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.upecen.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

54

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo