

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela profesional de ingeniería civil



Tesis

Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de *Zea mays*

L. en la resistencia mecánica de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de
Abancay, región Apurímac – 2020

Presentado por:

YESENIA, JUAREZ TORVISCO

Para optar el título profesional de:

Ingeniero civil

Abancay – Apurímac–Perú

2022

Tesis

Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de *Zea mays*
L. en la resistencia mecánica de concreto $F'c = 24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de
Abancay región Apurímac – 2020

Línea de investigación:

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

Asesor:

Mg. Fredy Quispe Ferrel



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO
POR CENIZA DE RASTROJO DE *ZEA MAYS L.* EN LA RESISTENCIA MECÁNICA
DE CONCRETO $F'_c=24.5$ MPa, DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE
ABANCAY REGIÓN APURÍMAC – 2020**

Presentado por **YESENIA JUAREZ TORVISCO**, Para optar el Título de Ingeniero Civil

Sustentado y aprobado el 09 de febrero del 2022 ante el jurado:

Presidente : Mg. Calixto Cañari Otero

Dictaminante : Mg. Marco Antonio Gálvez Quintana

Replicante : Mg. Jesseliz Beatriz Ortiz Cruz

Asesor : Mg. Fredy Quispe Ferrel

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre y a mi difunto padre, que sin ustedes no hubiera llegado a cumplir mis objetivos, muchos de mis logros se los debo a ustedes en especial este trabajo de investigación, los amo.

Agradecimiento

Mi agradecimiento se lo debo a tres personas que nunca dejaron de estar ahí en la realización de mi tesis, padre celestial, por bendecirme y guiarme por el camino correcto, queridos padres que con su apoyo incomparable estoy logrando uno de mis objetivos como profesional en la sociedad, gracias, los amo.

Índice de contenidos

Portada	i
Pos portada	ii
Página de jurados	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción	xvi
Capítulo I.....	1
Planteamiento de problema	1
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
<i>1.2.1 Formulación de problemas</i>	2
<i>1.2.2 Problema General</i>	2
<i>1.2.3 problemas específicos</i>	3
1.3 Justificación de la investigación	3
1.4 Objetivos de la investigación	4
<i>1.4.1 Objetivo general</i>	4
<i>1.4.2 Objetivos específicos</i>	4
1.5 Delimitaciones de la investigación	4
<i>1.5.1 Delimitación Espacial</i>	4
<i>1.5.2 Delimitación Temporal</i>	4
<i>1.5.3 Delimitación Social</i>	4
<i>1.5.4 Delimitación Conceptual</i>	5
1.6 Viabilidad de la investigación	5
1.7 Limitaciones de la investigación	6
CapítuloII.....	7

Marco teórico	7
2.1 Antecedentes de la investigación	7
<i>2.1.1 A nivel internacional.....</i>	<i>7</i>
<i>2.1.2 A nivel nacional</i>	<i>9</i>
<i>2.1.3 A nivel Local.....</i>	<i>15</i>
2.2 Bases teóricas.....	15
2.3 Marco conceptual.....	32
CapítuloIII.....	34
Metodología de investigación	34
3.1 Hipótesis	34
<i>3.1.1 Hipótesis general.....</i>	<i>34</i>
<i>3.1.2 Hipótesis específicas</i>	<i>35</i>
3.2 Método	35
3.3 Tipo de investigación	36
3.4 Nivel o alcance de investigación.....	37
3.5 Diseño de investigación	37
3.6 Operacionalización de variables	38
3.7 Población, muestra y muestreo	39
3.8 Técnicas e instrumentos.....	40
3.9 Consideraciones éticas	41
3.10 Procesamiento estadístico	41
Capítulo IV.....	44
Resultados y discusión	44
4.1 Resultados.....	44
4.2 Discusión de resultados.....	89
4.3 Prueba de hipótesis	91
Conclusiones	98
Recomendaciones	101
Bibliografía	103
ANEXOS.....	109

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Composición química cemento portland</i>	16
Tabla 2	<i>Composición química de ceniza de Zea mays L.</i>	24
Tabla 3	<i>Componentes minerales del Zea mays L.</i>	24
Tabla 4	<i>Muestras de ensayo de resistencia a compresión axial de concreto</i>	39
Tabla 5	<i>Muestras de ensayo de resistencia a flexión de concreto</i>	40
Tabla 6	<i>Granulometría del agregado fino</i>	44
Tabla 7	<i>Características del agregado fino</i>	45
Tabla 8	<i>Granulometría del agregado grueso</i>	45
Tabla 9	<i>Características del agregado grueso</i>	46
Tabla 10	<i>Humedad del agregado grueso</i>	46
Tabla 11	<i>Humedad del agregado fino</i>	47
Tabla 12	<i>Peso unitario compactado fino</i>	48
Tabla 13	<i>Peso unitario suelto fino</i>	48
Tabla 14	<i>Peso unitario suelto grueso</i>	48
Tabla 15	<i>Peso unitario compactado grueso</i>	49
Tabla 16	<i>Peso específico y absorción del agregado grueso</i>	49
Tabla 17	<i>Gravedad específica y absorción del agregado fino</i>	50
Tabla 18	<i>Datos del Slump a los 7 días</i>	51
Tabla 19	<i>Datos del Slump con 14 días</i>	51
Tabla 20	<i>Datos del Slump con 28 días</i>	52
Tabla 21	<i>Datos del Slump a los 7 días</i>	53

Tabla 22 <i>Datos del Slump con 14 días</i>	53
Tabla 23 <i>Datos del Slump con 28 días</i>	54
Tabla 24 <i>Dosificación Briqueta</i>	55
Tabla 25 <i>Dosificación para briqueta al 5%</i>	55
Tabla 26 <i>Dosificación para briqueta al 10%</i>	56
Tabla 27 <i>Dosificación para briqueta al 15 %</i>	56
Tabla 28 <i>Dosificación de vigueta</i>	57
Tabla 29 <i>Dosificación para vigueta al 5 %</i>	57
Tabla 30 <i>Dosificación para vigueta al 10%</i>	58
Tabla 31 <i>Dosificación para una vigueta al 15 %</i>	58
Tabla 32 <i>Resultado del análisis de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	59
Tabla 33 <i>Resistencia patrón a los 7 días</i>	60
Tabla 34 <i>Resistencia a compresión axial de patrón a los 14 días</i>	61
Tabla 35 <i>Resistencia a compresión axial de patrón el día 28</i>	61
Tabla 36 <i>Ensayo a los 7 días con 5% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	62
Tabla 37 <i>Ensayo a los 14 días con el 5% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	62
Tabla 38 <i>Ensayo a los 28 días con 5% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	63
Tabla 39 <i>Ensayo a los 7 días con el 10% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	63
Tabla 40 <i>Ensayo a los 14 días con 10% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	64
Tabla 41 <i>Ensayo a los 28 días con el 10% de cenizas de rastrojo de Zea mays L.</i>	64
Tabla 42 <i>Ensayo a los 7 días con el 15 % de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	65
Tabla 43 <i>Ensayo a los 14 días con el 15 % de rastrojo de Zea mays L.</i>	66
Tabla 44 <i>Ensayo a los 28 días con el 15% ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	66

Tabla 45	<i>Ensayo patrón a flexión a los 7 días</i>	67
Tabla 46	<i>Ensayo patrón a flexión a los 14 días</i>	67
Tabla 47	<i>Ensayo patrón a flexión el día 28</i>	68
Tabla 48	<i>Resistencia a flexión con 5 % de ceniza a los 7 días</i>	68
Tabla 49	<i>Resistencia a flexión con 5 % de ceniza a los 14 días</i>	69
Tabla 50	<i>flexión con 5% de ceniza a los 28 días</i>	69
Tabla 51	<i>Resistencia a flexión con 10% de ceniza a los 7 días</i>	70
Tabla 52	<i>Resistencia a flexión con 10 % de ceniza a los 14 días</i>	70
Tabla 53	<i>Resistencia a flexión con 10 % de ceniza a los 28 días</i>	71
Tabla 54	<i>Resistencia a flexión con 15 % de ceniza a los 7 días</i>	71
Tabla 55	<i>Resistencia a flexión con 15% de ceniza a los 14 días</i>	72
Tabla 56	<i>Resistencia a flexión con 15 % de ceniza a los 28 días</i>	72
Tabla 57	<i>Promedio de resistencia axial de concreto patrón</i>	73
Tabla 58	<i>Promedio de resistencia axial con el 5% de ceniza</i>	74
Tabla 59	<i>promedio de resistencia axial con el 10 % de ceniza</i>	75
Tabla 60	<i>Promedio de resistencia axial con el 15 % de ceniza</i>	76
Tabla 61	<i>Resistencia a flexión de concreto patrón</i>	77
Tabla 62	<i>Resistencia a flexión con el 5 % de ceniza de rastrojo de Zea mays L.</i>	78
Tabla 63	<i>Resistencia a flexión de concreto al 10 % de ceniza</i>	79
Tabla 64	<i>Resistencia a flexión de concreto al 15 % de ceniza</i>	80
Tabla 65	<i>Resistencia a compresión axial a los 7 días</i>	81
Tabla 66	<i>Resistencia a compresión axial los 14 días</i>	82
Tabla 67	<i>Resistencia a compresión a los 28 días</i>	83

Tabla 68 Resistencia a flexión a los 7 días	84
Tabla 69 Resistencia a flexión a los 14 días	85
Tabla 70 Resistencia a flexión a los 28 días	86
Tabla 71 Resistencia a compresión axial.....	87
Tabla 72 Resistencia a flexión	88
Tabla 73 Prueba de hipótesis general compresión axial.....	92
Tabla 74 Prueba de hipótesis general flexión.....	92
Tabla 75 Prueba de hipótesis específica 1 compresión axial al 5% de ceniza.....	93
Tabla 76 Prueba de hipótesis específica 1 compresión axial al 10 % de ceniza.....	94
Tabla 77 Prueba de hipótesis específica 1 compresión axial al 15 % cenizas.....	94
Tabla 78 Prueba de hipótesis específica 2 compresión axial a 5 % ceniza	95
Tabla 79 Prueba de hipótesis específica 2 compresión axial al 10 % ceniza	96
Tabla 80 Prueba de hipótesis específica 2 compresión axial al 15% ceniza	96

Índice de figuras

Figura 1 <i>Partes de la planta del Zea mays L.</i>	23
Figura 2 <i>Dimensión de la muestra cilíndrica</i>	28
Figura 3 <i>Campana de gauss jordán</i>	43
Figura 4 <i>Resultados de la ceniza del rastrojo de Zea mays L.</i>	60
Figura 5 <i>Comparación de la resistencia</i>	73
Figura 6 <i>Comparación de la resistencia al 5% vs Tiempo</i>	74
Figura 7 <i>Comparación de la resistencia al 10% vs tiempo</i>	75
Figura 8 <i>Comparación de la resistencia al 15% vs tiempo</i>	76
Figura 9 <i>Comparación de la resistencia flexión con concreto patrón vs tiempo</i>	77
Figura 10 <i>Comparación de la resistencia a flexión al 5% vs tiempo</i>	78
Figura 11 <i>Comparación de la resistencia flexión al 10 % vs tiempo</i>	79
Figura 12 <i>Comparación de la resistencia flexión al 15% vs tiempo</i>	80
Figura 13 <i>Muestras en porcentajes a los 7 días</i>	81
Figura 14 <i>Muestras en porcentajes a los 14 días</i>	82
Figura 15 <i>Muestra en porcentajes a los 28 días</i>	83
Figura 16 <i>Muestra en porcentajes a los 7 días</i>	84
Figura 17 <i>Muestra en porcentajes a los 14 días</i>	85
Figura 18 <i>Muestra en porcentajes a los 28 días</i>	86
Figura 19 <i>Resistencia a compresión axial VS diseño</i>	88
Figura 20 <i>Resistencia a flexion VS diseño</i>	89

Acrónimos

NTP= Norma Técnica Peruana

KN= kilo newton

INEI= Instituto Nacional de Informática y Estadística

CCA= Ceniza de Cascara de Arroz

CBA =Ceniza del Bagazo del Azúcar

CRM= Ceniza de Rastrojo de Maíz

ACI = América Concrete Institute

MF= Modulo de Fineza

ASTM=Sociedad América Para Pruebas y Materiales

Resumen

El siguiente trabajo tiene el objetivo de saber cuál es la variación al sustituir de forma parcial cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays L.* evaluado en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa. En porcentajes de 5%, 10% y 15% del peso del cemento, para ser evaluado a resistencia a compresión axial y flexión teniendo en total 72 muestras, que se ensayaron a los 7, 14 y 28 días de curado. La metodología viene a ser cuantitativa, por basarse en cantidad y estadística se evaluó todas las hipótesis planteadas, para describir cómo y por qué se produce. La investigación es experimental porque variaremos las condiciones de funcionamiento del concreto convencional sustituyendo porcentualmente ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* en 5%, 10% y 15% por cemento para luego ver cómo influye en el concreto al ser evaluado a resistencia a compresión axial y flexión teniendo como resistencia patrón de $F'_c = 24.5$ MPa. Se obtuvo un concreto patrón el día 28 de curado la resistencia promedio de $F'_c = 25.68$ MPa y en el experimental se tuvo la resistencia promedio a $F'_c = 27.19$ MPa, $F'_c = 24.23$ MPa y en flexión un $F'_c = 3.90$ MPa y en el experimental se obtuvo en $F'_c = 3.75$ MPa, $F'_c = 3.44$ MPa y $F'_c = 3.30$ MPa.

Palabras clave: ceniza, *Zea mays L.*, resistencia a compresión axial y resistencia a flexión.

Abstract

The objective of this research work was to determine the variation of the partial substitution of cement by starch corn stubble ash evaluated in the mechanical resistance of concrete $F'c = 24.5$ MPa. The substitution percentages that were considered were 5%, 10% and 15% with respect to the mass of the cement. For the test of resistance to axial compression and resistance to bending, 3 briquettes were made for each type of concrete to be analyzed, obtaining a total of 72 samples, which were tested equally after 7, 14 and 28 days. The methodology of this thesis is of a quantitative research type, since the different hypotheses raised were evaluated based on quantities and statistics, in order to describe in what way or for what cause it occurs. The research is quasi-experimental because we will vary the operating conditions of conventional concrete with a percentage substitution of 5%, 10% and 15% starch corn stubble ash by cement and then see what is its influence on the concrete to compressive strength and flexion having a pattern of $F'c = 24.5$ MPa.

In the results obtained from the test of resistance to average compression of the standard and experimental concrete, for the standard tests it shows that after 7 days of curing it reached an average resistance of $f'c = 261.83 \text{ kg / cm}^2$, unlike the experimental tests it shows a resistance of $F'c = 3.75 \text{ MPa}$, $F'c = 3.44 \text{ MPa}$ y $f'c = 3.30 \text{ MPa}$.

Keywords: ash, *Zea mays L*, resistance, compression and bending.

Introducción

Cada día, cada mes, cada año, va incrementando la población es por ello la necesidad de construir diferentes tipos de construcciones, a ello la utilización del concreto, directamente la utilización del cemento, siendo el más usado en el campo de la industria de la construcción en el mundo, así como el más requerido e importante para los ingenieros. (De la Riva, 2015), es por ello que se plantea esta investigación de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* teniendo información de estudios realizados donde indican que la sílice que tienen las cenizas obtenidas por combustión de residuo agrícola brindaría propiedades puzolánicas, haciendo que se use la ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* en producción de materiales alternativos. El rastrojo *Zea mays L.* es el desecho del proceso de recolectar el cereal, que después se lleva a combustión para obtener ceniza que puede reemplazar en parte al cemento portland tipo I en mortero y concreto, ayudando al problema de gestión de residuos y reduciendo usar cemento portland tipo I, por tener costo muy alto para países subdesarrollados y por producir gases contaminantes para el ambiente. (Visvesvaraya, 1986), las cenizas tienen la característica de prestar resistencia a mezclas de concreto; la ceniza rastrojo *Zea mays L.* es puzolánico; por tener abundante óxido de sílice y óxido de aluminio, que en combinación con hidróxido de calcio crean el producto que cementa (Rivva E. , 2000).

Por todo lo mencionado anteriormente el objetivo es realizar el análisis químico del ensayo de fluorescencia de rayos x , por producto de la combustión del *Zea mays L.*, así analizar el comportamiento puzolánico del material de origen agrícola sustituyendo parcialmente ceniza por cemento y evaluar la resistencia a compresión axial y resistencia a flexión, obteniendo resultados donde se obtuvo un incremento en 6.17% que influye de manera positiva la adición de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* por presencia del silicio en un 18.64% al ser evaluado a la resistencia a

compresión axial y la resistencia a flexión respecto al patrón disminuye en 0.61 %, ambas resistencias evaluado a los 28 días de curado, se concluye que con la dosis al 5% de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* incrementa la resistencia respecto al patrón en 6.17% al ser evaluado a la resistencia a compresión axial.

Capítulo I, desarrolla planteamiento del problema, objetivos y la justificación del trabajo.

Capítulo II, tiene antecedentes y definición de los términos generales

Capítulo III, tiene la metodología, planteamiento de hipótesis, metodología, nivel de alcance, diseño de investigación, población y muestra.

Capítulo IV finalmente expone resultado y conclusiones del presente trabajo.

Capítulo I

Planteamiento de problema

1.1 Realidad problemática

La tecnología nueva en el mundo en el rubro fabricación de cemento que sea cada vez más sustentable, que tenga más desempeño y un impacto ambiental mínimo, así como también que cumpla con las especificaciones técnicas que obligan a cumplir normas para lograr que los materiales industriales y desechos agrícolas sean reutilizables, las cenizas usadas como materia principal para su producción o materia extra para las mezclas con cemento (Benitez, 2015).

Internacionalmente, países como China, India y México, la producción y consumo del cemento aumenta cada vez más. “Esto significa que, China llego a producir en el año 2018 la cantidad de 2350 toneladas de cemento y consumió 2280.56 toneladas, la india en ese mismo año llego a producir 302.57 toneladas y consumir 301.57 toneladas y México llego a producir la cantidad de 46.68 toneladas y consumir 40.83 toneladas (ASOCEM, 2019)” Conociendo la producción y consumo de cemento en los distintos países se puede decir que tiene gran cantidad de demanda en

su uso.

A nivel Nacional el consumo de cemento va incrementando. “Esto significa que, en el mes de junio del 2019 el uso de cemento fue 919,000 toneladas en porcentaje de 4.7% y en el mes de julio el uso fue 997,000 toneladas de cemento en porcentaje de 9.8%” (ASOCEM, 2019) En conclusión, respecto a lo que indica estadísticamente la ASOCEM, el uso del cemento va aumentando cada mes.

En Apurímac, Abancay, en la construcción se observa que cada día la población va creciendo, por ello la demanda del uso de cemento va incrementando. “En el primer mes de cada año por la alta demanda de tener una vivienda el uso interno de concreto aumento 21,12% con una incidencia positiva por el gran número de proyectos públicos y privados; indico el INEI. (INEI, 2020)

Teniendo en cuenta estos datos estadísticos de la demanda del uso del cemento se plantea como alternativa la utilización como sustituto porcentual de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* por cemento.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Formulación de problemas

1.2.2 Problema General

¿Cuál es la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo *Zea mays L.* en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020?

1.2.3 problemas específicos

¿Cuál es la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% en la resistencia a compresión axial de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020?

¿Cuál es la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% en la resistencia a flexión de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020?

1.3 Justificación de la investigación

Justifica científicamente aportar a la industria de la construcción mediante la incorporación porcentual de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* en preparar concreto y mejorar su resistencia porque, técnicamente se puede intervenir directamente en el preparado de la mezcla sin tener equipos tecnológicos.

De igual forma, generaría un beneficio económico, en este caso directamente a los propietarios de la zona de fabricación de la ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* y a los constructores interesados de plantear esta propuesta, por consiguiente, venderían para su respectivo proceso y uso, también beneficiando indirectamente a la sociedad puesto que, disminuiría la utilización del cemento y el costo de este producto tradicional (cemento). Añadiendo a ello, se podría decir que esta investigación sería la base para la ejecución de la producción de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* siendo un sustituto parcial del cemento.

La importancia del estudio radica en buscar nuevas alternativas en la elaboración del cemento frente a la que ya existen, con mejor resistencia para estructuras que se construyan, con un papel principal de la ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* y reducir la contaminación ambiental en el Perú.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays L.* en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020.

1.4.2 Objetivos específicos

Evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% en resistencia a compresión axial de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020.

Evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% en la resistencia a flexión de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020.

1.5 Delimitaciones de la investigación

1.5.1 Delimitación Espacial

Delimita espacialmente a desarrollarse en la ciudad de Abancay, provincia Abancay, región Apurímac por ser una zona de producción en cuanto a la agricultura eficiente y productiva como es el *Zea mays L.*

1.5.2 Delimitación Temporal

Realizado en mayo 2020. Tiempo en los cuales se determinó la fiabilidad de desarrollar la producción de concretos con adición porcentual de ceniza de *Zea mays L.*

1.5.3 Delimitación Social

La delimitación social no existe, porque no tiene relación con el estudio.

1.5.4 Delimitación Conceptual

Se delimita conceptualmente porque se estudió la relación entre la ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* cómo influye de manera positiva en resistencia mecánica de concreto simple $F'c$ 24.5 MPa que fueron evaluados a pruebas de resistencia a compresión axial y flexión. Donde determinó el esfuerzo máximo de soporte según cargas sometidas para poder obtener resultados favorables.

1.6 Viabilidad de la investigación

Científicamente posee metodologías desarrolladas como formulas, métodos, ensayos y equipos de laboratorio para determinar la resistencia a compresión axial y flexión todos ellos para obtener un concreto económico, resistente y duradero.

Técnicamente es viable porque, la obtención de ceniza rastrojo *Zea mays L.* para incorporar porcentualmente al cemento es de aplicación directa sin intervención de equipos tecnológicos o fuera del alcance del investigador.

Así mismo es viable económicamente porque cuenta con el financiamiento por parte del responsable de la investigación para todo el proceso hasta culminarlo consecuente a ello el apoyo de la universidad tecnológica de los andes así mismo al lograr un resultado favorable reducirían los costos de producción de concreto en 0.1 céntimos por m^3 respecto al concreto convencional.

Socialmente es viable porque se tendría el beneficio directamente a la gente que produce *Zea mays L.*, a la población Abanquina que se observa cada día, cada mes, cada año que está incrementando el crecimiento poblacional por ende la necesidad de construir viviendas, y servirá como antecedente para estudios posteriores que se realice en la región de Apurímac.

Así mismo teniendo en consideración el cuidado del ambiente, se propone la utilización de sub productos agro industriales menos contaminantes mediante el uso de ceniza de rastrojo *Zea mays L.*

1.7 Limitaciones de la investigación

Se limitó este trabajo espacialmente, a pesar de ser una zona de producción en agricultura donde uno de ellos es el *Zea mays L.* no se encontraron antecedentes relacionados al uso del *Zea mays L.* para su uso en la construcción.

Capítulo II

Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 A nivel internacional

Aquino et al. (2021) Presentaron “Evaluación de resistencia a comprimir bloques suelo-cemento incorporando Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA)” Con el objetivo estudiar el empleo de Ceniza Cáscara de Arroz (CCA) para reemplazar cemento Portland (CP) en producción de bloques suelo-cemento, para que resista a compresión. Metodología radica que elaborar los bloques suelo-cemento en 3 niveles: 10% CP + 0% CCA (D1); 7.5% CP + 2.5% CCA (D2), y 5% CP + 5% CCA (D3). Luego de curarlo y endurecerlo, se evalúa el nivel de resistencia a compresión los días 7, 14 y 28. El resultado que se tuvo que comparar con norma boliviana (NB 1211003) y brasileña (NBR 10834). Reemplazar CCA por CP hará que disminuya resistir al comprimir en 12.37% y 27.19% para D2 y D3. Pero los bloques cumplen los límites que se recomendó por día. Concluyendo que reemplazar CCA por CP puede ser negativa, teniendo que hacerse más estudios para analizar

porcentajes favorables para reemplazar sin afectar resistencia a la compresión.

Chicaiza (2017) Presento el “Análisis comparativo de resistir a comprimir entre un bloque tradicional y bloque de poliestireno expandido granular y bloque hecho con tusa de maíz molido para reemplazar cemento” El cual tiene el objetivo analizar comparando resistencia a compresión entre bloque tradicional, bloque de poliestireno expandido y bloque de tusa de maíz., y ver que porcentajes se necesita para sustituirlo. Como metodología se hizo pruebas en árido grueso traído de minas de Chasqui -Lasso y la arena de mina Salcedo, con reemplazo gradual al 5%, 10%, 15% 25% y 50% de poliestireno y tusa maíz, los resultados mostraron que sustituir en parte el agregado grueso con poliestireno o tusa tendrá un efecto en la resistencia a comprimir, con niveles de 5% y 10% de poliestireno y 5% para tusa ya que alcanzan la resistencia para bloques de alivianamiento en losas de más de $17,34 \text{ kg/cm}^2$, resistencia requerida por la NTE INEN 3066, además se definen como bloque liviano ya que son menores a 1680 kg/cm^3 , concluyendo los bloques tradicionales resistirán 26.57 kg/cm^2 , si se reemplaza en 5% y 10% el agregado grueso por poliestireno resistencia al comprimir 24.22 kg/cm^2 y 18.23 kg/cm^2 .

Coyasamin (2016) Presento el “Análisis comparativo de resistir al comprimir hormigón tradicional con hormigón agregando cenizas cascara de arroz (CCA) y hormigón agregando ceniza bagazo de caña de azúcar” El cual tiene objetivo crear hormigón agregando material que posee puzolana para reemplazar al cemento portland, la metodología usada es recopilar información de diversas fuentes como libros, revistas y documentos. Resultando que reemplazar cemento en 15% por ceniza CCA y CBC, el hormigón tendrá una resistencia de 23% cuando se comprima, finalmente concluyendo reemplazando cemento por ceniza de la cascarilla de arroz (CCA), en el día 14, tendrá un incremento de resistencia del 15%, es decir, de aproximadamente 221.53 Kg/cm^2 .

Orrala y Gómez (2017) Presento su “Estudio de resistencia al comprimir Hormigón

agregando puzolana al calcinar desechos de cultivo de maíz en Santa Elena” El cual tiene el objetivo de conseguir hormigón con cemento portland usando puzolanas que genera al calcinar desechos del cultivo de maíz para así reemplazar cemento sin que varíe la resistencia a compresión. Para el método se usó el beneficio del maíz principalmente incinerándolo para generar ceniza y usar en el concreto puzolánico, con una proporción de 5%, 10% y 15% de ceniza, que reemplazara al cemento. El resultado al incinerar el maíz mostro colores distintos dependiendo de la temperatura, por ejemplo, a los 500 °C se tuvo ceniza gris oscuro, 600 °C gris claro y 700 °C blanquecina, concluyendo así que la ceniza obtenida de maíz puede sustituir parcialmente al cemento portland, esto gracias a pruebas y estudios que validan la puzolana que se genera.

Escala et al. (2015) Presentaron su estudio titulado “Estudio de morteros cemento portland con ceniza rastrojo de maíz: posibles usos para construcción rural” El cual tuvo por objetivo de estudiar las caracterización química y resistencias de la ceniza que se obtiene de incinerar maíz, la metodología emplea maíz (*Zea Mays*) cultivado en España y México. Los resultados de resistencia al comprimir con mortero el día 28, empleando 10% de ceniza en lugar de cemento, tuvo 92% de la resistencia del mortero estándar, concluyendo que la ceniza posee un carácter puzolánico, con una resistencia al comprimir parecida al del mortero guía.

2.1.2 A nivel nacional

Muñoz y Rodríguez (2021) Presentaron “Efecto de ceniza bagazo caña de azúcar sobre concreto” El objetivo es evaluar el efecto de ceniza bagazo de caña de azúcar (CBCA) en el concreto cuando se usa en vez de cemento. Para metodología se hizo mezclas para resistencia $F'c = 280$ kg/cm² y $F'c = 350$ kg/cm², con dosis Patrón 5%, 10%, 15 % y 20% de reemplazo. Se hizo pruebas al fresco y endurecido al concreto. El resultado mostro que agregar ceniza de bagazo de caña de azúcar no es recomendado pero la dosis con 5% de reemplazo da valores cercanos a muestra patrón

en prueba a compresión para resistir a flexión se dosifico 10% mejorando la mezcla patrón al día 28 de curado, concluyendo que se determinó el asentamiento de la mezcla disminuye cuando incremento la proporción de ceniza.

Cherre y Sandoval (2019) Presento su tesis “Influencia de cenizas de rastrojo de maíz en resistencia a compresión axial y consistencia de concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ ”. El cual tuvo el objetivo de establecer cómo influye en resistencia a comprimir y asentamiento (slump) de concreto si se reemplaza cemento por ceniza de rastrojo de maíz (CRM) en combinación de concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Se usará en vez de cemento, ceniza en 3.0%, 5.0% y 8.0%, en la metodología se usó el método cuantitativo ya que se empleó mediciones numéricas de las pruebas realizadas. En cuanto a los resultados se hicieron 9 testigos para cada tipo de concreto que se estudió, teniendo al final 36 muestras, analizadas los días 7, 14 y 28 después de curarlo. La prueba de asentamiento se hizo dos veces, siendo en total 8 pruebas para establecer el slump. Se concluye que incrementa la resistencia a compresión cuando reemplazamos cemento por cenizas rastrojo de maíz al emplear 3.0% de esta.

Crisanto (2018) Cuya tesis denominada “Resistencia al comprimir concreto contenido de álcalis en cemento reemplazando con 3% y 7% de ceniza de cáscara de coco y de mazorca de maíz” Realizado en estación experimental del laboratorio de polímeros .Tuvieron como objetivo establecer el efecto de reemplazar 10% de cemento por 3% y 7% de cenizas de cáscara de coco y de mazorca de maíz resistiendo a comprimir concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y disminuir óxido de potasio. La Metodología siendo un método explicativo y aplicativo, trabajó 18 testigos reemplazando cemento en 10%, 3% y 7% de ceniza de cascara de coco y cenizas de mazorca de maíz, que serán sometidos a 7,14 y 28 días. Se concluye finalmente la sustitución del 10% de la combinación de cascara de coco y mazorca de maíz no hay aumento en la resistencia al comprimir, además bajo el nivel de óxido de potasio de concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$.

Pérez (2018) En tesis denominada “Resistencia al comprimir el concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, reemplazando cemento por 10% de ceniza tusa de maíz y 5% de ceniza cola de caballo” Realizado en la estación experimental del campo santa plantearon como objetivo principal determinar el reemplazo de ceniza tusa de maíz al 10% y 5% de ceniza cola de caballo. La metodología siendo método explicativo aplicativo obteniendo 9 testigos para cada ensayo uno con adición de cenizas de 10% y 5 % de tusa de maíz y ceniza de cola de caballo para ser evaluadas los días 7,14 y 28, resultados llegando a una resistencia 246.55 kg/cm^2 el día 28 de curado, buena resistencia que se obtuvo, a los 14 días de ensayo llego a superar en porcentaje de 9.76% y a los 7 días bajo la resistencia en un 1.72% respecto a los testigos patrón. Conclusión finalmente concluye que la sustitución porcentual en 10% de ceniza tusa de maíz y 5% de ceniza cola de caballo incrementa resistencia a comprimir presentando concretos que resisten más que convencionales el día 14 y 28 de curado.

Acuña (2018) El estudio “Resistencia de concreto $F'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ reemplazando el 20% de cemento por ceniza de maíz y conchas de abanico, Universidad san pedro, Chimbote en Perú. Realizado en la estación experimental campo muelle artesanal para las conchas de abanico plantearon como objetivo general tuvieron a evaluar cuanto resiste al comprimir concreto $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ cuando reemplaza en 20% del cemento por ceniza hojas de maíz y concha de abanico en proporción 1:3 .Teniendo la metodología explicativa y aplicativo, obteniendo de resultado que los químicos de hojas de maíz y conchas de abanico como: silicio, calcio (3.01%) (47.95%) y (18.81%) (83.75) respectivamente, donde no llegan a las puzolanas requeridas entre el 15% y 40%. Recomienda que no es favorable la sustitución en porcentaje de 20% de conchas de abanico y hojas de maíz en proporción 1:3.

Acuña y Giraldo (2018) Presentaron la Resistencia a comprimir y flexionar concreto

estructural reemplazando cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar San Jacinto. Su objetivo fue establecer la resistencia a comprimir y flexionar concreto reemplazando cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar - San Jacinto. La metodología fue aplicada hizo pruebas basándose en la Norma Técnica Peruana y la ceniza de bagazo de caña de azúcar, e hizo mezcla que soporte $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reemplazando el cemento en porciones de 5%, 10% y 15% según ACI-211 para luego compararlo. Resultando en un rechazo de la hipótesis que se plantea en el estudio cuando se reemplaza cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA). Concluyendo reemplazar cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) no brinda resistencia a flexión ni a compresión, pero si hay grandes cantidades de óxidos para usarlo como puzolánico.

Flores (2018) En la tesis denominada “Resistencia de mortero reemplazando en 10% y 15% de peso de cemento por cenizas rastrojo de maíz” (tesis de pregrado). Universidad san pedro, Chimbote, Perú. De objetivo planteo establecer resistencia a comprimir con mortero reemplazando 10% y 15% el cemento utilizando por cenizas rastrojo maíz respecto de un mortero convencional. Teniendo una metodología aplicada, se obtuvo los resultados al cuando se hizo fluorescencia y el reemplazo de 10% y 15% de cemento por ceniza de rastrojo de maíz para determinar si es un material puzolánico. Se concluye según la prueba logrando obtener una sustancia alcalina igual a 11.13.

Caro (2018) La tesis cuyo título lleva “Resistencia de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo 5% y 10% de cemento por ceniza hoja de maíz” Universidad san pedro de Chimbote, Perú. Teniendo como objetivo general la sustitución de ceniza en 5%. Y 10% por cemento. En el campo experimental del valle de la santa. Con una metodología aplicada y explicativa, como resultado se tiene que utilizando la ceniza de hojas de maíz con 5% resistió comprimir un 80.97%,93.32% y 110.73% a 7 ,14 y 28 días de curado y con 10% el 83.80%,97.16% y 122.60% a los 7,14 y 28 días

de edad. Finalmente, se concluye se podría utilizar las hojas de maíz en un 10% actúa bien respecto al cemento se obtiene un mejor comportamiento mecánico.

Reyes y Ventura (2016) En su tesis titulada resistencia a comprimir concreto $F'c=210$ kg/cm^2 , y en vez de cemento con 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza cola de caballo, Universidad san pedro, Huaraz, Perú. Tuvo como objetivo general establecer que efecto tiene resistir una compresión de $F'c= 210\text{kg/cm}^2$ al reemplazar cemento por cenizas de maíz a un 5, 10 y 15%. Teniendo como campo experimental en Huaraz. Utilizando la metodología aplicada y explicativa, como resultado se tiene, la incorporación de 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza cola de caballo, haciendo prueba de resistencia a comprimir a los 7,14 y 28 días de curado resultado $F'c= 246.55 \text{ kg/cm}^2$, siendo los mejores testigos a los 28 días. Concluye que con un 10% de tusa de maíz y 5% de cola de caballo resistieron más que el convencional en el día 7,14 y 28.

Galicia y Velásquez (2017) Presentaron el estudio titulado “Análisis comparativo de resistencia a comprimir concreto agregando ceniza rastrojo de maíz producido con agregado de canteras de Cunyac y Vicho de concreto patrón $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ” Su objetivo analizar agregar ceniza rastrojo de maíz a concreto, para saber si resiste la compresión y la flexión. En cuanto a la metodología de la investigación es cuantitativa. Resultando en un aumento de resistencia a comprimir cuando se agrega ceniza rastrojo de maíz a mayor porcentaje de este. Concluyendo que la demostración parcial de la hipótesis planteada en el estudio, porque el concreto combinado con ceniza rastrojo de maíz tuvo mayor resistencia a comprimir como el concreto.

Bocanegra (2018) Realizo su estudio” Reemplazar 5 y 10% de cemento por ceniza tusa de maíz en resistencia al comprimir con mortero” Su objetivo fue saber los efectos que habría cuando se reemplaza 5 y 10% de cemento en resistir la compresión de morteros. La metodología es aplicada y explicativa. Dando como resultado al día 3 que el mortero con un 5% y 10% incremento en 5.61%

y 2.74%. Al día 7 al 5% incremento en 6.04%, pero con 10% se redujo en 3.85%, esto teniendo en cuenta un mortero patrón al día 28 con 5% vence al mortero patrón por más de 17.19%, pero con 10% no supera al mortero patrón por 14.01%, concluyendo así que la resistencia con 5% y 10% los primeros días mostro un cambio en el tiempo de fraguado en la pasta del mortero, con 5% más rápido y con 10% mucho más lento.

Lopez (2018) Presento su tesis titulada “Resistencia a comprimir concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, sin usar cemento, con 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza cola de caballo” Como objetivo busco establecer cómo afecta al resistir la compresión de concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando residuos cantera “Medina” y reemplazando cemento con 10% de ceniza tusa de maíz y 5% de ceniza cola de caballo. El método es preparado de mezclas de concreto para resistir compresión de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, estudió durante los días 7, 14 y 28. Como resultado se vio que con 10% de ceniza tusa de maíz y 5 % de ceniza cola de caballo resistió $F'c=246.55 \text{ kg/cm}^2$ al día 28 curado; lo que es una considerado un buen nivel de resistencia, Finalmente se concluyó que reemplazar cemento por cenizas al 10% tusa de maíz y 5% cola de caballo incrementa la resistencia de concreto en días 7, 14 y 28.

Caro (2018) Realizo su estudio titulado “Resistencia de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ cambiando cemento con 5% y 10% de ceniza de hoja de maíz” Teniendo de objetivo establecer cuanto “resiste” un concreto cambiando cemento con 5% y 10% de cenizas de hojas de maíz, comparándolo con concreto convencional $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Metodología aplicada y explicativa, obteniendo así el resultado, que utilizando ceniza hojas de maíz con 5% hay resistencia a comprimir 80.97%,93.32% y 110.73% el día 7 ,14 y 28 de curado y con 10% de 83.80%,97.16% y 122.60% a los 7,14 y 28 días de edad. Finalmente, concluyendo el haber logrado activar con una temperatura de $400 \text{ }^\circ\text{C}$ precursores puzolánicos de ceniza hoja de Maíz en 1 hora.

2.1.3 A nivel Local

No hay estudios de las variables de investigación.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Resistencia a compresión axial

Soportar áreas con carga axial de concreto en medidas como kg/cm², MPa o lb/pulg² medida el día 28. Se puede medir la resistencia a partir del día 7 en un 75% de la resistencia final, empleando pruebas; principalmente para saber que mezcla de concreto cumplirá los requisitos necesarios para la obra. (Galicia & Velasquez, 2016).

2.2.3 Resistencias mecánicas

Es la respuesta del material a la fuerza que se le aplica, teniendo en cuenta la resistencia, rigidez y ductilidad. (Askeland & Fulay, 2011)

2.2.4 Propiedades Mecánicas

En un material dependerá de: composición y microestructura. Es necesario saber la composición del material, su naturaleza de enlace, así como sus defectos (dislocaciones, límites de los granos, etc.) ya que repercute en resistencia y ductilidad del metal que se emplee en la obra. En este estudio se analiza el esfuerzo al flexionar 4 puntos: esfuerzo al comprimir, deformación a la flexión y compresión. (Askeland & Fulay, 2011)

2.2.5 Concreto Hidráulico

El concreto hidráulico es un tipo de concreto que se utiliza en la industria de la construcción, está compuesto por cemento, arena, grava, agua y otros componentes según al uso del concreto Olarte, (2017).

2.2.6 Componentes del concreto hidráulico

2.2.6.1 Cemento portland tipo I. Se obtiene de moler yeso y Clinker, obteniendo polvo

finamente molido a elevadas temperaturas, que cuando toca el agua sea solo o en combinación de materiales para elaborar cualquier tipo de concreto tiende a endurecer según el libro de Tecnología del concreto Vicente, (2004).

Tabla 1

Composición química cemento portland

Compuestos	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	3 CaO.SiO ₂	C3S	30% a 50%
Silicato di cálcico	2 CaO.SiO ₂	C2S	15% a 30%
Aluminato tricálcico	3 Ca O. Al 2O ₃	C3A	4% a 12%
Aluminio ferrito Tetra cálcico	4CaO.Al 2O ₃ .Fe2O ₃	C4AF	8% a 13%
Cal libre	Ca O		
Magnesio libre	MGO		

Fuente: Tecnología del concreto Vicente, 2004

2.2.6.2 Agregados. Los agregados son la combinación de arena, grava o roca triturada en su estado natural o procesado, son minerales comunes, resultados de las fuerzas geológicas (OlarTE.2017).

2.2.7 Granulometría de agregado fino

La granulometría o denominado análisis granulométrico se entiende por el procedimiento natural o mecánico por el cual se puede separar las partículas constitutivas según tamaño, siendo las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, según Norma Técnica Peruana (NTP.400.012 /ASTM C-33) (OlarTE.2017).

2.2.7.1 Equipos y materiales. Se utiliza los equipos y materiales que es la balanza de precisión, brocha, recipiente, juego de tamices; N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.

2.2.7.2 Procedimiento. Recolecta la muestra aproximadamente 5kg de cuarteo anterior, ubica tamices según a ASTM de más a menos, vaciar toda la muestra de agregado en el primer

tamiz, Luego se procede a colocar la tapa en el juego de tamices, tamizar de manera circular. Se obtiene los pesos que se retienen en cada tamiz y se pesa, una vez obtenido los pesos retenidos se procede a realizar la curva granulométrica.

2.2.8 Granulometría del agregado grueso

Se gradúa según Norma Técnica Peruana (NTP.400.012 /ASTM C-33), es recomendable que tenga valores granulométricos en su composición, la evaluación de agregado grueso dado en la granulometría se puede modificar entre un valor sin producir consecuencias en lo que requerido de cemento y agua. Para determinar el agregado grueso se dividimos la cuanto agregado hay que se obtuvo del tamiz N°4 entre el peso total de los demás tamices. (Olarde.2017).

2.2.8.1 Equipos y materiales. Se utilizan los equipos y materiales, muestra del agregado fino, balanza de precisión, brocha, recipiente y serie de tamices, Brocha, recipiente y serie de tamices.

2.2.8.2 Procedimiento. Se obtuvo muestra de 500 kg de cuarteo para poder hacer el tamizado, luego se prosigue a colocar el agregado grueso y pasarlo por los tamices según corresponda, seguidamente se procede a realizar el zarandeo aproximadamente 60 segundos de movido, luego se saca con cuidado para poder pesar el material que quedo en cada tamiz, se toma nota los pesos obtenidos en el retenido de cada número de tamiz para determinar la granulometría, Finalmente se tendrá una gráfica de curva granulométrica.

2.2.9 Determinación de contenido de humedad de agregado fino y grueso según NTP 339.185/ASTM C-566

2.2.9.1 Contenido de humedad del agregado grueso

2.2.9.1.1 Equipos y materiales. Se utiliza los equipos y materiales muestra del agregado grueso, balanza sensible de 0.01% del peso de muestra a ensayar, horno con temperatura uniforme

110 ± 5°C, recipiente, utensilios.

2.2.9.1.2 Procedimiento. Obtener cantidad de agregado fino de cantera Murillo, pesar con balanza sensible a 0.1% de peso medio, para agregado fino, Finalmente poner al horno a 110°C±5, durante 24 horas.

2.2.9.2 Contenido de humedad del agregado fino

2.2.9.2.1 Equipos y materiales. Se utiliza los equipos y materiales muestra del agregado grueso, balanza sensible de 0.01% del peso de muestra a ensayar, horno con temperatura uniforme 110 ± 5°C, recipiente, utensilios.

2.2.9.2.2 Procedimiento. Conseguir agregado fino de cantera Murillo, pesar con balanza sensible a 0.1% de peso medio, para agregado fino. Finalmente poner al horno a 110°C±5, durante 24 horas.

2.2.10 Determinación de peso unitario de agregado fino según NTP 400.017 /ASTM C-29

2.2.10.1 Peso unitario del agregado fino.

2.2.10.1.1 Equipos y materiales. Se utilizan los equipos y materiales balanza de precisión 0.1gr, recipiente cilíndrico, varilla 5/8" de diámetro y de 60 cm de largo con punta redonda, horno.

2.2.10.1.2 Procedimiento. Conseguir el peso unitario de agregado fino, material estará seco, poner al horno a 110°C y use molde de ½ pie³ o 14.158 cm³.

2.2.10.1.3 Peso unitario suelto. La granulometría o denominado análisis granulométrico se entiende por el procedimiento natural o mecánico por el cual se puede separar las partículas constitutivas según tamaño, siendo las mallas N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, según Norma Técnica Peruana (NTP.400.012 /ASTM C-33) (Olarte.2017).

2.2.10.1.4 Peso unitario compactado. Hallar y anotar peso y volumen de molde, coloca material en molde con cucharón hasta tercera parte de molde, aproximadamente 5cm del borde alto

y dar 25 golpes con varilla y compactarlo sin tocar el fondo del molde, poner al suelo para que el material se distribuya bien en espacios vacíos y tenga más peso, repita el mismo proceso para las 2 capas, recordando que cuando se da 25 golpes no llegue al fondo así sucesivamente, agrega material hasta rebalsar el molde, enrasar el material hasta la parte superior de molde. Finalmentese pesa el material y molde.

2.2.10.2 Peso unitario del agregado grueso.

2.2.10.2.1 Equipos y materiales. Se utilizan los equipos y materiales balanza de precisión 0.1gr, recipiente cilíndrico, varilla 5/8” de diámetro y de 60 cm de largo con punta redonda, horno.

2.2.10.2.2 Procedimiento. Usar material seco al horno a temperatura ambiente, el segundo secado generalmente se realiza cuando hay mucha grava. Utilizar molde $\frac{1}{2}$ pie³ o 14.158 cm³, a continuación, se describe el procedimiento.

2.2.10.2.3. Peso unitario suelto. Registrar peso y volumen del agregado grueso y molde, recoger el material con cuchara, considerando la caída que debe ser 5cm en parte superior del molde, llenar el molde, enrasar el material en borde de molde con varilla 5/8”, Finalmente registre el peso de material y el molde.

2.2.10.2.4 Peso unitario compactado. Registre el peso y volumen del molde, Poner material al molde con cucharon hasta tercera parte del molde aproximadamente 5cm del borde superior y dar 25 golpes para compactar y acomodar el material, se repetir misma operación para 2 capas, y al dar los 25 golpes no llegue al fondo así sucesivamente, echar material hasta rebalsar molde, se prosigue a enrasar en el molde, finalmentese pesar material y molde.

2.2.11 Determinación de la gravedad específico y absorción de agregado grueso según NTP 400.022/ ASTM C-128

2.2.11.1 Peso específico y absorción del agregado grueso.

2.2.11.1.1 Equipos y materiales. Se utilizan los equipos y materiales, cesta cilíndrica, balde horno y la muestra.

2.2.11.1.2 Procedimiento. Como primer paso tenemos que lavar y secar en el horno a 110c°, luego enfriar y meter el balde con agua 24 horas para saturarlo, Después de saturar quitar el material y secar con una tela hasta quitar el agua pero no secar totalmente, se prosigue a pesar y anotar el peso cuando satura con aproximado de 0.5kg, poner muestra con alto peso en cesto de alambre para saber el peso de muestra dentro de agua del balde atando al cestillo a la balanza, es necesario perder agregado tiene que ser el mismo peso muestra saturad a superficialmente seco, se coloca en horno a 110c ° 16 horas hasta tener peso constante luego enfría 1 a 3 horas y registrar peso.

2.2.12 Determinación de la gravedad específico y absorción de agregado fino según la norma NTP 400.022/ ASTM C-128

2.2.12.1 Peso Específico y absorción de agregado fino.

2.2.12.2 Equipos y materiales. Se utilizan los equipos y materiales balanza de precisión 0.5kg, picnómetro, con frasco volumétrico de 500 ml. Molde cónico metálico, apisonador de metal. horno, bomba de vacíos.

2.2.12.3 Procedimiento. Medir peso de picnómetro con agua, realizar el cuarteo hasta conseguir un 1kg de muestra, el material pasa la malla #4, luego secar en el horno a 110 C, luego se coloca en el ambiente aproximadamente 1 a 3 horas y meter a un balde con agua durante 24 horas para saturarlo, colocar hasta la tercera parte del cono y luego dar 25 golpes con para nivelar el material, enrasa y quita el cono. Si queda como tronco cónico significa que hay más humedad que el saturado seco, pero si queda de forma cónica en punta, hay buena humedad, el agregado está saturado seco se pesa 500gr en picnómetro y otros 500gr llevar al horno para que seque, colocar

agua al picnómetro y tener 500 ml y con la bomba sacar los vacíos que pueda haber dentro del picnómetro y no dejar ninguna burbuja, echar 500 ml de agua anotando el peso, anotar muestra secada en horno hasta tener peso constante

2.2.13 Asentamiento (Según NTP 339.045)

2.2.13.1 Equipos y materiales. Se utilizan los equipos y materiales como de Abrams, varilla de 5/8" y la mezcla.

2.2.13.2 Procedimiento. El primer paso a realizar es el colocado del cono de Abrams sobre algo plano y húmedo, bien sujeto se tiene que echar concreto, la capa 1 un tercio de volumen, dar 25 golpes para esparcirlo de manera uniforme, el segundo paso se vuelve a repetir dos capas más el mismo procedimiento, en la tercera capa llenar en exceso y luego enrazar según al cono Abrams de la parte superior, como tercer paso, retirar el cono cuidadosamente pisando con los pies en la parte inferior y levantar verticalmente, finalmente se determina la diferencia de alturas entre el cono de Abrams y el concreto retirado del cono de Abrams.

2.2.14 Concreto

Formado por mezcla proporcional de cemento, agua, agregados y aditivos según el uso de cemento, siendo en un inicio moldeable para luego volverse duro y rígido, adquiriendo un carácter resistente y aislante, perfecto para construcción. (Pasquel, 1998).

2.2.15 Propiedades del concreto

2.2.15.1 Propiedades del concreto en estado fresco.

2.2.15.1.1 Trabajabilidad. Pasquel, (1998), menciona que es una condición compleja o simple para hacer mezcla, transporte, colocación y compactar el concreto, Factores que afectan el trabajo de una mezcla: método usado y en cuanto tiempo se transporta, la cantidad que se usa y la característica del material cementante, cuán consistente es (asentamiento de revenimiento), tamaño,

forma y textura superficial del agregado (fino o grueso), aire, cuánta agua se emplea, temperatura de mezcla y del aire y agregantes extras.

2.2.15.1.2 Consistencia. Pasquel (1998), capacidad del hormigón de deformación o adaptación a una forma, va depender de agua de mezcla, tamaño del agregado, granulometría y forma del agregado.

2.2.15.1.3 Segregación. Se define como la separación o distribución no homogénea de los componentes del hormigón.

2.2.15.1.4 Exudación. Camada de agua de superficie en la mezcla que se coloca, producto del asentamiento de los componentes de la mezcla.

2.2.15.1.5 Contracción. (Abanto, 1998) indica ser la propiedad más relevante, por tener relación con problemas de fisura que puede haber a futuro en el concreto. El concreto se ira contrayendo por la baja en el nivel de agua, llamado contracción intrínseca

2.2.15.2 Propiedades de concreto endurecido

2.2.15.2.1 Elasticidad. Es una propiedad mecánica que refleja la habilidad que tiene el concreto para deformarse elásticamente (Galicía & Velasquez, 2016).

2.2.16 Resistencia a compresión ($f'c$)

Harmsen, 2002, indica que es promediar la resistencia de mínimo 2 testigos con muestras del día 28. (Galicía & Velasquez, 2016).

2.2.16.1 Factores que afectan la resistencia a comprimir concreto. La relación agua y cemento factor que impacta resistencia y la razón: peso de agua y cemento de la mezcla. Si w/c se reduce, hay menos poros, teniendo concreto denso y de calidad, tipo de cemento: Según el cemento que se use la resistencia a ser comprimido variara en el tiempo, según (Harmsen, 2002).

2.2.16.1.1 Agua. Tiene un papel importante con el cemento cuando es plástico en dos

procesos, fraguado y endurecimiento de concreto por ello recomienda la utilización del agua potable para el concreto.

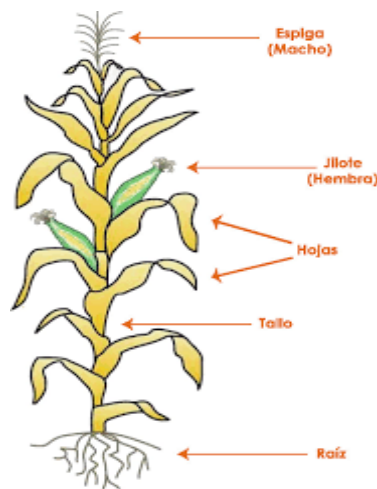
2.2.16.1.2 Agua de mezcla. El agua de mezclado se refiere a la aplicación durante el preparado de la mezcla de concreto para el contacto con el cemento dándole las propiedades deseadas como: fluidez, resistencia, manejo y colocación, por ello se recomienda usar agua potable, por cumplir requerimientos de la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088.

2.2.16.1.3 Agua para curado. El agua de curado se utiliza para hidratar al concreto luego de ser colocado para que reaccione el agua y el cemento, por ello se recomienda usar agua potable por cumplir requerimientos de Norma Técnica Peruana (NTP) 339.088.

2.2.17 Rastrojo de *Zea mays* L.

Es el desecho que se tiene luego de recolectar el cereal (Escaler,2015) teniendo un aproximado que una hectárea de maíz puede generar 1,55 toneladas de residuos, (Eyherabide, 2010).

Figura 1 Partes de la planta de *Zea mays* L.



Fuente: Manejo del Cultivo de Maíz Eyherabide, 2018

Nota. Esta planta de *Zea mays* L., tiene cinco partes, que después de obtener el fruto se convierte en rastrojo.

2.2.17.1 Cenizas. Se obtiene producto de la incineración de carbón o cascara de arroz, que poseen carácter puzolánico, siendo este de utilidad para crear cemento o usarlo en las mezclas de concreto. (Rivva L. , 2010).

2.2.17.2 Ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* Se consigue cuando se combustiona rastrojo maíz para usarse principalmente en el reemplazo de cemento, reduciendo el uso y costo de este último. (Escalera et al, 2008). Rastrojo es una planta seca; cuando se calcina a 400°C, pasa a tener Caolinita ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$, $Na_4Ca(SO_4)_3$, $K Ca(PO_3)_3$; y sanidina (Na,k) $AlSi_3O_8$); le brinda características puzolánicas (Galicia & Velasquez, 2016) La puzolana contiene silícico y en su forma fino de polvo con humedad, reacciona con hidróxido de calcio que se libera por humedecer cemento portland, obteniendo finalmente el carácter cementante.

Tabla 2

*Composición química de ceniza de *Zea mays L.**

Componente	Simbología	Porcentaje existente
silicio	SiO_2	70.20%
aluminio	Al_2O_3	0.88%
calcio	CaO	5.10%

Fuente: Galicia y Velásquez

Nota. La composición química del rastrojo de *Zea mays L.*, tiene 3 óxidos importantes como el óxido de silicio, oxido aluminio y el óxido de calcio.

Tabla 3

*Componentes minerales del *Zea mays L.**

Mineral	Formula	Componentes minerales				
		MX-R1- HG-1	MX-R1- HG-2	MX-R1- HG-3	MX-R1- HG-4	MX-R1- HG-5
Calcita	$CaCO_3$	x	xx	xx	_____	xx

Hidrogeno pirofosfatico	$\text{Ca}_3\text{HP}_2\text{O}_7$					
potásico		x	xx	xx		x
Silvina	KCl	x	xx			xxx
Cuarzo	SiO_3	xx	xxx	xx		
Anortita	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_6$	xx		xxx		
Sanidina	$(\text{NaK})\text{AlSiO}_3$	xxx	xxx	x	Muy amorfa,	xxx
Albita	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_3$		x		imposible de	
Cristobalita	SiO_2	xx		xx	identificar	
Caolinita	$\text{Al}_2\text{SiO}_5(\text{OH})_4$		xx			x
	$\text{Na}_4\text{Ca}(\text{SO}_4)_3$	xxx				
	$\text{Kca}(\text{PO}_3)_3$	xxx		x		x
Mica						
Moscovita	$\text{KMgAlSi}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$					

Fuente: Galicia y Velásquez

Nota. Los componentes minerales del rastrojo de *Zea mays L.*, tienen composición química.

2.2.17.3 Concreto reemplazado por Ceniza de Rastrojo de *Zea mays L.* Este trabajo de investigación, está definido a realizar dos tipos de resistencia mecánica al comprimir de manera axial y flexión. La prueba de resistencia axial y flexión del concreto hidráulico con cemento portland tipo I y concreto hidráulico reemplazado con ceniza rastrojo de maíz amiláceo en un 5% y 10% por cemento (Fernandez, 2009).

2.2.17.4 Puzolana. Las puzolanas actúan como materiales cementantes teniendo propiedades de cohesión y adhesión, se obtienen a partir de procesos de calcinación ya sean artificiales o naturales. (Fernandez, 2009).

2.2.17.5 Clasificación de la puzolana según origen

2.2.17.5.1 Puzolanas naturales. No hay intervención del hombre para su creación, encontramos en las rocas de origen volcánicos (cenizas volcánicas), en arcillas calcinadas naturalmente producidas mediante el calor o un flujo de lava, también encontramos puzolanas naturales en rocas sedimentarias como: diatomita, trípili y otros. (Fernandez, 2009)

2.2.17.5.2 Combinación de puzolana con cemento portland. Al hidratar el cemento portland

se produce hidróxido de calcio, luego reaccionan el silicato tricálcico y silicato bicalcico con agua formando hidrosilicato de calcio. De fábrica el cemento tiene en su composición cal libre (Ca O) que con agua se vuelve hidróxido de calcio” (Sosa, 2008).

2.2.17.5.3 Ceniza rastrojo de *Zea mays L.* Para conseguir este tipo de ceniza se procede a realizar la calcinación de forma artesanal en horno, después se hace la respectiva molienda en un molino para obtener mejor la ceniza, finalmente se procede a realizar el tamizado por la malla # 50.

2.2.17.5.4 El maíz como material puzolánico. El maíz se origina en América central parte del sur y en el país de México. Se realizaron investigaciones a nivel internacional, nacional como material que sería beneficioso en el campo de construcción directamente como reemplazo porcentual de cemento por ser un material puzolánico. La planta de maíz amiláceo está formada por: raíz con fibra y tallo, de muchos tamaños según al cultivo, hoja puntiaguda (rectas), parte del tallo formando dos ramos una femenina y otra masculina, la femenina está en la parte baja es decir; por donde sale la mazorca, y la flor es el masculino. Este producto puede alcanzar a tener hasta 2.50 a 3 metros de altura eso dependerá del cultivo y las condiciones que tiene este producto. Para poder dar uso este material se obtiene de la siguiente manera (Sosa, 2008). Para obtener el maíz como material puzolánico se realiza las siguientes etapas: Conseguir hojas de maíz amiláceo, Secado del maíz amiláceo, incinerar hojas de maíz amiláceo, Molienda de hojas de maíz amiláceo.

2.2.17.5.5 Propiedades químicas del *Zea mays L.* como material puzolánico. Según el químico (Sosa, 2008) concluye, como porcentaje en sílice se obtuvo un 48%, determina el contenido de puzolana en las hojas de maíz, también tenemos alto contenido de humedad y pérdida al fuego, eso se puede mejorar según al proceso de producción del material. Como elementos negativos tenemos porcentajes no muy altos ni muy bajos el álcali y el óxido de potasio se tendría ventaja si se utiliza con agregados que tienen acción con el Na_2O y el óxido de potasio al juntar con los

agregados perjudicaría en la durabilidad del concreto al reaccionar formaría álcali-sílice, se podría presentar este elemento químico en 9.51%, entonces tenemos por debajo, al menos si comparamos con el cemento convencional. Tenemos el óxido de calcio que al juntar con la sílice formarían un porcentaje de 52.78% componentes puzolánicos. Los demás componentes químicos no afectarían debido a que tienen porcentajes menores que 1%.

2.2.17.5.6 Propiedades físicas del Zea mays L. como material puzolánico. Según el químico (Sosa, 2008) concluye, que las hojas de maíz tienen peso específico o gravedad específica mejor que el cemento, puesto que puede llegar a tener concretos ligeros eso implica menor costo. Por otra parte, la ventaja que tiene las hojas de maíz que necesitan menor tiempo de molienda a diferencia del cemento tradicional.

2.2.18 Resistencia a compresión Axial

Se da cuando se aplica carga vertical en una probeta cilíndrica, hasta obtener su resistencia máxima cuando esta tiende a deformarse. (Zuniga & Apaza, 2017)

2.2.18.1 Prueba de resistencia a compresión axial (NTP-339.0341999). La NTP339.034 hormigón (concreto), se aplica a concretos con peso establecido a 800kg/m³, aplicando carga axial a extracción de diamantina la máquina de prueba tiene 2 bloques de acero, una sobre una rotula para acoplarse a la parte superior de probeta y otro en bloque con dos caras de bloque con dimensión reducida de 3%, diámetro mayor al de las testigos de prueba. Se calcula con:

$$F_m = P/A \text{ (Kg/Cm}^2\text{)}$$

Donde:

F_m = resistencia a compresión de MPa;

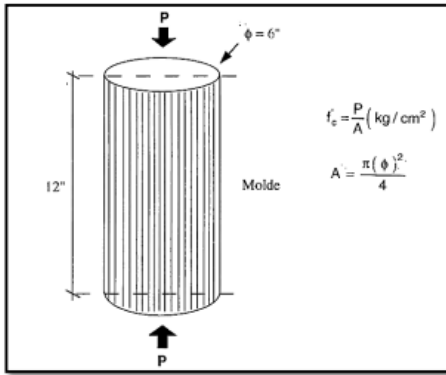
P = carga máxima total en N;

A = área de superficie de carga en mm²;

Kg/cm² =unidad de medida.

Figura 2

Dimensión de la muestra cilíndrica



Fuente: Abanto, 1998.

Nota. La dimensión de la muestra cilíndrica está según a la norma técnica peruana NTP-339.034, para poder evaluar resistencia a compresión axial.

2.2.18.2 Elaborar Briquetas de concreto Patrón. Se elabora de la siguiente manera.

2.2.18.2.1 Equipos y Materiales. Molde metálico 15x30 cm, Varilla de acero liso y circular 5/8" diámetro, 60 cm de longitud y el extremo superior redondeado, Pala, Martillo con cabeza de goma de 600 gramos. Carretilla, Plancha de construcción.

2.2.18.2.2 Procedimiento. Como primer paso se realiza, la verificación de pernos que aseguren el molde, bien condicionado, como segundo paso se realiza, la verificación de la superficie interior debe estar limpio, como tercer paso se realiza, el colocado de petróleo en superficie inferior de molde, para desmoldar con facilidad, recolectar muestra en recipiente correspondiente y se coloca el concreto en la briqueta a unos 10 cm de la altura del molde y mezclar con cucharón para distribuido, coloca el concreto dentro del molde y compactar la capa 1 con 25 cortes (chuseadas), unavez terminado el compactado, golpea levemente el molde 10 veces para quitar burbujas de aire

que quedaron dentro del molde, coloca el concreto al molde y compactar la capa 2 con 25 inserciones (chuseadas) con la varilla de la parte superior redondeado donde debe ingresar 1” en la primera capa, una vez terminado el compactado, golpear para distribuir 10 veces y quitar burbujas de aire que quedaron, en esta última capa la varilla debe entrar 1” en la capa segunda y colocar lo suficiente de concreto para que el molde quede lleno y realizar 25 inserciones (chuseadas) con la varilla de la parte superior redondeado, golpear 10 veces para quitar aire del molde. Para terminar, después del moldeo se prosigue a almacenar 24 horas en un lugar donde no se pierda humedad, finalmente después de las 24 horas desmoldar los especímenes y se prosigue a saturarlos en agua las 24 horas por 7 días, 4 días y 28 días a esas edades respectivas.

2.2.18.2.3 Equipos y materiales. Varilla de acero liso y circular 5/8” de diámetro, 60 cm de longitud con extremo superior redondeado, pala, martillo con cabeza de goma de 600 gramos, carretilla, plancha de construcción, moldes de las briquetas, lápiz, cuaderno de anotes plumón indeleble, agregado fino (según dosis) Agregado grueso (según dosis) Cemento (según dosis), Agua (según dosificación), ceniza de rastrojo de maíz amiláceo (según dosificación).

2.2.18.2.4 Procedimiento. Primero verificar pernos del molde, segundo verificar la superficie interior que esté limpio, tercero poner petróleo a superficie inferior de molde, esto ayuda a desmoldar fácilmente, pesar la ceniza rastrojo de maíz amiláceo con 5% y 10% del peso del cemento según la mezcla, obtener muestra en recipiente y coloca el concreto en la briketa a 10 cm de altura del molde y mezclar, coloca concreto el molde y compacta primera capa con 25 inserciones (chuseadas), luego dar 10 golpes para quitar burbujas de aire del molde, luego pasamos a la segunda capa repitiendo el mismo procedimiento con 25 inserciones (chuseadas) para que entre en la primera capa, se compacta y se golpea unas 10 veces para sacar burbujas de aire del molde, en esta última deberá entrar 1” en la capa segunda y cubrir con concreto para llenar el molde con 25 inserciones

(chuseadas) y golpear unas 10 veces para quitar aire de molde, luego reposar el molde 24 horas a buena temperatura para no perder humedad. Finalmente, después de las 24 horas desmoldar especímenes y saturarlos con agua por 24 horas el día 7, 14 y 28.

2.2.19 Resistencia a la flexión

Se da cuando se aplica carga horizontal a una probeta prismática y esta tiende a fallar por momento de una viga, cuando esta tiende a deformarse se obtiene el módulo de rotura su unidad de medida es en kilo newton (kn).

2.2.19.1 Ensayo de resistencia a flexión. Según NTP339.078 de concreto, realiza en vigas que se apoyan con una carga al tercio del tramo según método ASTM C78 (cargada en los tercios). Aquí se aplica carga en el tercio de la viga hasta que falle, calculando el módulo rotura (MR) con:

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

Mr = Modulo de Rotura (MPa)

P= Carga Dial (N)

L= Luz libre entre apoyos (mm)

b= Ancho promedio de viga en zona de falla (mm)

h= Altura promedio de viga en zona de falla (mm)

2.2.19.2 Procedimiento. Primeramente, se toman las muestras elaboradas (vigas), preparados para una resistencia $f'_c=24.5$ MPa, donde tienen las siguientes medidas, segundo paso tenemos: Se procede a medir el peralte, ancho y longitud del espécimen tomando nota dos veces así promediarlas para poder determinar el módulo rotura de especímenes primaticos, la prueba a flexión solo fue carga puntual a media de luz como indica NORMA ASTM C239, tercer paso tenemos, procede a cargar la viga con equipo de flexión poniendo carga puntual al media de luz, así se hizo

la prueba a especímenes hasta descubrir el error, finalmente se anota el valor máximo de carga que se empleó y se determina el error de especímenes probados.

2.2.19.3 Equipos y materiales. Varilla de acero liso y circular 5/8" de diámetro, 60 cm de longitud y un extremo superior redondeado, pala, martillo cabeza de goma de 600 gramos, carretilla, plancha de construcción, moldes de las briquetas, lápiz, cuaderno de anotes, plumón indeleble, agregado fino (dosificado), agregado grueso (dosificado), cemento (dosificado), agua (dosificado) y ceniza de rastrojo de maíz amiláceo (según dosificación).

2.2.19.4 Procedimiento. Como primer paso se realiza, la verificación de pernos del molde, como segundo paso se realiza, la verificación de la superficie interior debe estar limpio, como tercer paso se realiza, el colocado de petróleo a la superficie inferior del molde, para desmoldar con facilidad, se prosigue a pesar ceniza rastrojo de maíz amiláceo al 5% y 10% respecto a peso de cemento según la mezcla obtenido, tomar muestra en recipiente correspondiente y se coloca el concreto en la briketa a unos 10 cm de la altura del molde y mezclar para distribuir, coloca el concreto dentro del molde y compacta la capa 1 con 25 inserciones (chuseadas) y con unos 10 golpes leves para quitar burbujas de aire del molde, poner el concreto al molde y compacta la segunda con 25 inserciones (chuseadas) compactar y golpear 10 veces para distribuir y quitar burbujas de aire del molde, en esta última capa la varilla debe ingresar 1" en la capa segunda y colocar lo suficiente de concreto para llenar el molde y realizar 25 inserciones (chuseadas) con la varilla de la parte superior redondeado, golpear 10 veces para sacar burbujas de aire del molde, finalmente después del moldeo se prosigue a almacenar 24 horas en un lugar donde no se pierda humedad. Finalmente, pasado 24 horas desmoldar especímenes y se prosigue a saturarlos en agua las 24 horas por 7 días, 4 días y 28 días a esas edades respectivas.

2.3 Marco conceptual

Concreto: Material que se usa en el campo de la construcción por ser resistente, más flexible o fraccionable. (Olarde, 2017).

Cemento Portland Tipo I: Material pulverizado siendo pasta blanda que puede endurecerse con agua. (Olarde, 2017).

Agregado: Los agregados son definidos como la conglomeración de partículas naturales o artificiales, que forman parte del concreto, según indica la NTP 400.011. (Olarde, 2017).

Agregado Fino: Producto de desintegrar natural o artificialmente rocas, para luego ser tamizado en un 9.5mm (3/8pulg.) y retenido en tamiz N° 200, (NTP.400.011).

Agregado Grueso: Material que retiene el tamiz 4.75 mm.

Agua: El agua es un líquido finamente transparente, compuesto por dos hidrógenos y uno de oxígeno (H_2O), en su estado natural el agua es sin color, sin olor donde puede contener gases, sales, polvo, microbios, etc., por (Absalon, 2008).

Resistencia a flexión: Resistencia a accionar de una fuerza ensayando hasta romper probeta prismática de concreto simple (Pasino, 2006).

Resistencia a compresión axial: Máximo esfuerzo que aguanta una probeta cilíndrica de concreto simple. (Pasino, 2006).

Sustituir ceniza de *Zea mays L.*: Porcentaje utilizado de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* (Gutiérrez, 2003).

Ceniza de rastrojo de *Zea mays L.*: Sale de la combustión de rastrojo de maíz, siendo una opción para sustituir cemento y así reducir uso de cemento portland, (Escalera et al, 2008).

Influencia: Efecto que alguien o algo ejerce sobre otra entidad, ya sea objeto o ser vivo. (Perez & Merino, 2009).

Rastrojo de *Zea mays* L.: Son los tallos y hojas sobrantes en la tierra luego de cultivar (Gutierrez, 2003).

Capítulo III

Metodología de investigación

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento influye en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Hi: la ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento influye en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.

Ho: La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento no influye en la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.

3.1.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1: La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%, 10% y 15% influye en la resistencia a compresión axial de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Hi: La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%, 10% y 15% influye en la resistencia a compresión axial de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Ho: la ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%, 10% y 15% no influye en la resistencia a compresión axial de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Hipótesis específica 2: la ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%, 10% y 15% influye en la resistencia a flexión de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Hi: la ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%, 10% y 15% influye en la resistencia a flexión de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Ho: la ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%, 10% y 15% no influye en la resistencia a flexión de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

3.2 Método

3.2.1 Método

Se usó hipotético – deductivo debido a que la hipótesis partió de inferencias, (Behar Rivero, 2008) menciona: “El dicho método busca la verdad o falsedad de una hipótesis basándose en la

observación y deducción”. (pág. 40), por su finalidad: Es aplicada, “por tener actividades que buscan descubrir y aplicar el conocimiento científico, y que pueda usarse en procesos o productos nuevos.” (pág. 42).

3.2.2 Enfoque

Esta investigación tiene el enfoque cuantitativo, por ser un método que vale de los números para examinar datos o información según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010), puesto que en esta investigación se obtendrá resultados numéricos.

3.2.3 Orientación

Esta investigación tiene orientación aplicada, se define como el proceso que, utilizando el método científico permite obtener nuevos conocimientos en el campo de la realidad para solucionar o proponer soluciones a los problemas prácticos según Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010), puesto que en esta investigación es el objetivo de solucionar un problema en la sociedad.

3.2.4 Recolección de datos

La recolección de datos es prolectivo, se define prolectivo cuando la información se realiza simultáneamente con la ocurrencia de la maniobra según Hernández Sampieri Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010), puesto en que esta investigación se realizó la dosificación de las briquetas y viguetas para ser evaluados a la resistencia a compresión axial y resistencia a flexión.

3.3 Tipo de investigación

Tipo de investigación es experimental; se define experimental porque la experimentación se realiza de forma controlada se utilizan muestras aleatorias y se producen fenómenos que provocan un efecto determinado, según Hernández Sampieri Fernández Collado, & Baptista Lucio (2010), es

decir la manipulación de los testigos para luego ser evaluados a la resistencia axial y resistencia a flexión de concreto respecto a un concreto guía $F'_c=24.5$ MPa.

3.4 Nivel o alcance de investigación

El nivel explicativo por estudiarse diversas condiciones de concreto agregando cenizas rastrojo de *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% y buscando explicar qué pasa si se añade cenizas (rastrojo de *Zea mays L.*) al concreto. El nivel no solo describe conceptos o fenómenos o relación entre conceptos; sino que también, busca causa de fenómenos o eventos físicos y/o sociales. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, págs. 83,84).

3.5 Diseño de investigación

Experimental longitudinal por manipular diversas variables independientes para estudiar consecuencias que se producen (efectos) (Sampieri, 2014), la investigación es experimental porque variaremos las condiciones de funcionamiento de concreto común reemplazando ceniza rastrojo de *Zea mays L.* en 5%, 10% y 15% por cemento para luego ver cuál cómo influye en concreto a resistencia a comprimir y flexión teniendo como guía $F'_c = 24.5$ MPa.

3.6 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Dependiente Porcentaje de sustitución parcial de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	Las Ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> es un subproducto de los desechos de la agricultura (maíz amiláceo). Contiene gran porcentaje de sílice (SiO ₂) y aluminio (Al). Se podría utilizar como material cementante. (Huriel 2011)	De la calcinación de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> se obtiene cenizas puzolánicas abundante sílice y aluminio, en reemplazo parcial del cemento por ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> en la elaboración de concreto simple. (Huriel, 2011).	Cantidad de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	Reemplazo parcial del cemento por ceniza de rastrojo de <i>zea mays L.</i> en porcentaje de 5,10 y 15%.	Informe del laboratorio del análisis químico de la ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> siendo fluorescencia de rayos x.
Independiente Resistencia mecánica.	La compresión axial es resistencia máxima de soportar la probeta cilíndrica de concreto simple, flexión es resistencia del eje transversal al accionar una fuerza hasta romper la probeta prismática de concreto simple. (Pasino, 2006).	Estas dos pruebas se realizan con distintos especímenes para resistencia a compresión axial es una probeta cilíndrica de concreto simple de 6"x12" y la resistencia por flexión es una probeta prismática de 6"x6"x18". (Pasino, 2006).	Resistencia a compresión Axial. Resistencia a flexión	Ø Resistencia a los 7 días Ø Resistencia a los 14 días Ø Resistencia a los 28 días Ø Resistencia a los 7 días Ø Resistencia a los 14 días Ø Resistencia a los 28 días	Formato de laboratorio de mecánica de suelos.

Fuente: elaboración propia

3.7 Población, muestra y muestreo

3.7.1 Población

La población son las briquetas y viguetas sometidas a pruebas de resistencia a compresión axial y flexión con patrón de resistencia de diseño de $F'c=24.5\text{MPa}$.

3.7.2 Muestra

Muestra no probabilística suponen realizar una selección orientada a características y contexto del estudio (Sampieri, 2018, pág.215). La muestra de estudio es 36 briquetas de concreto simple y 36 viguetas de concreto simple teniendo como concreto patrón $F'c=24.5\text{MPa}$, según la ASTM C192 que indica crear 3 a más especímenes por cada edad y por cada prueba. Teniendo como muestra 72 testigos.

Tabla 4

Muestras de ensayo de resistencia a compresión axial de concreto

Descripción	unidad
briqueta patrón a 7 días	3
briqueta patrón a 14 días	3
briqueta patrón a 28 días	3
briqueta al 5% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 7 días	3
briqueta al 5% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 14 días	3
briqueta al 5% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 28 días	3
briqueta al 10% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 7 días	3
briqueta al 10% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 14 días	3
briqueta al 10% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 28 días	3
briqueta al 15% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> los 7 días	3
briqueta al 15% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 14 días	3
briqueta al 15% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 28 días	3
TOTAL	36

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. Las muestras de ensayo con el 5 %, 10 %, 15 % de rastrojo de *Zea mays L.* y concreto patrón de $F'c=24.5\text{MPa}$ son 36 unidades de briqueta para ser evaluados a resistencia a compresión axial.

Tabla 5*Muestras de ensayo de resistencia a flexión de concreto*

DESCRIPCION	unidad
vigueta patrón a 7 días	3
vigueta patrón a 14 días	3
vigueta patrón a 28 días	3
vigueta al 5% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 7 días	3
vigueta al 5% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 14 días	3
vigueta al 5% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 28 días	3
vigueta al 10% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 7 días	3
vigueta al 10% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 14 días	3
vigueta al 10% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 28 días	3
vigueta al 15% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 7 días	3
vigueta al 15% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 14 días	3
vigueta al 15% de sustitución de la ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> a los 28 días	3
TOTAL	36

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. Las muestras de ensayo con el 5 %, 10 %, 15 % de rastrojo de *Zea mays L.* y concreto patrón de $F'c=24.5$ MPa son 36 unidades de vigueta para ser evaluados a resistencia a flexión.

3.7.3 Muestreo

Esta investigación no tiene muestreo, debido a que solo se evaluara 72 unidades de testigos, para ser evaluados a resistencia a compresión axial y flexión en base a un diseño patrón de $F'c=24.5$ MPa.

3.8 Técnicas e instrumentos

La técnica para obtener datos fue por observación, plasmado en formatos estándares de centros de estudios de mecánica de suelo y concreto, según normas Técnicas Peruanas y/o Normas Internacionales ASTM.

a) Técnica de recolectar datos: En laboratorio

b) Instrumento para recolectar datos: Se obtuvo datos de pruebas en laboratorio organizado en hojas de cálculo elaborado en Microsoft Excel.

c) De análisis: Se analizó mediante gráficos en Excel.

d) Confiabilidad y validez de instrumentos: Se sustentan en bibliografías estudiadas y tesis pasadas, así como en investigaciones similares

3.9 Consideraciones éticas

La relación moral - ética no se soluciona con teorías, también en el día a día, ya que aquí tiene relevancia estudiando seres con moral. Busca crear principios que permitan auto comprender al hombre, le guíen, le cuestionen sobre cómo se relaciona con los demás en el ámbito social e histórico.

La ética lleva a la persona a cuestionarse a sí mismo y reconocer su rol en la sociedad donde se plasman las consecuencias buenas o malas de sus actos. La ética estudia valores y como se relaciona con reglas de conductas” (Baca, 1996) menciona que la ética estimula la investigación, “como práctica social, que busca conocimiento y relacionar la ética con el conflicto a investigar y con las personas con que el conflicto interactúa. Son orientaciones para guiar los actos la decisión según sus principios y valores en ciertas situaciones. La evolución del bienestar común impartidas por y para la sociedad y cultura deberá promover prácticas que beneficien crear valores que perduren y generen lazos con el mundo y la sociedad.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010).

3.10 Procesamiento estadístico

Ayuda a analizar los resultados que se generan para estar seguros de que los valores obtenidos de pruebas y para confiar en los datos se evalúan los resultados de resistencia mecánica resistencia a compresión axial y resistencia a flexión.

Probar Hipótesis y diferencia de medias que se sustenta en prueba de distribución t Student, por ser una muestra pequeña. Se siguieron pasos:

Paso 1: Plantea hipótesis nula (Ho) e hipótesis (Hi).

Paso 2: Establece nivel de significancia, en este caso 0.05.

Paso 3: Evidencia muestral, calcular media y desviación estándar usando muestra.

Teoría de pequeñas muestras:

Para grado de libertad se empleará varianza maestra:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \text{ o tambien}$$

Fórmula basada en n grados de libertad (grados libertad = # mediciones).

Distribuir probabilidad t - Student:

La variable aleatoria distribuirla basándose en modelo probabilidad t student con K gados libertad.

Luego hallar t: el Ho es: $\mu_x - \mu_y = 0$ (Contraste bilateral) y estadístico usando:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s * \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \text{ o tambien } t = \frac{\bar{x} - u}{\frac{s_x}{\sqrt{n}}}$$

Donde:

\bar{x} : *media*

u =*valor a analizar*

S_x =*Desviacion Estandar*

n =*tamaño de muestra*

La prueba t Student relaciona resultados de pre prueba con resultados de pos prueba experimental.

Comparar medias y varianzas en 2 tiempos: X1, pre prueba y X2, pos prueba. El grado de libertad es constatado en tabla t student con valor de significancia.

Paso 4: Según evidencia que se tenga no acepta o si la hipótesis alternativa.

Si probabilidad error más que nivel de significancia, no aceptar hipótesis alternativa.

Si probabilidad error menor que nivel de significancia, aceptar hipótesis alternativa.

Figura 3

Campana gauss Jordán

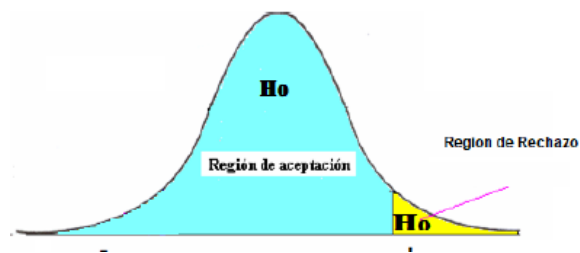


Figura: campana gauss de tabla de distribución t student

Nota. Gráfica: Grupos de datos distribuidos en valor: alto medio y bajo, creando acampanada simétrica.

Capítulo IV

Resultados y discusión

4.1 Resultados

4.1.1 Resultados del objetivo general

Para evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% en la resistencia mecánica de concreto $F'c=24.5$ MPa.

Se determinó la caracterización del agregado fino, grueso y las dosificaciones con y sin adición de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 6

Granulometría del agregado fino

tamiz en pulgadas	tamiz en mm	peso retenido	peso retenido (%)	peso retenido acumulado (%)	pasante acumulado (%)
3/8"	9.5	100	100	100	100
N° 4	4.76	262	14.2	14.2	85.8
N° 8	2.38	532.6	28.9	43.1	56.9
N° 16	1.19	387.5	21	64.1	35.9
N° 30	0.59	222.3	12.1	76.2	23.8

N° 50	0.297	161.1	8.7	84.9	15.1
N° 100	0.149	102.4	5.6	90.5	9.5
N° 200	0.074	51.2	2.8	93.3	6.7
Total		1719.1	100		0

Fuente: Elaboración propia

Nota. La tabla número 6, muestra los resultados de la granulometría del agregado fino después de haber realizado el tamizado en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 7

Características del agregado fino

Características del agregado fino		
propiedades	unidad	agregado fino
módulo de fineza	-	3.73
peso específico	gr/cm ³	2.737
absorción	%	1.369
contenido de humedad	%	2.327
peso unitario seco compactado	gr/cm ³	2.066
peso unitario seco suelto	gr/cm ³	1.797

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 7, muestra los resultados de las características del agregado fino después de haber realizado los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, obteniendo módulo de fineza un 3.73, un peso específico de 2.737 gr/cm³, absorción en 1.369 %, humedad 2.327 %, peso unitario seco compactado 2.066 gr/cm³ y peso unitario seco suelto 1.797 gr/cm³.

Tabla 8

Granulometría del agregado grueso

Tamiz n°	Abertura en (mm)	Peso retenido	Peso retenido (%)	Peso retenido acumulado (%)	Pasante acumulado (%)
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	405	4.7	4.7	95.3
3/4"	19	6912	79.9	84.6	15.4

1/2"	12.5	1310	15.1	99.7	0.3
3/8"	9.5	7	0.1	99.8	0.2
N° 4	4.76	3	0	99.8	0.2
N° 8	2.36	5	0.1	99.9	0.1
N° 8	fondo	7	0.1	100	0
total		8649	100	100	

Fuente: Datos del laboratorio

Nota. La tabla número 8, muestra los resultados de la granulometría del agregado grueso después de haber realizado el tamizado en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 9

Características del agregado grueso

Características del agregado grueso		
Propiedades	Unidad	Agregado fino
tamaño máximo nominal	-	3/4"
peso específico	gr/cm ³	2.742
absorción	%	0.565
contenido de humedad	%	1.015
peso unitario seco compactado	gr/cm ³	1.542
peso unitario seco suelto	gr/cm ³	1.414

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 9, muestra los resultados de las características del agregado fino después de haber realizado los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, obteniendo el tamaño máximo nominal de 3/4", un peso específico de 2.742 gr/cm³, absorción en 0.565 %, humedad 1.015 %, peso unitario seco compactado 1.542 gr/cm³ y peso unitario seco suelto 1.414 gr/cm³.

Tabla 10

Humedad del agregado grueso

Porcentaje de humedad del agregado grueso		
descripción	unidad	muestra

		1
número de capsula	-	c-1
peso del recipiente	gr	291
peso del recipiente + suelo húmedo	gr	8940.00
peso del recipiente + suelo seco	gr	8853.1
peso del agua	gr	86.900
peso de la muestra seca	gr	8562.1
contendió de humedad del agregado grueso	%	1.015

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 10, muestra el resultado del porcentaje de humedad del agregado grueso de 1.015%, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 11

Humedad del agregado fino

Porcentaje de humedad de agregado fino		
descripción	unidad	muestra
		1
número de capsula	-	c-1
peso del recipiente	gr	291
peso del recipiente + suelo húmedo	gr	2010.10
peso del recipiente + suelo seco	gr	1971
peso del agua	gr	39.100
peso de la muestra seca	gr	1680.000
contendió de humedad del agregado fino	%	2.327

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 11, muestra el resultado del porcentaje de humedad del agregado fino de 2.327%, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 12*Peso unitario compactado fino*

Agregado fino	Unidad	Peso unitario suelto		
n° de ensayo		1	2	3
peso material + molde	(gr.)	16606	16550	16704
peso de molde	(gr.)	8686	8686	8686
peso neto de material	(gr.)	7920	7864	8018
volumen del molde	(cm ³)	4414	4414	4414
peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.794	1.782	1.816
promedio de peso unitario	(gr/cm³)	1.797		

Fuente: datos de ensayo

Nota. La tabla número 12, muestra el resultado del peso unitario compactado fino del agregado fino de 1.797 gr/cm³, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 13*Peso unitario suelto fino*

Agregado fino	Unidad	Peso unitario compactado		
n° de ensayo		1	2	3
peso material + molde	(gr.)	17816	17804	17800
peso de molde	(gr.)	8686	8686	8686
peso neto de material	(gr.)	9130	9118	9114
volumen del molde	(cm ³)	4414	4414	4414
peso unitario suelto	(gr/cm ³)	2.068	2.066	2.065
promedio de peso unitario	(gr/cm³)	2.066		

Fuente: datos de ensayo

Nota. La tabla número 13, muestra el resultado del peso unitario compactado fino del agregado grueso de 2.066 gr/cm³, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 14*Peso unitario suelto grueso*

Agregado grueso	Unidad	Peso unitario compactado		
n° de ensayo		1	2	3

peso material + molde	(gr.)	28018	28016	28126
peso de molde	(gr.)	8148	8184	8148
peso neto de material	(gr.)	19870	19868	19978
volumen del molde	(cm ³)	14076	14076	14076
peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.412	1.411	1.419
promedio de peso unitario		(gr/cm ³)	1.414	

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 14, muestra el resultado del peso unitario compactado fino del agregado grueso de 1.414 gr/cm³, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 15

Peso unitario compactado grueso

Agregado grueso	Unidad	Peso unitario suelto		
		1	2	3
n° de ensayo				
peso material + molde	(gr.)	29862	29764	29920
peso de molde	(gr.)	8148	8148	8148
peso neto de material	(gr.)	21714	21616	21772
volumen del molde	(cm ³)	14076	14076	14076
peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.543	1.536	1.547
promedio de peso unitario	(gr/cm³)	1.542		

Fuente: Datos del ensayo

Nota. La tabla número 15, muestra el resultado del peso unitario compactado grueso del agregado grueso de 1.542 gr/cm³, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 16

Peso específico y absorción del agregado grueso

Gravedad específica y absorción de agregado grueso					
ítem	descripción	unidades	valor 01	valor 02	resultado
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Agua) (gr)	gr.	1890.0	1930.5	

B	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	gr.	1193.5	1220	
C	Volumen de masa + volumen de vacío = A-B (cm ³)	cm ³	696.5	710.5	
D	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	1881.5	1917.5	
E	Volumen de masa = C - (A - D) (cm ³)	cm ³	688	697.5	Prome dio
	Pe bulk (Base seca) = D/C	-	2.701	2.699	2.700
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	-	2.714	2.717	2.716
	Pe aparente (Base seca) = D/E	-	2.735	2.749	2.742
	% de absorción = ((A - D) /D) *100	-	0.452	0.678	0.565

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 16, muestra el resultado de la gravedad específica y absorción del agregado grueso de 0.565, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 17

Gravedad específica y absorción del agregado fino

Gravedad específica y absorción de agregado fino					
ítem	descripción	unidad	valor 01	valor 02	resultado
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	gr.	300.0	300	
B	Peso frasco + agua (gr)	gr.	723.0	712.6	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	gr.	1023.0	1012.6	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	gr.	910.8	900.4	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	cm ³	112.2	112.2	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	gr.	295.9	296	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	cm ³	108.1	108.2	promedio
	Pe bulk (Base seca) = F/E	-	2.637	2.638	2.638
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	-	2.674	2.674	2.674
	Pe aparente (Base seca) = F/G	-	2.737	2.736	2.737

$$\% \text{ de absorción} = ((A - F) / F) * 100 \quad - \quad 1.386 \quad 1.351 \quad 1.369$$

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 17, muestra el resultado de la gravedad específica y absorción del agregado fino de 1.369, después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Slump de viguetas

Tabla 18

Datos del Slump a los 7 días

Datos del slump						
descripción	edad 7 días			promedio del slump (cm)	promedio del slump (pulgada)	tipo de consistencia
	medición (cm)					
	1 era	2 da	3 era			
patrón	10.1	10.1	10.1	10.1	4.0	plástica
5% de adición de ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	9.2	9.3	9.3	9.3	3.6	plástica
10% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	8.3	8.1	8.3	8.2	3.2	plástica
15% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	7.1	7.2	7.3	7.2	2.8	plástica

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 18, muestra el resultado de la prueba del slump, obteniendo una consistencia plástica después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 19

Datos del Slump con 14 días

Datos del slump						
-----------------	--	--	--	--	--	--

descripción	medición (cm)			promedio del slump (cm)	promedio del slump (pulgada)	tipo de consistencia
	edad 14 días					
	1 era	2 da	3 era			
patrón	10.1	10.1	10.1	10.1	4.0	plástica
5% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	9.2	9.3	9.3	9.3	3.6	plástica
10% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	8.3	8.1	8.3	8.2	3.2	plástica
15% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	7.1	7.2	7.3	7.2	2.8	plástica

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 19, muestra el resultado de la prueba del slump, obteniendo una consistencia plástica después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 20

Datos del Slump con 28 días

Datos del slump						
descripción	medición (cm)			slump calculado (cm)	slump (pulgada)	tipo de consistencia
	edad 28 días					
	1 era	2 da	3 era			
patrón	10.1	10.1	10.1	10.1	4.0	plástica
5% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	9.2	9.3	9.3	9.3	3.6	plástica
10% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	8.3	8.1	8.3	8.2	3.2	plástica

15% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	7.1	7.2	7.3	7.2	2.8	plástica
---	-----	-----	-----	-----	-----	----------

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 20, muestra el resultado de la prueba del slump, obteniendo una consistencia plástica después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Slump de Viguetas

Tabla 21

Datos del Slump a los 7 días

Datos del slump						
descripción	edad 7 días			slump calculado (cm)	slump (pulgada)	tipo de consistencia
	medición (cm)					
	1 era	2 da	3 era			
patrón	10.1	10.1	10.1	10.1	4.0	plástica
5% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	9.2	9.3	9.3	9.3	3.6	plástica
10% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	8.3	8.1	8.3	8.2	3.2	plástica
15% de adición de ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i>	7.1	7.2	7.3	7.2	2.8	plástica

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 21, muestra el resultado de la prueba del slump, obteniendo una consistencia plástica después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 22

Datos del Slump con 14 días

Datos del slump						
descripción	edad 14 días			slump calculado (cm)	slump (pulgada)	tipo de consistencia
	medición (cm)					
	1 era	2 da	3 era			
patrón	10.1	10.1	10.1	10.1	4.0	plástica

5% de adición de ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	9.2	9.3	9.3	9.3	3.6	plástica
10% de adición ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	8.3	8.1	8.3	8.2	3.2	plástica
15% de adición ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	7.1	7.2	7.3	7.2	2.8	plástica

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 22, muestra el resultado de la prueba del slump, obteniendo una consistencia plástica después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 23

Datos del Slump con 28 días

Datos del slump						
descripción	medición (cm)			slump calculado (cm)	slump (pulgada)	tipo de consistencia
	edad 28 días					
	1 era	2 da	3 era			
patrón	10.1	10.1	10.1	10.1	4.0	plástica
5% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	9.2	9.3	9.3	9.3	3.6	plástica
10% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	8.3	8.1	8.3	8.2	3.2	plástica
15% de adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	7.1	7.2	7.3	7.2	2.8	plástica

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 23, muestra el resultado de la prueba del slump, obteniendo una consistencia plástica después de haber realizado el ensayo en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla 24*Dosificación Briqueta*

Dosificación para una briqueta de concreto patrón F'c= 24.5 MPa				
material	unidad	volumen de la briqueta	peso (kg)	peso para 1 m3 (kg)
cemento	kg	0.0053	373.552	1.980
agregado fino	kg	0.0053	1041.857	5.522
agregado grueso	kg	0.0053	778.826	4.128
agua	kg	0.0053	186.776	0.990

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 24, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 25*Dosificación para briqueta al 5%*

Dosificación para una briqueta de concreto F'c= 24.5 MPa adicionando con ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> al 5%				
material	unidad	volumen de la briqueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.0053	373.552	1.881
agregado fino	kg	0.0053	1041.857	5.522
agregado grueso	kg	0.0053	778.826	4.128
agua	kg	0.0053	186.776	0.990
ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	kg	0.0053	-	0.099

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 25, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 26*Dosificación para briqueta al 10%*

Dosificación para una briqueta de concreto F'c= 24.5 MPa adicionando con ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> al 10 %				
material	unidad	volumen de la briqueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.0053	373.552	1.782
agregado fino	kg	0.0053	1041.857	5.522
agregado grueso	kg	0.0053	778.826	4.128
agua	kg	0.0053	186.776	0.990
ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	kg	0.0053	-	0.198

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 26, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 27*Dosificación para briqueta al 15 %*

Dosificación para una briqueta de concreto F'c= 24.5 MPa adicionando con ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> al 15 %				
material	unidad	volumen de la briqueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.0053	373.552	1.683
agregado fino	kg	0.0053	1041.857	5.522
agregado grueso	kg	0.0053	778.826	4.128
agua	kg	0.0053	186.776	0.990
ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	kg	0.0053	-	0.297

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 27, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 28

Dosificación de vigueta

Dosificación para una vigueta de concreto patrón F'c= 24.5 MPa				
material	unidad	volumen de la vigueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.011	373.552	4.109
agregado fino	kg	0.011	1041.857	11.460
agregado grueso	kg	0.011	778.826	8.567
agua	kg	0.011	186.776	2.055

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 28, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 29

Dosificación para vigueta al 5 %

Dosificación para una vigueta de concreto F'c= 24.5 MPa con adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> al 5%				
material	unidad	volumen de la vigueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.011	373.552	3.904
agregado fino	kg	0.011	1041.857	11.460
agregado grueso	kg	0.011	778.826	8.567
agua	kg	0.011	186.776	2.055
ceniza de rastrojo de <i>Zea</i>	kg	-	-	0.205

mays L.

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 29, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 30

Dosificación para vigueta al 10%

Dosificación para una vigueta de concreto F'c= 24.5 MPa con adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> al 10 %				
material	unidad	volumen de la vigueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.011	373.552	3.698
agregado fino	kg	0.011	1041.857	11.460
agregado grueso	kg	0.011	778.826	8.567
agua	kg	0.011	186.776	2.055
ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	kg	-	-	0.411

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 30, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 31

Dosificación para una vigueta al 15 %

Dosificación para una vigueta de concreto F'c= 24.5 MPa con adición de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> al 15 %				
material	unidad	volumen de la vigueta	peso (kg)	peso para 1 m ³ (kg)
cemento	kg	0.011	373.552	3.493
agregado fino	kg	0.011	1041.857	11.460

agregado grueso	kg	0.011	778.826	8.567
agua	kg	0.011	186.776	2.055
ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	kg	-	-	0.616

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla número 31, muestra el resultado de la dosificación para una briqueta por 1m³, después de haber realizado por el método del comité ACI 211.

Tabla 32

Resultado del análisis de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

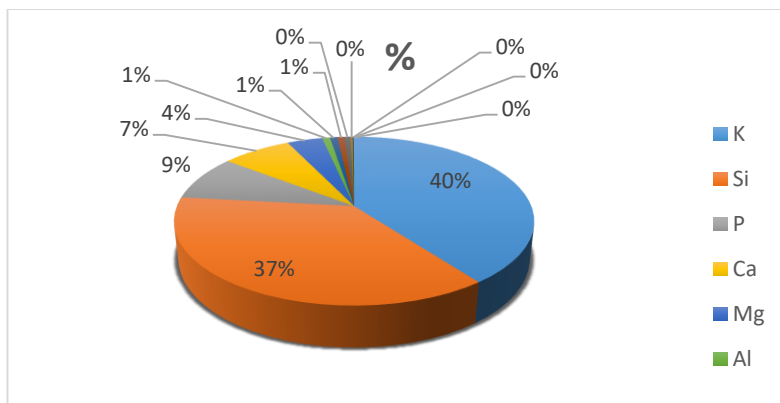
Elemento	%
K	20.01
Si	18.64
P	4.39
Ca	3.72
Mg	1.9
Al	0.42
S	0.4
Cl	0.38
Fe	0.32
Na	0.12
Zn	0.05
Mn	0.02
Sr	0.01

Fuente: laboratorio Bizalab

Nota. La tabla número 32, muestra el resultado del análisis del laboratorio químico fluorescencia de rayos x, obteniendo componentes químicos comparados con los del cemento portland tipo I.

Figura 4

Resultados de la ceniza del rastrojo de Zea mays L.



Fuente: laboratorio Bizalab

Nota. La figura número 4, muestra los resultados en porcentajes según obtenidos del laboratorio Bisalad.

Ensayo patrón a la compresión axial

Tabla 33

Resistencia patrón a los 7 días

Ensayo de patrón axial a los 7 días con prueba de slump de 4 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	188.69	384.14	39,171.18	210.3	20.62		
2	183.85	393.83	40,159.28	213.9	20.98	212.83	20.87
3	188.69	392.08	39,980.83	214.3	21.02		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 33 muestra resultados de prueba patrón el día 7 de curado con una prueba slump de 4 pulgadas, teniendo promedio de 3 testigos se obtuvo resistencia F'c=212.83 kg/cm² con un porcentaje de 85.20 %, equivalente a F'c=20.87 MPa siendo en porcentaje a un 85.19 %.

Tabla 34*Resistencia a compresión axial de patrón a los 14 días*

Ensayo de patrón axial el día 14 con prueba slump de 4 pulgadas							
n° de testigo (briqueteta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	Lectura corregida (kg)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	188.69	464.00	47,314.59	253.1	24.82		
2	183.85	451.45	46,034.85	244.2	23.95	249.17	24.44
3	188.69	452.77	46,169.46	250.2	24.54		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 34 muestra resultados de prueba patrón el día 14 con una prueba de slump de 4 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=249.17 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 100.39 %, equivalente a $F'c=24.44 \text{ MPa}$ y en porcentaje un 99.76 %.

Tabla 35*Resistencia a compresión axial de patrón el día 28*

Ensayo de patrón axial el día 28 con prueba slump de 4 pulgadas							
n° de testigo (briqueteta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedio	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	191.75	498.04	50,785.69	268.1	26.29		
2	192.98	496.1	50,587.86	256.3	25.13	261.83	25.68
3	192.36	485.03	49,459.04	261.1	25.61		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 35 muestra resultados de prueba patrón el día 28 con una prueba de slump de 4 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=261.83 \text{ kg/cm}^2$ y en porcentaje de 104.81 %, equivalente a $F'c= 25.68 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 104.82 %.

Ensayo de Ruptura Axial con 5%

Tabla 36

Ensayo a los 7 días con 5% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 7 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=24.5$ MPa al 5 % con prueba de slump de 3.6 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	181.50	454.0	46,289.8	255.0	25.01		
2	184.10	459.13	46,818.0	254.3	24.94	249.23	24.44
3	182.10	425.8	43,419.3	238.4	23.38		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 36 muestra resultados de prueba de ruptura al 5% de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* el día 7 con una prueba de slump de 3.6 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=249.23$ kg/cm² y en porcentaje de 99.77 %, equivalente a $F'c=24.44$ MPa en porcentaje un 99.76 %.

Tabla 37

Ensayo a los 14 días con el 5% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 14 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=24.5$ MPa al 5 % con prueba de slump de 3.6 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		Lectura dial (kn)	Lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	179.80	482.3	49,180.7	254.4	24.95		
2	181.50	454.4	46,335.7	255.3	25.04	255.3	25.04
3	180.80	480.6	49,007.3	256.2	25.13		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 37 muestra resultados de prueba de ruptura el día 14 de curado con adición al 5% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.6 pulgadas, obteniendo resistencia promedio $F'c=255.3$ kg/cm² siendo en porcentaje 102.85 %, equivalente a $F'c=25.04$

MPa con un porcentaje de 102.20 %.

Tabla 38

Ensayo a los 28 días con 5% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 28 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'_c=24.5$ MPa al 5 % con prueba de slump de 3.6 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	181.00	474.8	48,415.9	267.5	26.23		
2	182.60	488.1	49,772.1	272.8	26.75	277.23	27.19
3	182.30	521	53,126.9	291.4	28.58		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 38 muestra resultados de la prueba de ruptura a los 28 días de curado adicionando 5% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.6 pulgadas obteniendo resistencia promedio de $F'_c=277.23$ kg/cm² siendo en porcentaje un 110.97 %, equivalente a $F'_c=27.19$ MPa siendo en porcentaje a un 110.98 %.

Ensayo de Ruptura Axial con 10%.

Tabla 39

Ensayo a los 7 días con el 10% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 7 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'_c=24.5$ MPa al 10% con prueba de slump de 3.2 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	183.00	376.2	38,363.6	209.62	83.90		
2	182.50	383.3	39,085.5	214.16	85.72	211.41	20.73
3	182.70	377.1	38,453.3	210.45	84.24		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 39 muestra resultados de la prueba de ruptura el día 7 de curado con adición del 10% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.2 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=211.41 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 84.62 %, equivalente a $F'c=20.73 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 84.61 %.

Tabla 40

Ensayo a los 14 días con 10% de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 14 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=24.5 \text{ MPa}$ al 10% con prueba de slump de 3.2 pulgadas							
n° de testigo (briquetta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	183.20	416.7	42,491.4	231.94	92.84		
2	182.70	421	42,929.8	234.97	94.05	237.99	24.34
3	182.50	442.2	45,091.6	247.07	100.85		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 40 muestra resultados de la prueba de ruptura al día 14 de curado con adición del 10% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.2 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=237.99 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de 95.91 %, equivalente a $F'c=23.34 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 95.27 %.

Tabla 41

Ensayo a los 28 días con el 10% de cenizas de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 28 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=24.5 \text{ MPa}$ al 10% con prueba de slump de 3.2 pulgadas							
n° de testigo (briquetta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	182.20	447.3	45,611.7	250.34	24.55	247.12	24.23

2	182.70	454	46,294.9	253.39	24.85
3	182.50	425.3	43,368.3	237.62	23.30

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 41 muestra resultados de prueba de ruptura a los 28 días de curado con el 10% de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.2 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=247.12 \text{ Kg/cm}^2$ con porcentaje de 98.91 %, equivalente a $F'c=24.23 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 98.89 %.

Ensayo de Ruptura Axial con 15%

Tabla 42

Ensayo a los 7 días con el 15 % de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 7 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=245 \text{ MPa}$ al 15% con prueba de slump de 2.8 pulgadas							
n° de testigo (briquet a)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)
1	183.00	376.8	38422.7	209.96	20.59		
2	182.50	358.1	36515.9	200.08	19.62	205.09	20.11
3	182.70	367.7	37494.8	205.22	20.13		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 42 muestra resultados de prueba de ruptura al 15% el 7 día con una prueba de slump de 2.8 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=205.09 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 82.09%, equivalente a $F'c=20.11 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje a un 83.71%.

Tabla 43

Ensayo a los 14 días con el 15 % de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 14 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=24.5$ MPa al 15 % con prueba de slump de 2.8 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		promedios	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)
1	183.20	401.2	40,910.8	223.31	21.90		
2	182.70	391.7	39,942.1	218.62	21.44	224.17	21.98
3	182.50	412.7	42,083.5	230.59	22.61		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 43 muestra resultados de prueba de ruptura al 15% con los 14 días con una prueba de slump de 2.8 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=224.17$ Kg/cm² con un porcentaje de 90.34 %, equivalente a $F'c=21.98$ MPa siendo en porcentaje un 89.71 %.

Tabla 44

Ensayo a los 28 días con el 15% ceniza de rastrojo de Zea mays L.

Ensayo a los 28 días de ruptura axial con resistencia específica de $f'c=24.5$ MPa al 15 % con prueba de slump de 2.8 pulgadas							
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (%)
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (%)		
1	182.20	431.1	43,959.7	241.27	96.57		
2	182.70	419.8	42,807.5	234.30	93.78	239.48	95.86
3	182.50	434.7	44,326.8	242.88	97.22		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 44 muestra resultados de prueba de ruptura al 15% a los 28 días con una prueba de slump de 2.8 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=239.49$ Kg/cm² y 97.75%, equivalente a $F'c=23.95$ MPa siendo en porcentaje un 97.76%.

Ensayo Patrón a flexión

Tabla 45

Ensayo patrón a flexión a los 7 días

Ensayo patrón de flexión a los 7 días con prueba de slump de 4 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)	resistencia promedio (%)
1	684.00	21.81	2224.0	28.88		
2	684.00	21.70	2212.7	28.74	2.83	1.13
3	684.00	21.79	2221.9	28.86		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 45 muestra resultados de prueba patrón el día 7 con una prueba slump de 4 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=28.83$ kg/cm² con un porcentaje de 11.54%, equivalente a $F'c=2.83$ MPa siendo en porcentaje un 1.13 %.

Tabla 46

Ensayo patrón a flexión a los 14 días

Ensayo patrón de flexión a los 14 días con prueba de slump de 4 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)	Resistencia promedio (%)
1	684.00	23.64	2410.6	31.31		
2	684.00	23.41	2387.1	31.00	3.05	12.45
3	684.00	23.52	2398.3	31.15		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla numero 46 muestra resultados de prueba patrón el día 14 de curado, con una prueba slump de 4 pulgadas obteniendo resistencia promedio de $F'c=31.15$ kg/cm² con un porcentaje de 12.47 %, equivalente a $F'c=3.05$ MPa con un porcentaje de 12.45%.

Tabla 47*Ensayo patrón a flexión el día 28*

Ensayo patrón de flexión el día 28 con prueba de slump de 4 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)	resistencia (%)
1	684.00	29.97	3056.0	39.69		
2	684.00	30.25	3084.6	40.06	3.90	15.92
3	684.00	29.89	3047.9	39.69		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 47 muestra resultados de prueba patrón el día 28 con una prueba slump de 4 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c = 39.78 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 15.92%, equivalente a $F'c = 3.90 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 15.92%.

Ensayo de Ruptura a flexión con 5%

Tabla 48*Resistencia a flexión con 5 % de ceniza a los 7 días*

Ensayo a los 7 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c = 24.5 \text{ MPa}$ al 5 % con prueba de slump de 3.6 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia promedio (MPa)	resistencia (%)
1	684.00	24.52	2500.3	32.47		
2	684.00	24.05	2452.4	31.85	3.18	12.98
3	684.00	24.98	2547.2	33.08		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 48 muestra resultados de prueba de ruptura con adición del 5% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* el día 7 con una prueba de slump de 3.6 pulgadas obteniendo resistencia promedio de $F'c = 32.47 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 12.99 %, equivalente a $F'c = 3.18 \text{ MPa}$ siendo

en porcentaje a un 12.98 %.

Tabla 49

Resistencia a flexión con 5 % de ceniza a los 14 días

Ensayo a los 14 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5$ MPa al 5 % con prueba de slump de 3.6 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	26.14	2665.5	34.62		
2	684.00	26.41	2693.1	34.98	3.41	13.92
3	684.00	26.27	2678.8	34.79		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 49 muestra resultados de prueba de ruptura a los 14 días con adición de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.6 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=34.80$ Kg/cm² con un porcentaje de 13.93 %, equivalente a $F'c=3.41$ MPa siendo en porcentaje a un 13.92%.

Tabla 50

Flexión con 5% de ceniza a los 28 días

Ensayo a los 28 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5$ MPa al 5 % con prueba de slump de 3.6 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	28.34	2889.9	37.53		
2	684.00	29.35	2992.9	38.87	3.75	15.31
3	684.00	29.00	2957.1	38.41		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 50 muestra resultados de prueba de ruptura al 5% a los 28 días con una

prueba de slump de 3.6 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=38.27 \text{ Kg/cm}^2$ y 15.32 %, equivalente a $F'c=3.75 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 15.31 %.

Ensayo de Ruptura a flexión con 10%

Tabla 51

Resistencia a flexión con 10% de ceniza a los 7 días

Ensayo a los 7 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5 \text{ MPa}$ al 10% con prueba de slump de 3.2 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregirá (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	24.52	2500.3	32.47		
2	684.00	25.11	2560.5	33.26	3.23	13.18
3	684.00	24.98	2547.2	33.08		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 51 muestra resultados de prueba de ruptura el día 7 de curado con adición de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.2 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=32.94 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 13.18 %, equivalente a $F'c=3.23 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 13.18 %.

Tabla 52

Resistencia a flexión con 10 % de ceniza a los 14 días

Ensayo a los 14 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5 \text{ MPa}$ al 10 % con prueba de slump de 3.2 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregido (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	26.14	2665.5	34.62		
2	684.00	26.13	2664.5	34.61	3.40	13.88
3	684.00	26.27	2678.8	34.79		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 52 muestra resultados de prueba de ruptura al 10% a los 14 días con una

prueba de slump de 3.2 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=34.67 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 13.88 %, equivalente a $F'c=3.40 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje a un 13.88 %.

Tabla 53

Resistencia a flexión con 10 % de ceniza a los 28 días

Ensayo a los 28 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5 \text{ MPa}$ al 10% con prueba de slump de 3.6 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	26.55	2707.3	35.16		
2	684.00	26.29	2680.8	34.82	3.44	14.04
3	684.00	26.57	2709.4	35.19		

Fuente: Datos de los ensayos

La tabla numero 53 muestra resultados de prueba al día 28 de curado con adición del 10% de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.2 pulgadas obteniendo resistencia promedio $F'c=35.06 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 14.03 %, equivalente a $F'c=3.44 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje un 14.04 %.

Tabla 54

Resistencia a flexión con 15 % de ceniza a los 7 días

Ensayo a los 7 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5 \text{ MPa}$ al 15% con prueba de slump de 2.8 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	23.87	2434.1	31.61		
2	684.00	24.15	2462.6	31.98	3.12	12.73
3	684.00	23.94	2441.2	31.71		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 54 muestra resultados de prueba de ruptura el día 7 de curado con adición del 15% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.2 pulgadas observando

resistencia promedio $F'c=31.77 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 12.72 %, equivalente a $F'c=3.12 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje a un 12.73 %.

Tabla 55

Resistencia a flexión con 15% de ceniza a los 14 días

Ensayo a los 14 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5 \text{ MPa}$ al 15% con prueba de slump de 3.5 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia (%)
1	684.00	24.18	2465.7	32.02		
2	684.00	24.85	2534.0	32.91	3.18	12.98
3	684.00	24.49	2497.3	32.43		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 55 muestra resultados de prueba de ruptura el día 14 de curado con adición del 15% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.5 pulgadas, observando resistencia promedio $F'c=32.46 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 13.99 %, equivalente a $F'c=3.18 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje a un 12.98 %.

Tabla 56

Resistencia a flexión con 15 % de ceniza a los 28 días

Ensayo a los 28 días de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c=24.5 \text{ MPa}$ al 15% con prueba de slump de 3.5 pulgadas						
n° de testigo (briqueta)	área de testigo (cm^2)	carga sometida		resistencia alcanzada		
		lectura dial (kn)	Lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm^2)	resistencia promedio (MPa)	resistencia %
1	684.00	25.33	2582.9	33.55		
2	684.00	25.67	2617.6	34.00	3.29	13.43
3	684.00	25.12	2561.5	33.27		

Fuente: Datos de los ensayos

Nota. La tabla 56 muestra resultados de prueba de ruptura a los 28 días con adición del 15% de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* con una prueba de slump de 3.5 pulgadas, observando

una resistencia promedio de testigos usados $f'c=33.60 \text{ Kg/cm}^2$ con un porcentaje de 13.45 %, equivalente a $f'c=3.29 \text{ MPa}$ siendo en porcentaje a un 13.43 %.

Tabla 57

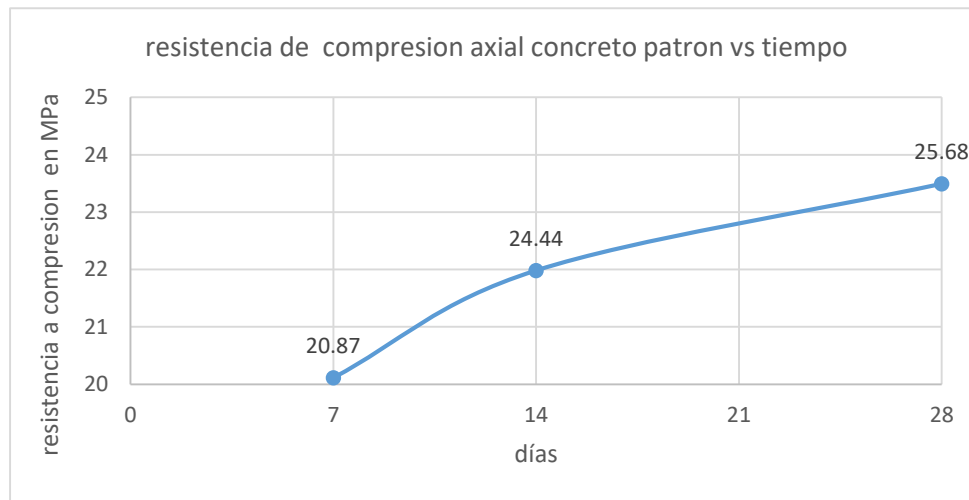
Promedio de resistencia axial de concreto patrón

Resistencia a compresión axial de concreto patrón con slump 4 pulgadas					
ensayo de resistencia axial	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)
7 días	187.08	390.02	39,770.43	212.83	20.87
14 días	187.08	456.07	46,506.3	249.17	24.44
28 días	192.36	493.06	50,277.53	261.83	25.68

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 5

Comparación de resistencia



Fuente: Elaboración propia.

Nota. En la figura 5 al día 7 días, muestra patrón alcanzo resistencia $F'c=212.83 \text{ Kg/cm}^2$ al día 14 en otro ensayo alcanzando resistencia $F'c=249.17 \text{ Kg/cm}^2$ y al día 28 alcanzo la mayor resistencia con $F'c=261.83 \text{ Kg/cm}^2$ equivalente a $F'c=20.87 \text{ MPa}$ a los 7 días, $F'c=24.44 \text{ MPa}$ a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=25.68 \text{ MPa}$.

Tabla 58

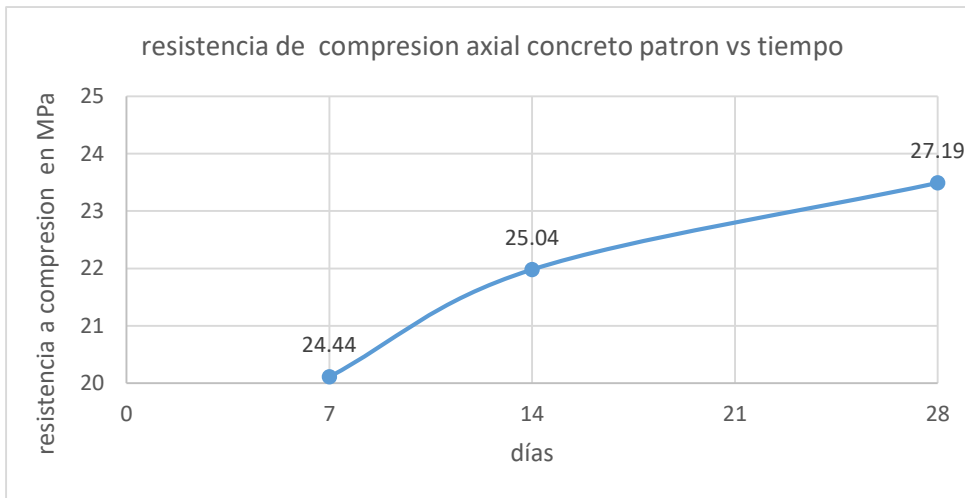
Promedio de resistencia axial con el 5% de ceniza

ensayo al 5%	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)
		7 días	182.57	446.31	45,509.03
14 días	180.70	472.43	48,174.57	255.3	25.04
28 días	181.97	494.63	50,438.3	277.23	27.19

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 6

Comparación de la resistencia al 5% vs Tiempo



Fuente: Elaboración propia.

Nota. En figura 6 el día 7, muestra alcanzo resistencia $F'c= 249.23 \text{ Kg/cm}^2$, al día 14 la muestra alcanzo valor mayor siendo este de $F'c=255.3 \text{ Kg/cm}^2$ y por último el día 28 alcanzó mayor resistencia siendo $F'c=277.23\text{kg/cm}^2$, equivalente a $F'c=24.44 \text{ MPa}$ a los 7 días, $F'c=25.04 \text{ MPa}$ a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=27.19 \text{ MPa}$.

Tabla 59

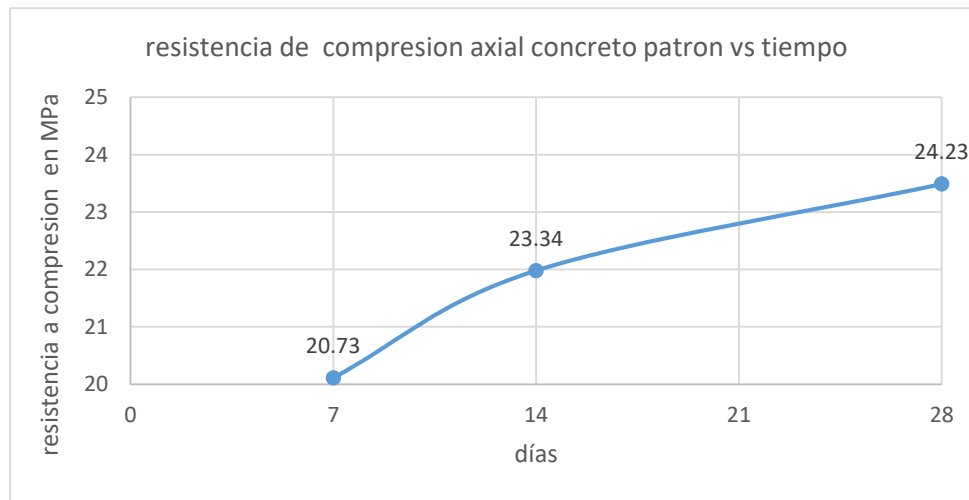
Promedio de resistencia axial con el 10 % de ceniza

ensayo al 10%	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	Lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)
7 días	182.73	378.87	38,634.13	211.41	20.73
14 días	182.80	426.63	43,504.27	237.99	23.34
28 días	182.47	442.20	45,091.63	247.12	24.23

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 7

Comparación de la resistencia al 10% vs tiempo



Fuente: Elaboración propia.

Nota. En la figura 7 hay ensayos al 10 % alcanzado el día 7 la resistencia $F'c= 211.43$ Kg/cm², el día 14 resistencia mayor de $F'c=238.00$ Kg/cm² y al día 28 una resistencia mucho mayor siendo esta de $F'c=247.12$ Kg/cm², equivalente a $F'c=20.73$ MPa a los 7 días, $F'c=23.34$ MPa a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=24.23$ MPa.

Tabla 60

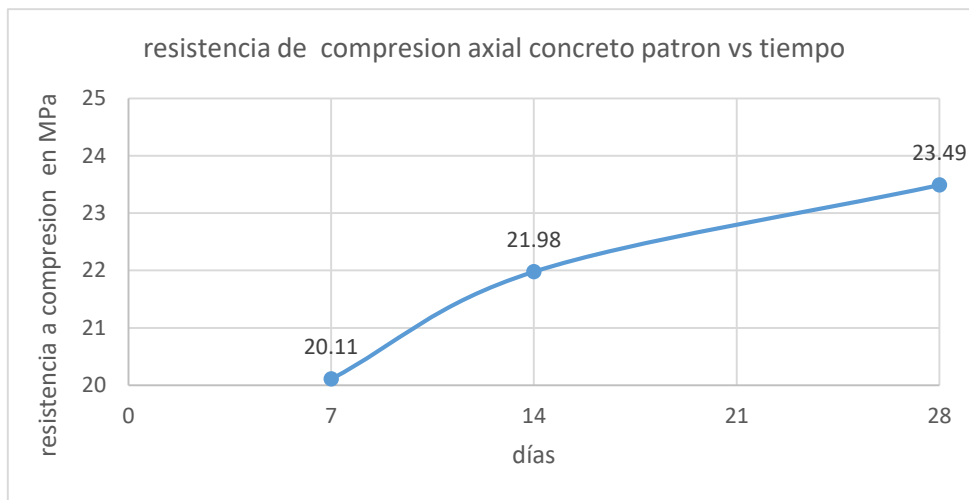
Promedio de resistencia axial con el 15 % de ceniza

Ensayo de ruptura axial con resistencia específica de 24.5 MPA con el 15 % con prueba de slump de 2.8 pulgadas					
ensayo al 15%	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)
7 días	182.73	367.53	37,477.80	205.1	20.11
14 días	182.80	401.87	40,978.80	224.17	21.98
28 días	182.47	428.53	43,698.00	239.48	23.49

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 8

Comparación de resistencia al 15% vs tiempo



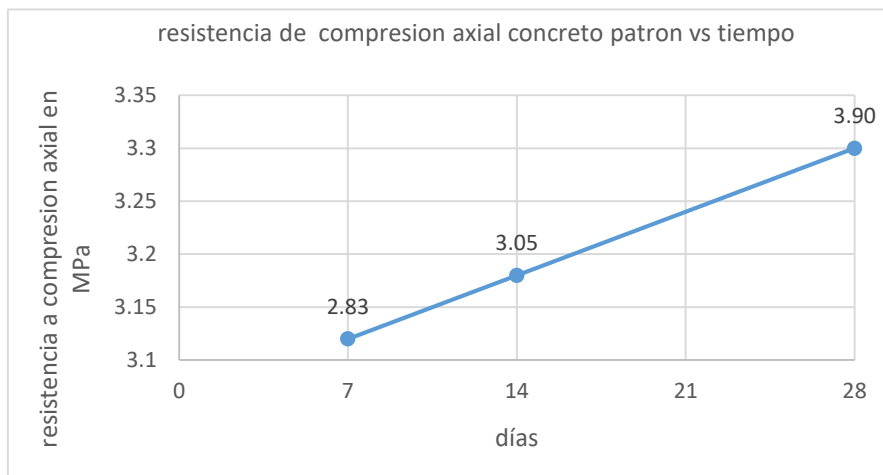
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Se realizaron ensayo al 15% dando como resultado al día 7 hubo resistencia $F'c=205.1 \text{ Kg/cm}^2$, el día 14 se obtuvo resistencia mayor de $F'c=224.17 \text{ kg/cm}^2$ y el día 28 se obtuvo resistencia aun mayor de $F'c= 239.49\text{kg/cm}^2$ equivalente a $F'c=20.11 \text{ MPa}$ a los 7 días, $F'c=21.98 \text{ MPa}$ a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=23.49 \text{ MPa}$.

Tabla 61*Resistencia a flexión de concreto patrón*

Resistencia a flexión de concreto patrón con prueba slump de 4 pulgadas					
Consolidado de ensayos flexión	Área de testigo	Carga sometida		Resistencia alcanzada	
		Lectura dial	Lectura corregida.	Resistencia	
		(cm ²)	(kn)	(kg/cm ²)	(MPa)
7 días	684.00	21.80	2223.00	28.83	2.83
14 días	684.00	24.68	2516.97	31.15	3.05
28 días	684.00	31.69	3231.8	39.78	3.90

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 9*Comparación de resistencia flexión con concreto patrón vs tiempo*

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Al día 7, muestra patrón alcanzo resistencia a $F'c=2.83$ MPa a los 7 días, $F'c=3.05$ MPa a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=3.90$ MPa, equivalente en $F'c=28.83$ kg/cm² el día 14 alcanzo resistencia $F'c=31.15$ kg/cm², el día 28 se alcanzó resistencia mayor de $F'c=39.78$ kg/cm².

Tabla 62

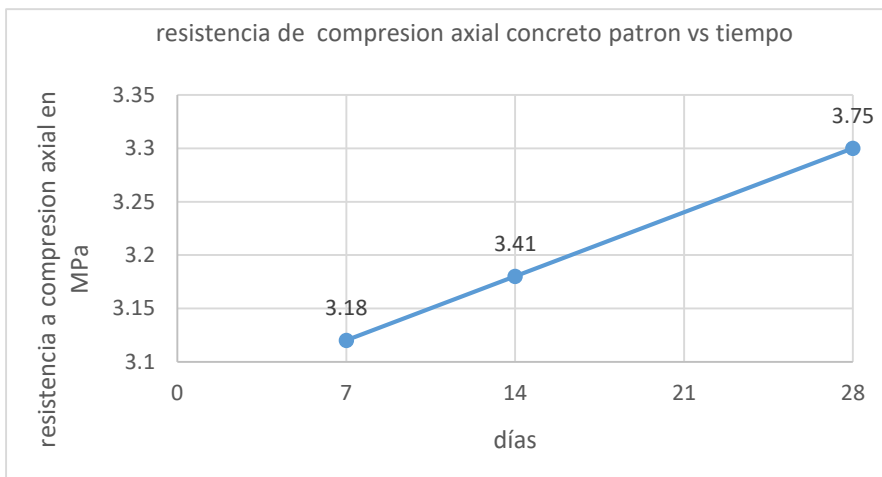
Resistencia a flexión con el 5 % de ceniza de rastrojo de Zea mays L.

ensayos a flexión al 5%	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	lectura corregido (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)
7 días	684.00	24.52	2499.97	32.47	3.18
14 días	684.00	26.27	2679.13	34.80	3.41
28 días	684.00	28.89	2946.67	38.27	3.75

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 10

Comparación de la resistencia a flexión al 5% vs tiempo



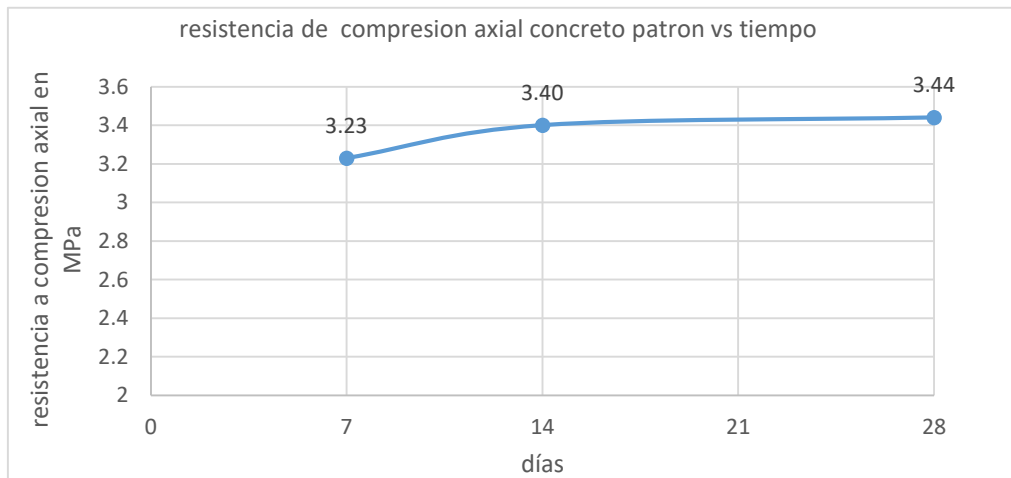
Fuente: Elaboración propia.

Nota. En prueba a 5% obtuvo resistencia el día 7 un $F'c=3.18$ MPa a los 7 días, $F'c=3.41$ MPa a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=3.75$ MPa, equivalentes en $F'c=32.47$ kg/cm² el día 7, el día 14 obtuvo una resistencia de $F'c=34.80$ kg/cm² y el día 28 una resistencia de $F'c=38.27$ kg/cm².

Tabla 63*Resistencia a flexión de concreto al 10 % de ceniza*

Ensayo de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'c= 24.5$ MPa al 10% con prueba de slump de 3.2 pulgadas					
ensayos a flexión al 10%	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia MPa
7 días	684.00	24.87	2536.00	32.94	3.23
14 días	684.00	26.18	2669.6	34.67	3.40
28 días	684.00	26.47	2699.17	35.06	3.44

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 11*Comparación de resistencia a flexión al 10 % vs tiempo*

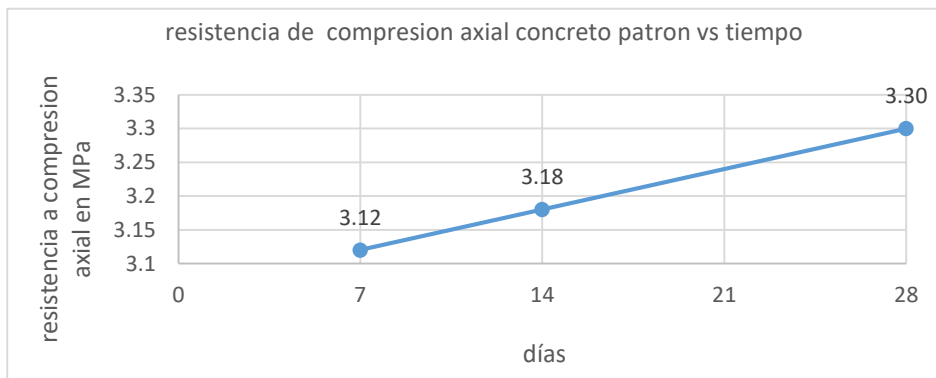
Fuente: Elaboración propia.

Nota. En prueba a 10 % el día 7 de curado alcanzo resistencia de $F'c=3.23$ MPa, $F'c=3.40$ MPa a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'c=3.44$ MPa, equivalente en $F'c=32.94$ kg/cm² a los 7 días, el día 14 se obtuvo una resistencia de $F'c=34.67$ kg/cm² y el día 28 una resistencia de $F'c=35.06$ kg/cm²

Tabla 64*Resistencia a flexión de concreto al 15 % de ceniza*

Ensayo de ruptura a flexión con resistencia específica de $F'_c = 24.5$ MPa al 15% con prueba de slump de 2.8 pulgadas					
ensayos a flexión al 15%	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial (kn)	lectura corregida (kg)	resistencia (kg/cm ²)	resistencia (MPa)
7 días	684.00	23.99	2445.97	31.77	3.12
14 días	684.00	24.51	2499.00	32.46	3.18
28 días	684.00	25.37	2587.33	33.60	3.30

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 12*Comparación de resistencia a flexión al 15% vs tiempo*

Fuente: Elaboración propia.

Nota. En prueba al 15% se obtuvo una resistencia de $F'_c = 3.12$ MPa a los 7 días, $F'_c = 3.18$ MPa a los 14 días y a los 28 días una resistencia de $F'_c = 3.30$ MPa, equivalente en $F'_c = 31.77$ Kg/cm² el día 7, el día 14 se tuvo la resistencia de $F'_c = 32.46$ Kg/cm² y el día 28 se obtuvo una resistencia de $F'_c = 33.60$ kg/cm².

Resistencia a compresión axial

Tabla 65

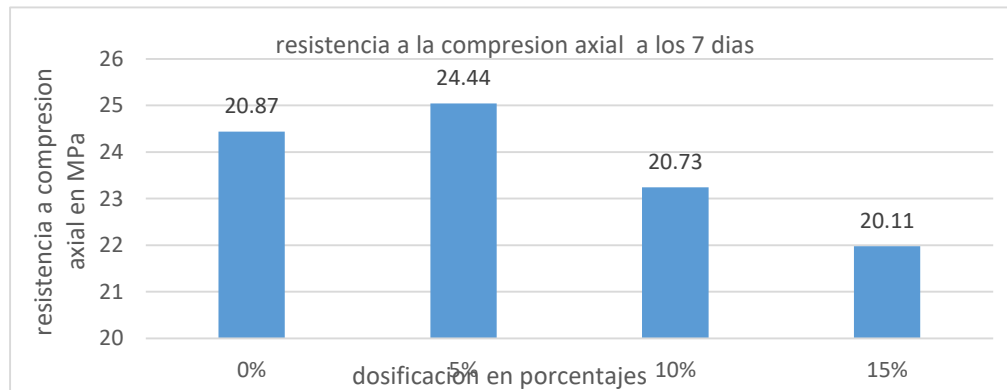
Resistencia a compresión axial a los 7 días

Resistencia a compresión axial el día 7					
diseño al %	área de testigo	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial	lectura corregida	resistencia	resistencia
	(cm ²)	(kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(MPa)
patrón	187.08	390.02	39,770.43	212.83	20.87
5 %	182.57	446.31	45509.03	249.23	24.44
10 %	182.73	378.87	38634.13	211.41	20.73
15 %	182.73	367.53	37477.78	205.09	20.11

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 13

Muestras en porcentajes el día 7



Fuente: Elaboración propia.

Nota. Haciendo un estudio comparativo de las muestras se pudo obtener una resistencia mayor al 5% con un valor de $f'c=24.44$ MPa, siendo $f'c=249.23$ kg/cm², seguido de resistencia $f'c=20.87$ MPa siendo $f'c=212.83$ Kg/cm², con el diseño patrón, a 10% con un valor de $f'c=20.73$ MPa siendo $f'c=211.41$ kg/cm², y al 15% con resistencia inferior de $f'c=20.11$ MPa siendo

$f'c=205.10 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 66

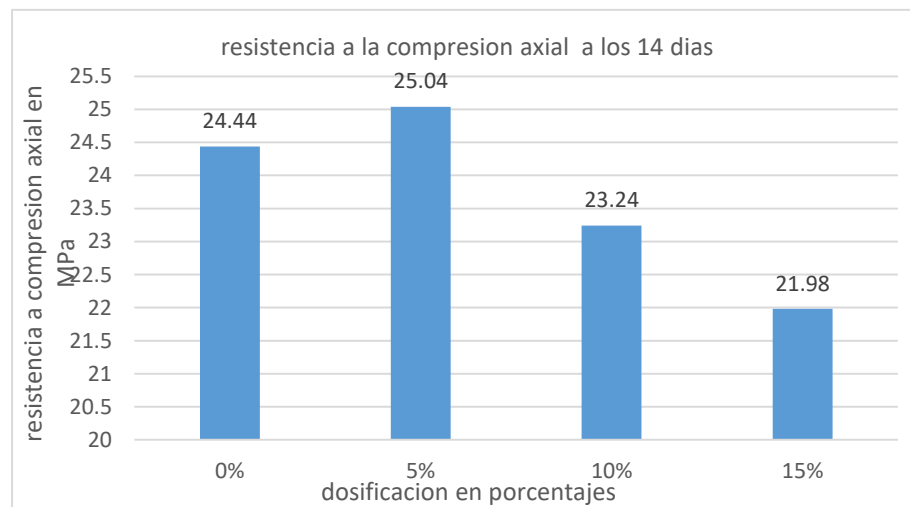
Resistencia a compresión axial los 14 días

Resistencia a compresión axial el día 14					
diseño al %	área de testigo	carga sometida		resistencia alcanzada	
	(cm ²)	lectura dial	lectura corregida	resistencia	resistencia
		(kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(MPa)
patrón	187.08	456.07	46,506.30	249.17	24.44
5 %	180.70	472.43	48,174.57	255.30	25.04
10 %	182.80	426.63	43,504.27	237.00	23.24
15%	182.80	401.87	40,978.80	224.17	21.98

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 14

Muestras en porcentajes el día 14



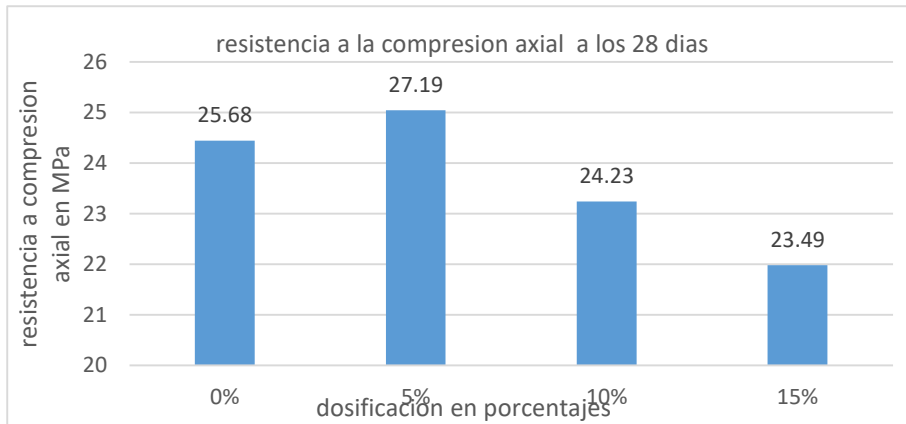
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Realizando el estudio comparativo de las muestras se pudo obtener una resistencia mayor al 5% con un valor de $F'c=25.04 \text{ MPa}$ siendo $F'c=255.3 \text{ kg/cm}^2$, seguido de resistencia $F'c=24.44 \text{ MPa}$, siendo $F'c=249.17 \text{ kg/cm}^2$, la guía patrón al 10% con un valor de $F'c=23.24 \text{ MPa}$, siendo $F'c=237.00 \text{ kg/cm}^2$ y al 15% con resistencia inferior de $F'c=21.98 \text{ MPa}$ equivalente a $F'c=224.17 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 67*Resistencia a compresión a los 28 días*

Resistencia a compresión axial a los 28 días					
diseño al %	área de testigo	carga sometida		resistencia alcanzada	
	(cm ²)	lectura dial	lectura corregida	resistencia	resistencia
		(kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(MPa)
patrón	192.36	493.06	50,277.53	261.83	25.68
5 %	181.97	494.63	50,438.30	277.23	27.19
10 %	182.47	442.20	45,091.63	247.12	24.23
15 %	182.47	428.53	43,698.00	239.48	23.49

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 15*Muestra en porcentajes el día 28*

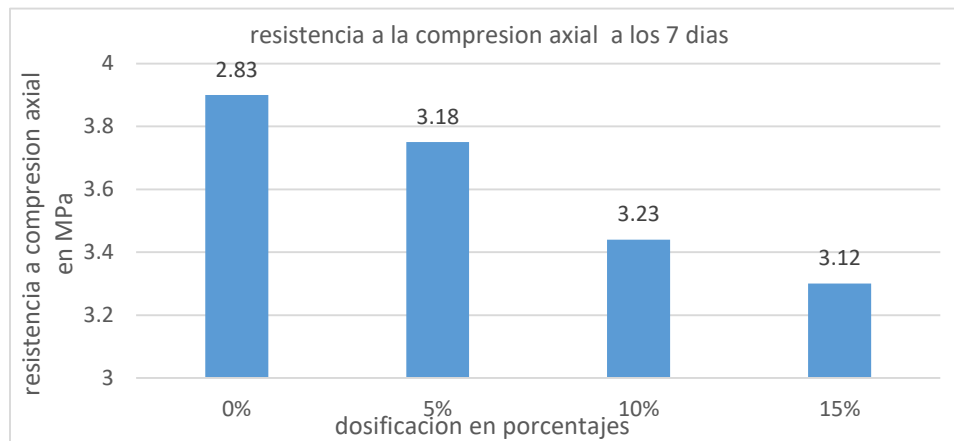
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Haciendo un estudio comparativo de las muestras se pudo obtener una resistencia mayor al 5% con un valor de $F'c=27.19$ MPa siendo $F'c=277.23$ kg/cm², seguido de una resistencia $F'c=25.68$ MPa siendo $F'c=261.83$ kg/cm², con el patrón, seguido al 10% con un valor de $F'c=24.23$ MPa siendo $F'c=247.12$ kg/cm² y al 15% con resistencia inferior de $F'c=23.49$ MPa siendo $F'c=239.49$ kg/cm².

Tabla 68*Resistencia a flexión a los 7 días*

Resistencia a flexión de concreto a los 7 días					
diseño al %	área de testigo	carga sometida		resistencia alcanzada	
	(cm ²)	lectura dial	lectura corregida	resistencia	resistencia
		(kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(MPa)
patrón	684	21.80	2223.00	28.83	2.83
5 %	684	24.52	2499.97	32.47	3.18
10 %	684	24.87	2536.00	32.94	3.23
15 %	684	23.99	2445.97	31.77	3.12

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 16*Muestra en porcentajes el día 7*

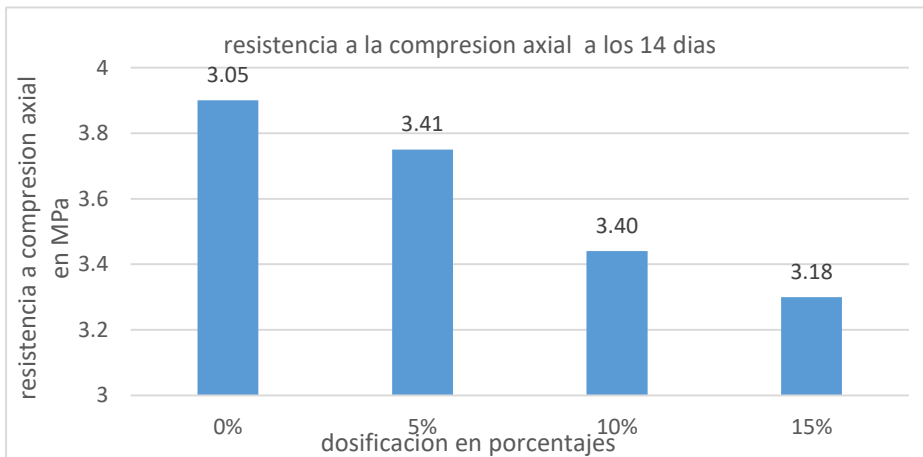
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Haciendo un estudio comparativo el día 7 se obtuvo en la muestra patrón resistencia, $F'c=2.83$ MPa siendo $F'c=28.87$ Kg/cm², al 5% dio resistencia de resistencia $F'c=3.18$ MPa siendo $F'c=32.47$ Kg/cm², siendo y al 10% una resistencia de $F'c=3.23$ MPa siendo $F'c=32.94$ kg/cm² y por último al 15 % una resistencia $F'c=3.12$ MPa siendo $F'c=31.77$ Kg/cm².

Tabla 69*Resistencia a flexión a los 14 días*

Resistencia a flexión de concreto a los 14 días					
diseño al %	área de testigo	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial	lectura. corregida	resistencia	resistencia
	(cm ²)	(kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(MPa)
patrón	684	24.68	2516.97	31.15	3.05
5 %	684	26.27	2679.13	34.80	3.41
10 %	684	26.18	2669.60	34.67	3.40
15 %	684	24.51	2499.00	32.46	3.18

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 17*Muestra en porcentajes el día 14*

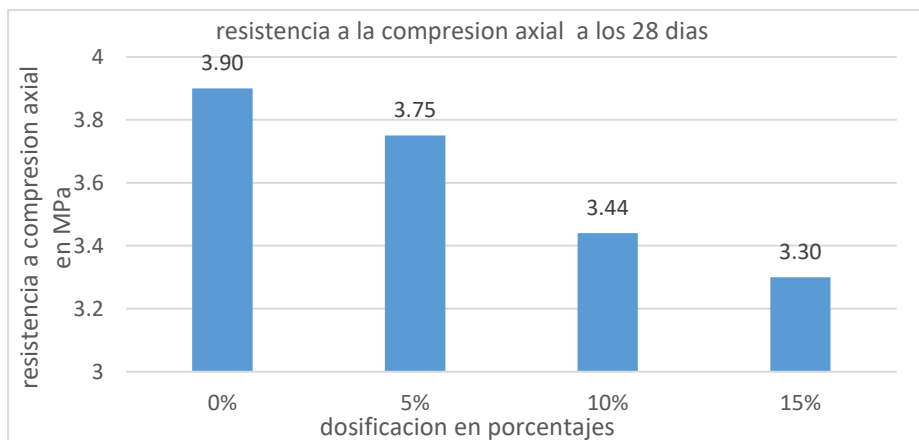
Fuente: Elaboración propia.

Nota. Haciendo un estudio comparativo a los 14 días se obtuvo una resistencia mayor al 5% en $F'c=3.41$ MPa siendo $F'c=34.80$ Kg/cm², seguido la resistencia $F'c=3.40$ MPa siendo $F'c=34.67$ kg/cm², al 10%, seguido de resistencia $F'c=3.18$ MPa siendo $F'c=32.46$ kg/cm² al 15% y por último una resistencia menor respecto del diseño patrón de $F'c=3.05$ MPa siendo $F'c=31.15$ Kg/cm².

Tabla 70*Resistencia a flexión a los 28 días*

Resistencia a flexión de concreto a los 28 días					
diseño al %	área de testigo	carga sometida		resistencia alcanzada	
		lectura dial	lectura corregida	resistencia	resistencia
	(cm ²)	(kn)	(kg)	(kg/cm ²)	(MPa)
patrón	684	31.69	3231.80	39.78	3.90
5 %	684	28.89	2946.67	38.27	3.75
10 %	684	26.47	2699.17	35.06	3.44
15 %	684	25.37	2587.33	33.60	3.30

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 18*Muestra en porcentajes el día 28*

Fuente: Elaboración propia.

Nota. Haciendo un estudio comparativo de las muestras se pudo obtener una resistencia superior con diseño patrón $F'c=39.78 \text{ kg/cm}^2$, siendo $F'c=3.90 \text{ MPa}$ seguido de resistencia $F'c=38.27 \text{ kg/cm}^2$ al 5 %, siendo $F'c=3.75 \text{ MPa}$ al 10% con resistencia $F'c=35.06 \text{ kg/cm}^2$, siendo $F'c=3.44 \text{ MPa}$ y por último una resistencia inferior con $F'c=33.60 \text{ kg/cm}^2$ al 15%, siendo $F'c=3.30 \text{ MPa}$.

4.1.2 Resultado de los objetivos específicos

Para evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de *Zea mays L.* al 5%, 10% y 15% en la resistencia a compresión axial y resistencia a flexión de concreto $F'_c=24.5$ MPa.

Se realizó el ensayo de resistencia a compresión axial y resistencia a flexión en el laboratorio de mecánica de suelos.

Resistencia a compresión axial

Tabla 71

Resistencia a compresión axial

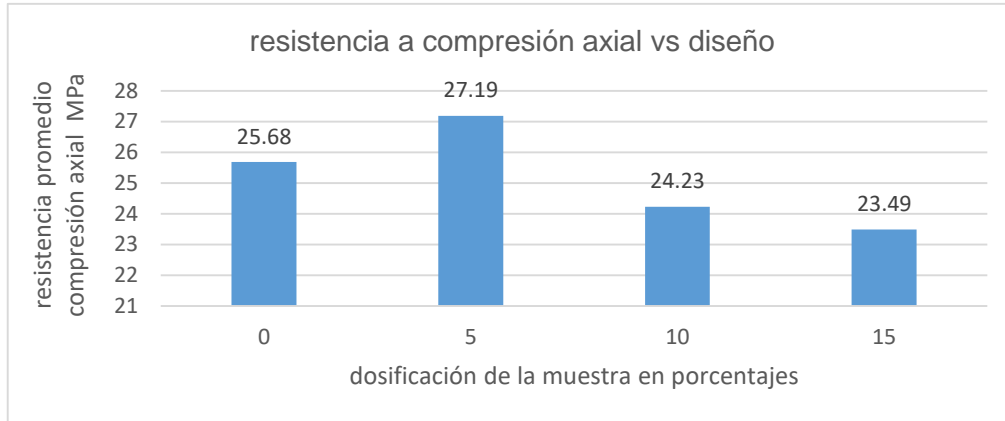
Resistencia a compresión axial de concreto con resistencia $F'_c=24.5$ MPa

diseño al %	resistencia promedio (kg/cm ²)	resistencia promedio (%)	resistencia promedio (MPa)	resistencia promedio (%)
patrón	261.83	104.81	25.68	104.81
5%	277.23	110.97	27.19	110.98
10%	247.12	98.91	24.23	98.89
15%	239.49	95.86	23.49	95.88

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 19

Resistencia a compresión axial vs diseño



Fuente: Elaboración propia.

Nota. En muestra resistencia a compresión axial muestra una mayor al con un diseño al 5% con un valor de $F'c=27.19$ MPa siendo $F'c=277.23$ kg/cm², resistencia $F'c=25.68$ MPa siendo $F'c=261.83$ kg/cm² respecto al patrón, seguido al 10% con un valor de $F'c=24.23$ MPa siendo $F'c=247.12$ kg/cm², y al 15% con resistencia inferior a $F'c=23.49$ MPa siendo $F'c=239.49$ kg/cm².

Resistencia a flexión

Tabla 72

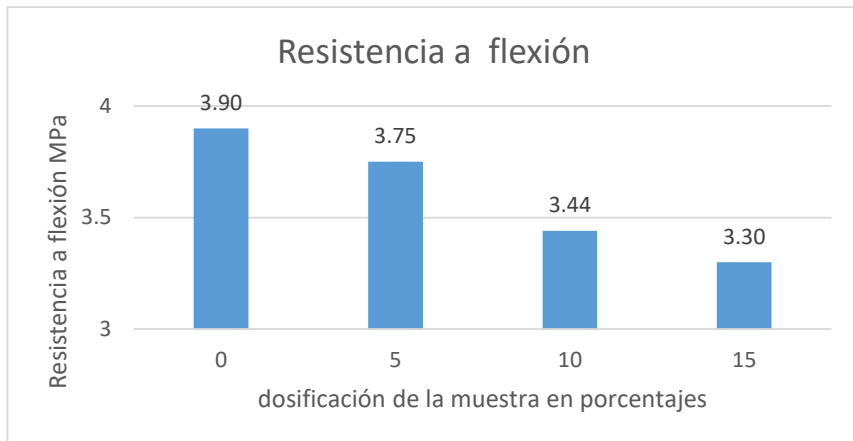
Resistencia a flexión

Resistencia a flexión del concreto con resistencia $F'c=24.5$ MPa				
diseño al %	resistencia promedio	resistencia promedio	resistencia promedio	resistencia promedio
	(kg/cm ²)	(%)	(MPa)	(%)
patrón	39.78	15.92	3.90	15.92
5%	38.27	15.32	3.75	15.31
10%	35.06	14.03	3.44	14.04
15%	33.6	13.45	3.30	13.47

Fuente: Datos de los ensayos

Figura 20

Resistencia a flexión vs diseño



Fuente: Elaboración propia.

Nota. La muestra resistencia a flexión vs el diseño tuvo muestra una mayor con diseño patrón de $F'c=3.90$ MPa siendo $F'c= 39.78$ kg/cm², seguido de resistencia $F'c=3.75$ MPa equivalente a $F'c=38.27$ kg/cm² con el diseño a 5 %, siendo seguido al 10% con un valor de $F'c=3.44$ MPa equivalente a $F'c=35.06$ kg/cm² y al 15% con resistencia inferior de $F'c=3.30$ MPa siendo $F'c=33.60$ kg/cm².

4.2 Discusión de resultados

Resultados obtenidos según el objetivo general, las pruebas de resistencia a compresión axial de concreto patrón y experimental, para pruebas patrón se vio que a los días 7 de curado hubo resistencia promedio de $F'c=212.83$ kg/cm² equivalente a $F'c=20.87$ MPa, cosa que no paso con pruebas experimentales ya que se obtuvo resistencia promedio de $F'c=24.44$ MPa, $F'c=20.73$ MPa y $F'c=20.11$ MPa en sus dosificaciones del 5%,10%,15% de ceniza. El día 14 de curado fue de $F'c=24.44$ MPa para muestra patrón y $F'c=25.04$ MPa, $F'c=23.35$ MPa y $F'c=21.98$ MPa en sus dosis del 5%,10%y 15% respectivamente, para el día 28 de curado es de $F'c=25.68$ MPa para

muestra patrón, $F'_c=27.19$ MPa, $F'_c=24.23$ MPa y $F'_c=23.49$ MPa con la dosificación a 5%,10% y 15%, donde se evidencia que tanto el patrón como el experimental cumplen lo indicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones, sobrepasando 85% y 100%, llegando a lograr la resistencia muy óptima. De la misma forma los estudios realizados por coyasamin y arráyala que resistir la compresión máxima dada, empleando ceniza de cascarilla de arroz el día 14 con 15% da resistencia promedio $F'_c=221.53$ Kg/cm² equivalente en $F'_c=21.73$ MPa. Establece resistir a compresión máxima dada, usando ceniza del bagazo de caña de azúcar el día 14 con 15%, da resistencia promedio $F'_c=248.23$ Kg/cm² siendo $F'_c=24.34$ MPa. Estos resultados son muy parecidos con la presente investigación, Muñoz y Rodríguez presentaron resultados antagónicos al de coyasamin y arrayala manifestando los resultados mostraron que agregar Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar no mejora propiedades físico-mecánicas de concreto empezó la dosis a 5% de reemplazo da valores cerca de la muestra patrón en el prueba a compresión, en resultados de ensayo de resistencia a flexionar concreto patrón y experimental, para el patrón el día 7 de curado hubo resistencia promedio $F'_c=28.87$ kg/cm² siendo $F'_c=2.83$ MPa, pero con el experimental hubo resistencia promedio $F'_c=32.47$ kg/cm² siendo $F'_c=3.18$ MPa, $F'_c=32.94$ kg/ cm² siendo $F'_c=3.23$ MPa y $F'_c=31.77$ kg/ cm² siendo $F'_c=3.12$ MPa en sus dosificaciones a 5%,10%,15%. El día 14 de curado es $F'_c=31.15$ kg/cm² siendo $F'_c=3.05$ MPa para el patrón y $F'_c=34.80$ kg/cm² siendo $F'_c=3.41$ MPa, $F'_c=34.67$ kg/cm² siendo $F'_c=3.40$ MPa y $F'_c=32.46$ kg/ cm² siendo $F'_c=3.18$ MPa en sus dosificaciones a 5%,10% y 15%. Para el día 28 de curado es $F'_c=39.81$ kg/cm² siendo $F'_c=3.90$ MPa para el patrón, $F'_c=38.27$ kg/cm² siendo $F'_c=3.75$ MPa , $F'_c=35.06$ kg/cm² siendo $F'_c=3.44$ MPa y $F'_c=33.60$ kg/ cm² siendo $F'_c=3.30$ MPa con la dosificación a 5%,10% y 15%, viendo que tanto el patrón como el experimental cumplen lo indicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones, sobrepasando un 85% y 100%, llegando a la resistencia muy óptima, los

resultados experimentales confirman que la ceniza de rastrojo de maíz tiene características puzolánicas, ceniza rastrojo de *Zea mays* L. comparte propiedades químicas con el cemento Portland Tipo I; y se concluye, que tiene propiedades cementantes, que en contacto con el agua se endurece. Se pudo observar que los testigos elaborados con ceniza de rastrojo de *Zea mays* L.

Resultados obtenidos según los objetivos específicos, se obtuvo mejor resistencia a compresión axial, resistencia optima y superior que el concreto patrón a una dosificación al 5% en 6.19 % y resistencia a flexión en 0.61 % se define que influye de manera significativa negativa respecto al concreto patrón $F'c=24.5$ MPa, con adición de ceniza de rastrojo de *Zea mays* L. el día 28 de curado, y se concluye, que el cemento obtenido es alcalino, y se demostró en los resultados, por ende, se demuestra que favorece en resistencia.

4.3 Prueba de hipótesis

4.3.1 Hipótesis General

La ceniza de rastrojo de *Zea mays* L. como sustituto parcial del cemento influye en la resistencia mecánica de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.

4.3.1.1 (Hipótesis Nula) H_0 : La ceniza de rastrojo de *Zea mays* L. como sustituto parcial del cemento *no* influye en la resistencia mecánica de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, Provincia de Abancay, región Apurímac – 2020

4.3.1.2 (Hipótesis Alternativa) H_1 : La ceniza de rastrojo *Zea mays* L. como sustituto parcial del cemento influye en la resistencia mecánica de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 0,05$.

Hipótesis nula (H_0) $\mu_1=\mu_2$

Hipótesis alternativa (H1) $\mu_1 > \mu_2$

Tabla 73

Prueba de hipótesis general compresión axial

Prueba de hipótesis general resistencia a compresión axial					
				t tabulado	
Adición de cenizas de <i>Zea mays L.</i>	Tc (t calculada)	g.l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				límite Inferior	límite Superior
	3.2524	3.00	0.0356	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con evidencia afirmo que adicionar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* influye en el comportamiento de la resistencia mecánica de concreto $F'_c=24.5$ MPa.

Tabla 74

Prueba de hipótesis general flexión

Prueba de hipótesis general resistencia a flexión					
				t tabulado	
Adición de cenizas de <i>Zea mays L.</i>	Tc (t calculada)	g. l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	límite Superior
	4.2389	3.00	0.0012	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con evidencia afirmo que adicionar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* influye en el

comportamiento de la resistencia mecánica de concreto $F'c=24.5$ MPa

4.3.2 Hipótesis específicas

4.3.2.1 Hipótesis específica 1: La ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%,10% y 15% influye en resistencia a compresión axial de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.

Ho: La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%,10% y 15% no influye en resistencia a compresión axial de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Hi: La ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%,10% y 15% influye en la resistencia a compresión axial de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 0,05$.

Hipótesis nula (Ho) $\mu_1=\mu_2$

Hipótesis alternativa (H1) $\mu_1>\mu_2$

Tabla 75

Prueba de hipótesis específica 1 compresión axial al 5% de ceniza

Prueba de hipótesis específica 1 resistencia a compresión axial 5%					
				t tabulado	
Adición de cenizas del <i>Zea mays L.</i> 15%	Tc (t calculada)	g. l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	límite Superior
	5.2889	3.00	0.0056	2.3534	$+\infty$

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser “t” hallada mayor que “t” tabular.

Conclusión: Con evidencia estadística afirmo que adicionar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* al 5% influye en el comportamiento a la resistencia axial de concreto $F'_c=24.5$ MPa.

Tabla 76

Prueba de hipótesis específica 1 compresión axial al 10 % de ceniza

Prueba de hipótesis específica 1 resistencia a compresión axial 10%					
				t tabulado	
Adición de cenizas del <i>Zea mays L.</i> al 10%	tc(t calculada)	g.l	sig. Al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	3.8569	3.00	0.0025	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con evidencia estadística afirmo que adicionar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* al 10% influye en el comportamiento a la resistencia axial de concreto.

Tabla 77

Prueba de hipótesis específica 1 compresión axial al 15 % cenizas

Prueba de hipótesis específica 1 resistencia a compresión axial 15%					
				t tabulado	
Adición de cenizas del <i>Zea mays L.</i> al 15%	tc(t calculada)	g.l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	4.9853	3.00	0.0456	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con evidencia estadística afirmo que agregar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* al 15% influye en el comportamiento a la resistencia axial del concreto

4.3.2.2 Hipótesis específica 2: La ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%,10% y 15% influye en la resistencia a flexión de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.

Ho: La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento 5%,10% y 15% no influye en la resistencia a flexión de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020.

Hi: La ceniza rastrojo de *Zea mays L.* como sustituto parcial del cemento al 5%,10% y 15% influye en la resistencia a flexión de concreto $F'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.

Nivel de Significancia (alfa) $\alpha = 0,05$.

Hipótesis nula (Ho) $\mu_1=\mu_2$

Hipótesis alternativa (H1) $\mu_1>\mu_2$

Tabla 78

Prueba de hipótesis específica 2 compresión axial a 5 % ceniza

Prueba de hipótesis específica 2 resistencia a flexión 5%					
t tabulado					
Adición de cenizas del <i>Zea mays L.</i> al 5%	tc(t calculada)	g.l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	6.4989	3.00	0.0381	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con evidencia estadística se afirma que agregar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* a 5% influye en comportamiento a la resistencia a flexión de concreto

Tabla 79

Prueba de hipótesis específica 2 compresión axial al 10 % ceniza

Prueba de hipótesis específica 2 resistencia a compresión axial 10%					
t tabulado					
Adición de cenizas del <i>Zea mays L.</i> al 10%	Tc (t calculada)	g. l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	2.8935	3.00	0.0272	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con evidencia estadística se afirma que agregar ceniza rastrojo de *Zea mays L.* a 10% influye en comportamiento a resistencia a flexión de concreto

Tabla 80

Prueba de hipótesis específica 2 compresión axial al 15% ceniza

Prueba de hipótesis específica 2 resistencia a compresión axial 15%					
t tabulado					
Adición de cenizas del <i>Zea mays L.</i> al 15%	Tc (t calculada)	g. l	sig. al (5%) unilateral	95% de intervalo de confianza de diferencia	
				límite Inferior	limite Superior
	5.8124	3.00	0.0190	2.3534	+ ∞

Fuente: datos procesados de los ensayos

Decisión: Rechazo de hipótesis nula, por ser t hallada mayor que t tabular.

Conclusión: Con pruebas estadísticas se afirma que agregar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* al 15% influye en comportamiento a resistencia a flexión del concreto.

Conclusiones

Conclusión 1

Se estableció que la relación de incremento porcentual de la ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* y la resistencia mecánica es inversamente proporcional, según esto se afirma que a más aumento de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* reduce la resistencia mecánica del concreto, obteniendo mejor resistencia mecánica con la dosis al 5% de ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* en $F'_c=27.19$ MPa, con el 10% se obtuvo $F'_c=24.23$ MPa y con el 15% fue $F'_c=23.49$ MPa, teniendo una diferencia respecto al concreto patrón a los 7 días de curado en $F'_c=1.58$ MPa, a los 14 días en $F'_c=1.45$ MPa y a los 28 días en $F'_c=2.19$ MPa, comparando con el diseño patrón hay una diferencia significativa positiva de la resistencia axial y variación de resistencia a flexión significativa negativa. Siendo las diferencias de resistencia promedio a los 28 días de curado en compresión axial de 6.17% y a flexión en 0.61%.

Conclusión 2

La resistencia a compresión axial incrementa cuando se sustituye ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* al 5%, respecto al concreto patrón $F'c=24.5$ MPa de ceniza incorporada generando una influencia positiva, por eso a menor porcentaje de ceniza mejor resistencia, siendo la dosificación al 5% con mejores resultados de resistencia a compresión axial en $F'c=27.19$ MPa a los 28 días con porcentaje de 110.98 %, mientras que la muestra patrón presento resistencia al 28 día curado con resistencia axial de concreto en $F'c=25.68$ MPa, con un porcentaje de 104.81 % existiendo una diferencia de resistencia promedio en 6.17% entre concreto patrón y concreto con sustitución al 5%, existe influencia positiva en cuanto al agregar ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* por presencia de silicio (óxido de silicio) en un 18.64%, con el 10 % se obtuvo el resultado de $F'c=24.23$ MPa a los 28 días con porcentaje de 98.89 %, existiendo una diferencia de resistencia promedio respecto al concreto patrón en 5.92 %, existe influencia negativa y con el 15% se obtuvo el resultado de $F'c=23.49$ MPa a los 28 días con porcentaje de 95.88 %, existiendo una diferencia de resistencia promedio respecto al concreto patrón en 8.93 %, existiendo influencia negativa.

Conclusión 3

La resistencia a flexión, disminuye reemplazando con ceniza de rastrojo de *Zea mays L.* es decir, en mayor porcentaje menor resistencia a flexión , respecto al concreto patrón $F'c=24.5$ MPa generando un efecto negativo , siendo la dosificación al 5% con buenos resultados de resistencia el día 28, con resistencia $F'c=3.75$ MPa con porcentaje 15.31%, mientras la muestra patrón presento una resistencia de $F'c= 3.90$ MPa con porcentaje de 15.92 %, con una diferencia de resistencia en 0.61 % entre concreto patrón y sustituido a 5% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* con el 10 % se obtuvo el resultado de $F'c=3.44$ MPa a los 28 días con porcentaje de 14.04 %, existiendo una diferencia de resistencia promedio respecto al concreto patrón en 1.88 %, existe

influencia significativa negativa y con el 15% se obtuvo el resultado de $F'c=3.30$ MPa a los 28 días con porcentaje de 13.47 %, existiendo una diferencia de resistencia promedio respecto al concreto patrón en 2.45 %, existiendo influencia significativa negativa.

Recomendaciones

Recomendación 1

Hacer un análisis previo de agregados en un laboratorio de mecánica de suelos para saber si tiene condiciones que pide la norma, previo al desarrollo de diseño de mezcla. Así también motiva a investigar sobre la ceniza rastrojo de *Zea mays L.* para crear testigos y viguetas, por tener un parecido en composición química de cemento portland Tipo I, y así saber su conducta a dosis elevadas en pruebas de resistencia axial y flexión del concreto.

Recomendación 2

Realizar estudios con dosificación menor a 3.0% de ceniza rastrojo de *Zea mays L.* para saber si hay incremento en la resistencia a compresión axial, más del que se obtuvo en esta investigación.

Recomendación 3

Evaluar la resistencia a flexión mayor a los 28 días de curado con adición de ceniza de rastrojo de

Zea mays L. al 5%,10% y 15% respecto al concreto patrón para saber su comportamiento según las dosis de cenizas de rastrojo de *Zea mays L.*

Bibliografía

Abanto, F. (1998). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.

<https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>

Absalon. (2008). *Influencia en el diseño de mesaca de agregados*. Venezuela: Universidad de los Andes.

http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/7/TDE-2010-05-05T05:20:33Z-863/Publico/Absalon_Salas.pdf

Aquino, J., Herrera, M., Cayo, N., Cachaca, G., & J, B. (2021). *Evaluación de la resistencia a la compresión de bloques de suelo-cemento con la incorporación de Ceniza de Cáscara de Arroz (CCA)*. Brasil.

<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/CINPAR.2021.100>

Askeland, D., & Fulay, W. (2011). *Ciencia e Ingeniería de materiales*. Mexico: CENGAGE Learning.

https://www.academia.edu/42140323/Ciencia_e_ingenieria_de_materia_Askeland_Donald_R_Wright_We_Not_mine_

ASOCEM. (2019). *Indicadores internacionales de cemento al 2018*. ASOCEM.

http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/reporte_estadistico_2019

Benitez, V. (2015). *Nuevas tendencias en* . Mexico: Instituto de Ingeniería UNAM.

Bocanegra, C. (2018). *Sustitución de 5 y 10% de cemento por ceniza de tusa de maíz en la resistencia a la compresión de un mortero*. Chimbote: Universidad San Pedro.

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5480>

Caiza, K. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ($f'c =$*

- 240 kg/cm²), *hormigón con adición de microsílíce y hormigón con adición de ceniza de cáscara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración “jaime vaca”*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/25571>
- Caro, J. (2018). *Resistencia de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de cemento en 5% y 10% por ceniza de hoja de maíz*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5433?show=full>
- Cherre, D., & Sandoval, I. (2019). *Influencia de las cenizas de rastrojo de maiz sobre la resistencia a la compresion axial y la consistencia en un concreto de $F'c=210$ kg/cm²*. Piura: Universidad Nacional de Piura.
- <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/2201>
- Chicaiza, V. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26499>
- Coyasamin, O. (2016). *“Análisis comparativo de la resistencia da compresión del hormigón tradicional con hormigón adicionado con cenizas de cascara de arroz (CCA) y hormigón adicionado con cenizas de bagazo de caña de azúcar”*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.
- <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/23482>
- De la Riva, T. (2015). *Propiedades del concreto*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Escalera, A., Paya, J., Borrachero, M., Soriano, L., & Monzo, J. (2015). *Estudio De morteros de*

- cemento portland con ceniza de rastrojo de maíz: posibilidades de uso en construcciones rurales*. Valencia: Universidad Politècnica de València.
- http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3677/Pacco_Mescco_Juan_Francisco.pdf?sequence=1
- Eyhérbide. (2010). *Manejo del Cultivo de Maíz*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Fernandez, S. (2009). *Evaluacion de concretos puzolanicos elaborados con contenido ceniza de hoja de maíz para uso estructural*. Caracas: Universidad Central de Venezuela.
- <http://saber.ucv.ve/handle/10872/11261>
- Galicia, M. y. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con gregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm²*. Peru.
- <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/348>
- Gutierrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construccion*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9302>
- Harmsen, T. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Peru.
- https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12149/LA_TORRE_ESQUIVEL_JOHN_ELVIS.pdf?sequence=1
- INEI. (2021). *Consumo interno de cemento* . Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Lopez, J. (2018). *Resistencia a la comprensión de un concreto $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo el cemento por 10% de ceniza de tusa de maíz y 5% de ceniza de cola de caballo*. Chimbote: Universidad San Pedro.

http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7976/Tesis_58443.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Muñoz, C., & Rodriguez, E. (2021). *efecto de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en las propiedades del concreto*. Chiclayo: Rev. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación.

<https://doi.org/10.26495/icti.v8i2.1904>

Muñoz, M. (2017). *Resistencia característica a compresión axial de ladrillo de concreto al incorporar ceniza de cascara de arroz*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12675>

Olarte, Z. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las canteras de la ciudad de Andahuaylas*. Abancay: Universidad Tecnológica de los Andes.

[https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/100/1/Tesis-](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/100/1/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf)

[Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf](https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/100/1/Tesis-Estudio%20de%20la%20calidad%20de%20los%20agregados%20de%20las%20principales%20canteras%20de%20la%20ciudad.pdf)

Orrala, f., & Gomez, F. (2015). *Estudio de la resistencia a la compresión del Hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena*. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena.

[https://1library.co/document/qmjxm54q-estudio-resistencia-compresion-hormigon-](https://1library.co/document/qmjxm54q-estudio-resistencia-compresion-hormigon-obtenida-calcinacion-producido-provincia.html)
[obtenida-calcinacion-producido-provincia.html](https://1library.co/document/qmjxm54q-estudio-resistencia-compresion-hormigon-obtenida-calcinacion-producido-provincia.html)

Pasino, I. (2006). *Diseño en concreto armado*. Peru.

[https://es.scribd.com/document/434455920/Ottazzi-Pasino-Gianfranco-Libro-de-](https://es.scribd.com/document/434455920/Ottazzi-Pasino-Gianfranco-Libro-de-Concreto-Armado-PDF)
[Concreto-Armado-PDF](https://es.scribd.com/document/434455920/Ottazzi-Pasino-Gianfranco-Libro-de-Concreto-Armado-PDF)

Pasquel, E. (1998). *Temas de Tecnología de Concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del Peru.

- <https://pdfcoffee.com/topicos-de-tecnologia-de-concreto-en-el-perupdf-4-pdf-free.html>
- Perez, J., & Merino, M. (2009). *Definicion de Influencia*. Significado de. com.
- Pytel, A., & Singer, F. (1994). *Resistencia de materiales*. Madrid: Mc Graw Hill.
- https://www.academia.edu/40898660/Resistencia_de_materiales_Resistencia_de_materiales
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima: ICG.
- <https://dokumen.tips/documents/1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf.html>
- Rivva, L. (2010). *Materiales para el Concreto*. Lima: ICG.
- <https://dokumen.tips/documents/materiales-para-el-concreto-enrique-rivva-lopezpdf.html>
- Sosa, A. (2008). *Evaluacion quimica de cenizas de cascarilla de arroz ,bagazo de caña y hojas de maiz y su influencia en mezclas de mortero ,como materiales puzolanicos*. Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7330/Ruiz%20Rodr%C3%ADguez%20Anel%20Jussarha%20\(Tesis%20Parcial\).pdf?sequence=5](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/7330/Ruiz%20Rodr%C3%ADguez%20Anel%20Jussarha%20(Tesis%20Parcial).pdf?sequence=5)
- Visvesvaraya, H. (1986). *Recycling of agricultural wastes with special emphasis on rissk husk ash. Use ofvegetable plants & their fibers as building materials*. Bagdad: Joint Symposium.
- http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000400006
- Zavaleta, S. (2018). *Resistencia a la compresión de ladrillo de concreto, sustituyendo en 23% al cemento por una combinación de conchas de abanico al 15% y rastrojo de maíz al 8%*. Chimbote: Universidad San Pedro.
- https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USPE_2ec05d878467889c527db627605af561#:~:text=https%3A//purl.org/pe%2Drepo/ocde/ford%232.01.01

Zuniga, R., & Apaza, W. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión axial de pilas y compresión diagonal de muretes de albañilería, sin tarrajeo, con tarrajeo y tarrajeo reforzado con soga driza utilizando ladrillos king kong de 18 huecos y blocker*. Cuzco : Universidad Andina del Cuzco.

<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1308>

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Formato de control de resistencia axial

Anexo 03: Formato de control de flexión

Anexo 04: Declaración personal de autenticidad de no plagio

Anexo1

Matriz de consistencia

Matriz de consistencia							
Título	Análisis de la influencia de la sustitución parcial de cemento por ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i> en la resistencia mecánica de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac - 2020						
Planteamiento	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	
<i>Problema general</i>	<i>Objetivo general</i>	<i>Hipótesis general</i>	<i>Variable independiente</i>			Metodología	
¿Cuál es la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i> en la resistencia mecánica de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020?	Evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> en la resistencia mecánica de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020.	La ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> como sustituto parcial del cemento influye en resistencia mecánica de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020.	Porcentaje de sustitución parcial.	Cantidad de ceniza de rastrojo de <i>Zea mays L.</i>	Sustitución parcial en porcentaje de 5%,10% y 15%.		Formato de laboratorio de mecánicas de suelos.
<i>Problemas específicos</i>	<i>Objetivos específicos</i>	<i>Hipótesis específicos</i>	<i>Variable dependiente</i>				
¿Cuál es la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo <i>Zea mays L.</i> al 5%, 10% y 15% en la resistencia a	Evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> en la resistencia a compresión axial de concreto $f'c=24.5$	La ceniza rastrojo de <i>Zea mays L.</i> como sustituto parcial del cemento influye en resistencia a compresión axial de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de	Parámetros de resistencia Mecánica.	Resistencia a compresión axial.	Resistencia a edad de 7 días. Resistencia a edad de 14 días resistencia a edad de 28 días	Formatos de evaluación de resistencia a compresión axial.	
						Diseño: Experimental porque, se va a manipular la variable independiente para ser evaluado en la variable dependiente.	

<p>compresión axial de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020?</p>	<p>MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020.</p>	<p>Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020</p>					<p>Población: Briquetas y viguetas, evaluados a resistencia axial y flexión patrón $f'c=24.5$.</p>
<p>¿Cuál es la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo Zea mays L. al 5%, 10% y 15% en la resistencia a flexión de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020?</p>	<p>Evaluar la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza rastrojo de Zea mays L. en la resistencia a flexión de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac- 2020.</p>	<p>La ceniza rastrojo de Zea mays L. como sustituto parcial del cemento influye en resistencia a flexión de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de Abancay, región Apurímac – 2020</p>	<p>Resistencia a flexión.</p>		<p>Resistencia a edad de 7 días. Resistencia a edad de 14 días resistencia a edad de 28 días</p>	<p>Formatos de evaluación de resistencia a flexión.</p>	<p>Muestra: 36 briquetas y 36 viguetas.</p> <p>Técnica: Observación directa.</p> <p>Instrumento: Formatos de laboratorio de mecánica de suelos.</p>

Anexo 4

**DECLARACIÓN PERSONAL DE AUTENTICIDAD Y DE NO
PLAGIO**

Yo, Yesenia Juárez Torvisco Identificado con D.N.I.70784322

De la Escuela Profesional de ingeniería civil, autora de la Tesis titulada:

Análisis de la influencia de la sustitución parcial del cemento por ceniza de rastrojo de *Zea mays*

L. en la resistencia mecánica de concreto $f'c=24.5$ MPa, distrito de Abancay, provincia de
Abancay, región Apurímac – 2020

DECLARO QUE

El tema de tesis es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, no es una copia, no hay ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de otras tesis, obra, artículo, memoria, etc., sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que posean derechos de autor.

Abancay, 18 de Diciembre de 2022.

Tesista: Yesenia Juárez Torvisco

D.N.I:70784322

Panel Fotográfico

Procedimientos con Adición de Ceniza Rastrojo de *Zea Mays L.*



Recolección del rastrojo de Zea mays L.



Recolección del rastrojo de Zea mays L.



Quemado del rastrojo de Zea mays L.



Ceniza del rastrojo de Zea mays L.

Quemado del Rastrojo de Zea mays L.



Ceniza del rastrojo de Zea mays L.



*Obtención de la ceniza para pasar por el
tamiz n# 50*



*Pasando por el tamiz número n# 50 para
más fino*



Determinación de la cantera de agregados grueso y fino



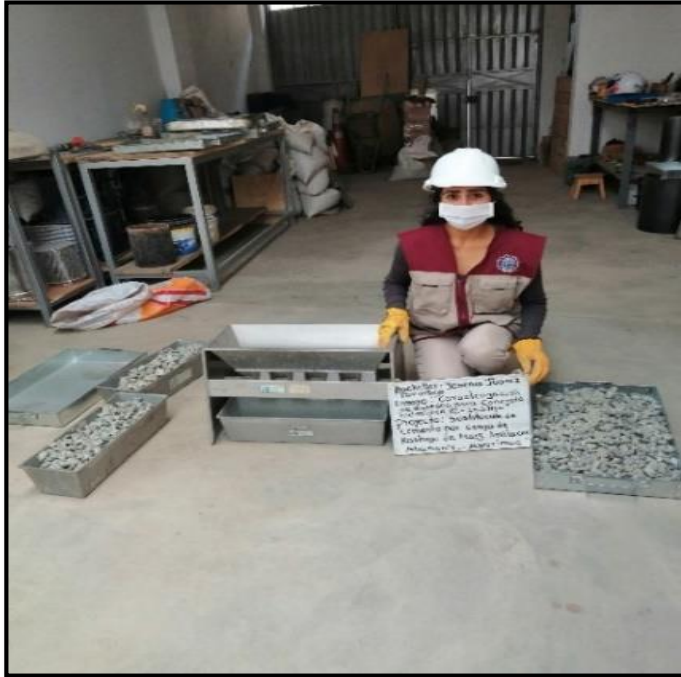
Realizando el cuarteo del agregado grueso



Uso de las mallas para realizar la granulometría por tamizado



Obtención de los pesos en cada malla



Uso de las mallas para la granulometría por tamizado



Obtención de los pesos en cada malla

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO



Colocando agua al picnómetro para medir el peso del material



se procede a medir el descenso del material

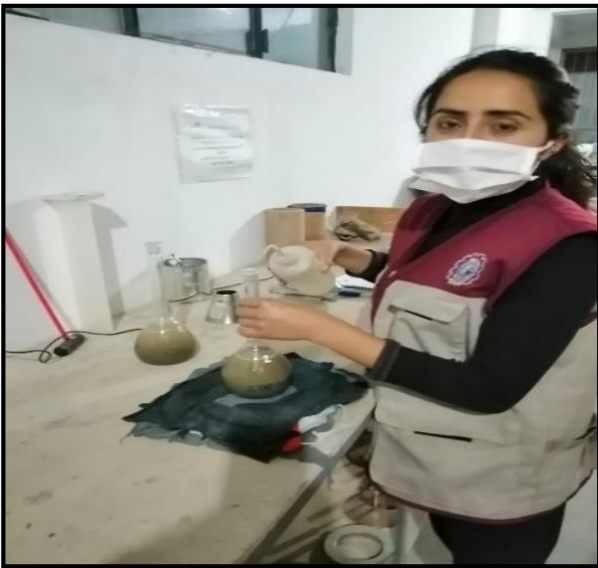
PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO



Peso compacto del agregado grueso



peso de la muestra compactado



Retirando las burbujas de aire dentro del picnómetro



peso de la muestra dentro del picnómetro



Prueba del revenimiento



Colocado del concreto en las briquetas



Curado de las briquetas



Rotulado de cada briqueta



Probeta a ensayar



Tipos de falla prueba a compresión axial



Medición de la vigueta



Rotulado de la vigueta



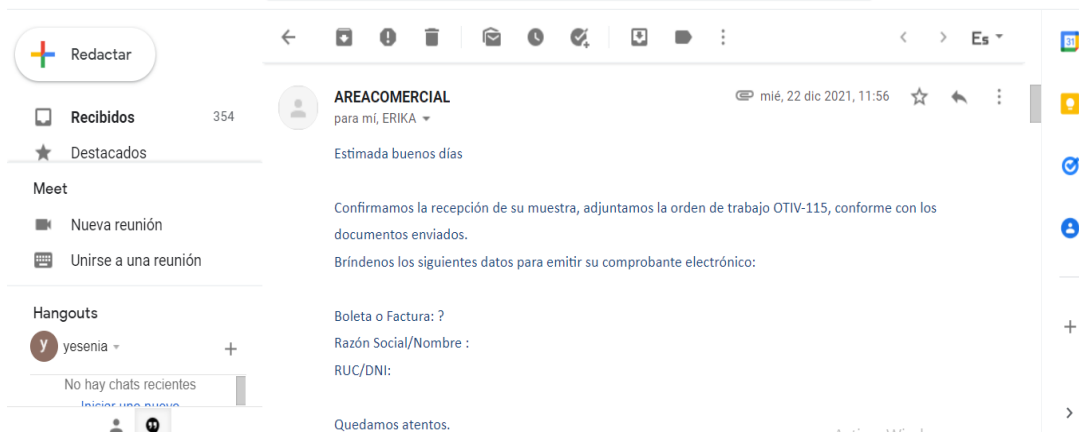
Probeta a ensayar



Tipos de falla prueba a compresión axial



Envío de la muestra de ceniza a laboratorio BIZALAB



Correo
de

recepcion de la muestra



Correo de recepcion de los resultados del laboratorio de BIZALAB



INFORME DE ENSAYO

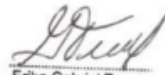
ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X DE UNA MUESTRA

Para:

Yesenia Juarez Torvisco

Aprobado por:

Gerente General: Erika Gabriel



Erika Gabriel Tuesta
Licenciada en Química
Gerente General
BIZALAB S.A.C.

Informe de Ensayo No: OTIV-115			
REV	EDICION	EMITIDO PARA	FECHA
0	Primera	Información	27-Dic-2021
<p>Descargo de Responsabilidad: Los resultados de los ensayos pertenecen solo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas del Producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce.</p>			

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	3
II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X.....	4
Muestra 1	4
III. ANEXOS	5

I. INTRODUCCION

A solicitud de Yesenia Juarez Torvisco, se ha realizado el análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX) de una muestra.

La muestra se recibió en consistencia granulada, húmeda y en cantidad apropiada para el análisis a realizar. El servicio corresponde a la orden de trabajo OTIV-115.

En el análisis químico por FRX se realizó la determinación semicuantitativa de los elementos desde el sodio (Z=11) al uranio (Z=92). Los elementos que no se reportan no han sido detectados por el equipo, debido a que se encuentran por debajo del límite de detección del elemento respectivo. El método de preparación aplicado a la muestra fue pastilla prensada.

II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**Muestra 1****Análisis Químico
Semicuantitativo**

Elemento	%
K	20.01
Si	18.64
P	4.39
Ca	3.72
Mg	1.90
Al	0.42
S	0.40
Cl	0.38
Fe	0.32
Na	0.12
Zn	0.05
Mn	0.02
Sr	0.01

III. ANEXOS**OBSERVACIONES:**

- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa-masa (g/g).
- ppm: Relación masa-masa ($\mu\text{g/g}$).
- Límite de Detección de la técnica (L.D.): 100 ppm.

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS FRX:

Equipo:	Espectrómetro
Tipo:	Longitud de onda dispersiva (WDXRF)
Ánodo	Pd (50kV, 4mA)
Temperatura de ambiente:	24 °C
Collimador:	S2
Cristales:	RX25, PET y LIF200
Detectores:	Contador de Centelleo y de Flujo.



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISION DE OBRAS CIVILES

DIRECCION: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CEL: mov.944983689 - Claro, 951268402
 Correo: geomat@hire@gmail.com, beikarman@gmail.com

SOLICITANTE : BACH.YESEÑA JUAREZ TORVISCO

PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE ZEA
MAYS L EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO f' C= 24.5 Mpa, DISTRITO DE ABANCAY,
 PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO
 NORMAS TECNICAS: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO

FECHA: 06/07/2020

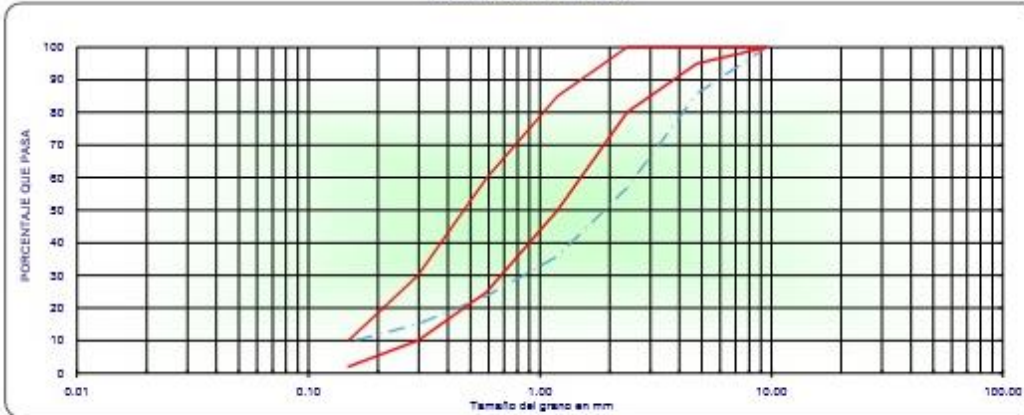
UBICACIÓN : PACHACHACA ABANCAY

HECHO POR: Y.J.T

MUESTRA : M-1

TAMIZ Nº (A.S.T.M.)	ABERTURA EN. mm.	PE SO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/4"	19.050						Tamaño Max. : 3/8"
1/2"	12.700						Peso Total (gr.) : 1843.0
3/8"	9.525						
1/4"	6.350					100	
Nº 4	4.750	262.0	14.2	14.2	85.8	95 - 100	Modulo de Fineza : 3.73
Nº 8	2.380	532.6	28.9	43.1	56.9	80 - 100	Observaciones:
Nº 10	2.000		0.0	43.1	56.9		
Nº 16	1.190	387.5	21.0	64.1	35.9	50 - 85	
Nº 20	0.840		0.0	64.1	35.9		
Nº 30	0.590	222.3	12.1	76.2	23.8	25 - 60	
Nº 40	0.420		0.0	76.2	23.8		
Nº 50	0.297	161.1	8.7	84.9	15.1	10 - 30	
Nº 80	0.177		0.0	84.9	15.1		
Nº 100	0.149	102.4	5.6	90.5	9.5	2 - 10	
Nº 200	0.074	51.2	2.8	93.3	6.7		

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERV.: _____



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
CEL: mov.944983689 - Claro. 951288402

SOLICITANTE : BACH.YESEÑA JUAREZ TORVISCO

PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE
ZEAMAYS L EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO: f'c= 24.5 Mpa,
DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURÍMAC - 2020

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUEBO

NORMAS TÉCNICAS: NTC 204, ASTM C 136, AASHTO T 27

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO

FECHA: 06/07/2020

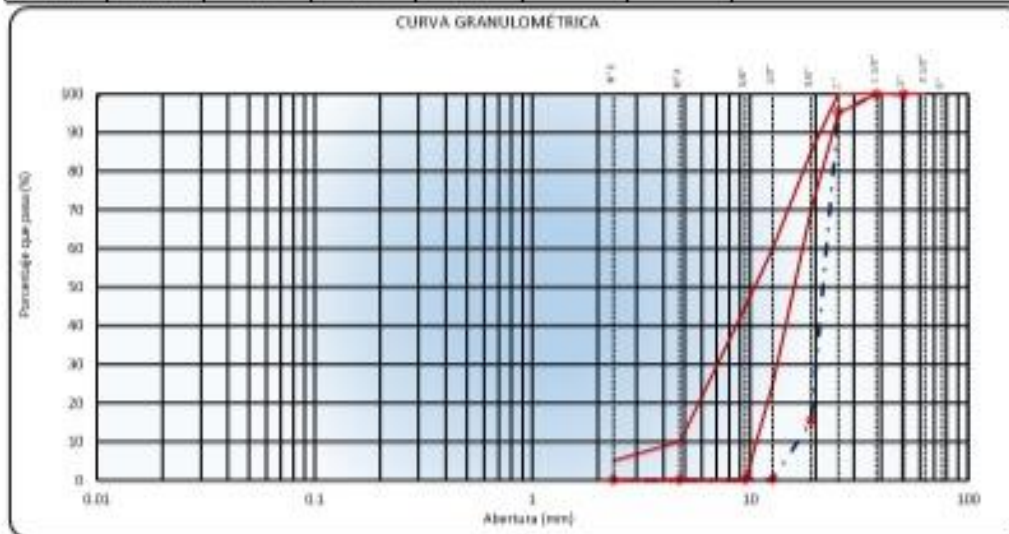
UBICACIÓN : PACHACHACA ABANCAY

HECHO POR: Y.J.T

MUESTRA : M - 1

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	AG-3	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500					-	Tamaño Max. : 1 1/2"
2"	50.800				100.0	-	Peso Total (gr.) : 8540.0 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	100	
1"	25.400	405.0	4.7	4.7	95.3	95 - 100	
3/4"	19.000	6012.0	70.3	84.0	15.4	-	
1/2"	12.500	1310.0	15.1	68.7	31.3	25 - 68	
3/8"	9.525	7.0	0.1	68.8	31.2	-	
Nº 4	4.750	3.0	0.0	68.8	31.2	0 - 31	
Nº 8	2.360	5.0	0.1	68.9	31.1	0 - 31	
< 1/8"	Fondo	7.0	0.1	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones:



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas

CEL: mov.944983689 - Claro. 951268402

Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarman@gmail.com

SOLICITANTE BACH: YESENIA JUAREZ TORVISCO

PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE **ZE A**

MAYS L EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa, DISTRITO DE ABANCAY,

PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO

MTC E 206, ASTM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : MURILLO

FECHA: 06/07/2020

UBICACIÓN : PACHACHACA ABANCAY

HECHO POR: Y.J.T

MUESTRA : M - 1

AGREGADO GRUE 80	PE 80 UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	16606	16550	16704
Peso de molde (gr.)	8686	8686	8686
Peso neto de material (gr.)	7920	7864	8018
Volumen del molde (cm ³)	4414	4414	4414
Peso unitario suelto (gr/cm ³)	1.794	1.782	1.816
PROMEDIO DE PE 80 UNITARIO (gr/cm³)	1.787		

AGREGADO GRUE 80	PE 80 UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	17816	17804	17800
Peso de molde (gr.)	8686	8686	8686
Peso neto de material (gr.)	9130	9118	9114
Volumen del molde (cm ³)	4414	4414	4414
Peso unitario compactado (gr/cm ³)	2.068	2.066	2.065
PROMEDIO DE PE 80 UNITARIO (gr/cm³)	2.068		

Observaciones:



GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 CÉL: mov.944983689 - Claro. 951288402

SOLICITANTE: BACH.YESENIA JUAREZ TORVISCO

PROYECTO: ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE ZEA
 MAYS L EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa, DISTRITO DE ABANCAY,
 PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

PE SO UNITARIO DE AGREGADO GRUE SO MTC E 206 , A STM C 29

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA :	MURILLO	FECHA:	06/07/2020
UBICACIÓN :	PACHACHACA ABANCAY	HECHO POR:	Y.J.T
MUESTRA :	M - 1		

AGREGADO GRUE SO	PE SO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	28018	28016	28126
Peso de molde (gr.)	8148	8148	8148
Peso neto de material (gr.)	19870	19868	19978
Volumen del molde (cm3)	14078	14078	14078
Peso unitario suelto (gr/cm3)	1.412	1.411	1.419
PROMEDIO DE PE SO UNITARIO (gr/cm3)	1.414		

AGREGADO GRUE SO	PE SO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)	29862	29764	29920
Peso de molde (gr.)	8148	8148	8148
Peso neto de material (gr.)	21714	21616	21772
Volumen del molde (cm3)	14078	14078	14078
Peso unitario compactado (gr/cm3)	1.543	1.536	1.547
PROMEDIO DE PE SO UNITARIO (gr/cm3)	1.542		

Observaciones:



GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov. 944983689 Claro. 951268402
 Correo: geomatjhre@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. YESENIA JUAREZ TORVISCO
 PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE ZEA MAYS L. EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
 DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

FECHA : 05/09/2020
 HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.078, ASTM C 78

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. (F _{cc}) (kg/cm ²)	ELEMENTO	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	BASE (mm)	LARGO (mm)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	TIPO DE ROTURA		CARGA SOMETIDA			RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
				MOLDEO (día)	ROTURA (día)								TERCIO MEDIO	FUERA DEL TERCIO B	Lec. DIAL (kn)	Lec. Convj (kg)	RESIST. (kg/cm ²)		
1	1	249.83	MUESTRA PATRON	05/09/2020	12/09/2020	7	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		21.81	2224.0	28.88	28.83	se rompió dentro de tercio central
	2	249.83		05/09/2020	12/09/2020	7	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		21.70	2212.7	28.74		
	3	249.83		05/09/2020	12/09/2020	7	4	152.00	151.00	152.0	450.0	684.00	X		21.79	2221.9	28.86		
2	4	249.83	MUESTRA PATRON	05/09/2020	19/09/2020	14	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		23.64	2410.6	31.31	31.15	se rompió dentro de tercio central
	5	249.83		05/09/2020	19/09/2020	14	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		23.41	2387.1	31.00		
	6	249.83		05/09/2020	19/09/2020	14	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		23.52	2398.3	31.15		
3	7	249.83	MUESTRA PATRON	05/09/2020	03/10/2020	28	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		29.97	3066.0	39.89	39.78	se rompió dentro de tercio central
	8	249.83		05/09/2020	03/10/2020	28	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		30.25	3084.6	40.06		
	9	249.83		05/09/2020	03/10/2020	28	4	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		29.89	3047.9	39.89		



Roberto Acuña Huaman

ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149478



GEOMAT SERV E.I.R.L

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas

Cel mov. 944983689 Claro. 951268402

Correo: geomatjhre@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. YESENIA JUAREZ TORVISCO
 PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE
 RASTROJO DE ZEA MAYS L. EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
 DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

FECHA : 09/04/2021

HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: NTP 339.078, ASTM C 78

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. F'c (kg/cm²)	ELEMENTO	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	BASE (mm)	LARGO (mm)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	TIPO DE ROTURA		CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA		OBSERVACIONES
				MOLDEO	ROTURA								TERCIO MEDIO	FUERA DEL TERCIO II	Lec. DIAL (kn)	Lec. Carreg (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm²)	
				(día)	(día)														
1	1	249.83	ADICION DE, 5.0% DE CRMA ROTURA A FLEXIÓN	12/03/2021	19/03/2021	7	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		24.52	2500.3	32.47	32.47	se rompio dentro de tercio central
	2	249.83		12/03/2021	19/03/2021	7	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		24.05	2452.4	31.85		
	3	249.83		12/03/2021	19/03/2021	7	3.6	152.00	151.00	152.0	450.0	684.00	X		24.98	2547.2	33.08		
2	4	249.83	ADICION DE, 5.0% DE CRMA ROTURA A FLEXIÓN	12/03/2021	26/03/2021	14	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		26.14	2665.5	34.62	34.60	se rompio dentro de tercio central
	5	249.83		12/03/2021	26/03/2021	14	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		26.41	2693.0	34.98		
	6	249.83		12/03/2021	26/03/2021	14	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		26.27	2678.6	34.79		
3	7	249.83	ADICION DE, 5.0% DE CRMA ROTURA A FLEXIÓN	12/03/2021	09/04/2021	28	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		28.34	2889.8	37.53	38.27	se rompio dentro de tercio central
	8	249.83		12/03/2021	09/04/2021	28	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		29.35	2992.8	38.87		
	9	249.83		12/03/2021	09/04/2021	28	3.6	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		29.00	2967.1	38.41		



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149476



GEOMAT SERV E.I.R.L.

GEOMAT SERV E.I.R.L

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES

DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb Las Americas

Cel mov.944983689 Claro. 951268402

Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH.YESENIA JUAREZ TORVISCO
PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE ZEA MAYS L. EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

FECHA : 09/04/2021

HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

NORMAS TÉCNICAS: NTP 539.078, ASTM C 78

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. $f_{c'} (kg/cm^2)$	ELEMENTO	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)	BASE (mm)	LARGO (mm)	ÁREA DE TESTIGO (cm ²)	TIPO DE ROTURA		CARGA SOMETIDA		ESISTENCIA ALCANZADA		OBSERVACIONES
				MOLDEO	ROTURA								TERCO MEDIO	FUERA DEL TERCO II	Lec. DIAL (kn)	Lec. Correg (kg.)	RESIST. (kg/cm ²)	RESIST. PROMEDIO (kg/cm ²)	
				(día)	(día)														
1	1	249.83	ADICION DE, 10.0% DE CRMA ROTURA A FLEXIÓN	12/03/2021	19/03/2021	7	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		24.52	2500.3	32.47	32.94	se rompio dentro de tercio central
	2	249.83		12/03/2021	19/03/2021	7	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		25.11	2560.5	33.26		
	3	249.83		12/03/2021	19/03/2021	7	3.2	152.00	151.00	152.0	450.0	684.00	X		24.98	2547.2	33.08		
2	4	249.83	ADICION DE, 10.0% DE CRMA ROTURA A FLEXIÓN	12/03/2021	26/03/2021	14	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		26.14	2665.5	34.82	34.67	se rompio dentro de tercio central
	5	249.83		12/03/2021	26/03/2021	14	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		26.13	2664.5	34.61		
	6	249.83		12/03/2021	26/03/2021	14	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		26.27	2676.6	34.79		
3	7	249.83	ADICION DE, 10.0% DE CRMA ROTURA A FLEXIÓN	12/03/2021	09/04/2021	28	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		26.55	2707.3	35.16	35.06	se rompio dentro de tercio central
	8	249.83		12/03/2021	09/04/2021	28	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	X		26.29	2680.8	34.82		
	9	249.83		12/03/2021	09/04/2021	28	3.2	152.0	151.0	152.0	450.0	684.00	x		26.57	2709.3	35.19		



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
INGENIERO CIVIL
CIP. 149478



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov. 944983689 Claro, 951268402
 Correo: geomatjhre@gmail.com, beicarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH. YESENIA JUAREZ TORVISCO
 PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE ZEA MAYS L. EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
 DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

FECHA : 10/04/2021
 HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 23

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. F'c (kg/cm²)	DISEÑO	ROTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lee. DIAL (kn)	Lee. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	249.83	ADICION DE, 15.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	13/03/2021	20/03/2021	7	2.8	183.0	376.8	38422.3	209.96	84.04	82.09	
	2	249.83			13/03/2021	20/03/2021	7	2.8	182.5	358.1	36515.5	200.08	80.09		
	3	249.83			13/03/2021	20/03/2021	7	2.8	182.7	367.7	37494.4	205.22	82.15		
2	4	249.83	ADICION DE, 15.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	13/03/2021	27/03/2021	14	2.8	183.2	401.2	40910.4	223.31	89.38	90.34	
	5	249.83			13/03/2021	27/03/2021	14	2.8	182.7	391.7	39941.6	218.82	87.51		
	6	249.83			13/03/2021	27/03/2021	14	2.8	182.5	412.7	42083.0	230.88	94.12		
3	7	249.83	ADICION DE, 15.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	13/03/2021	10/04/2021	28	2.8	182.2	431.1	43959.3	241.27	96.57	95.86	
	8	249.83			13/03/2021	10/04/2021	28	2.8	182.7	419.8	42807	234.30	93.78		
	9	249.83			13/03/2021	10/04/2021	28	2.8	182.5	434.7	44326	242.88	97.22		



ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149478



GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov. 944983689 Claro. 951268402
 Correo: geomatjhire@gmail.com, belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH.YESENIA JUAREZ TORVISCO

FECHA : 10/04/2021

PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE
 RASTROJO DE ZEA MAYS L. EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
 DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGOS	RESIST. DE ESPECIF. F'c (kg/cm²)	DISEÑO	ROTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Lec. DIAL (kn)	Lec. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	249.83	ADICION DE, 10.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	13/03/2021	20/03/2021	7	3.2	183.0	376.2	38360.1	209.62	83.90	84.62	
	2	249.83			13/03/2021	20/03/2021	7	3.2	182.5	383.3	39084.1	214.18	85.72		
	3	249.83			13/03/2021	20/03/2021	7	3.2	182.7	377.1	38448.8	210.45	84.24		
2	4	249.83	ADICION DE, 10.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	13/03/2021	27/03/2021	14	3.2	183.2	416.7	42490.9	231.84	92.84	98.91	
	5	249.83			13/03/2021	27/03/2021	14	3.2	182.7	421.0	42929.4	234.87	94.05		
	6	249.83			13/03/2021	27/03/2021	14	3.2	182.5	442.2	45091.1	247.07	100.85		
3	7	249.83	ADICION DE, 10.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	13/03/2021	10/04/2021	28	3.2	182.2	447.3	45511.2	280.34	100.20	98.91	
	8	249.83			13/03/2021	10/04/2021	28	3.2	182.7	454.0	46294	253.39	101.43		
	9	249.83			13/03/2021	10/04/2021	28	3.2	182.5	425.3	43366	237.62	95.11		

ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149478



GEOMAT SERV E.I.R.L
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4, Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH.YESENIA JUAREZ TORVISCO
 PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE *ZEAMAYS L.* EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
 DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

FECHA : 10/04/2021
 HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 23

N° DE SERIE	N° DE TESTIGOS	RESIST. DE ESPECIF. (f'c) (kg/cm²)	DISEÑO	ROTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (días)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (día)	ROTURA (día)				Let. DIAL (kn)	Let. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	249.83	ADICION DE, 5.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	12/03/2021	19/03/2021	7	3.6	181.5	454.0	46289.3	255.04	102.08	99.77	
	2	249.83			12/03/2021	19/03/2021	7	3.6	184.1	459.1	46817.5	254.30	101.79		
	3	249.83			12/03/2021	19/03/2021	7	3.6	182.1	425.8	43418.8	238.43	95.44		
2	4	249.83	ADICION DE, 5.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	12/03/2021	29/03/2021	14	3.6	179.8	448.5	45733.5	254.36	101.81	102.85	
	5	249.83			12/03/2021	29/03/2021	14	3.6	181.5	454.4	46335.2	255.29	102.19		
	6	249.83			12/03/2021	29/03/2021	14	3.6	180.8	454.2	46314.6	256.17	104.56		
3	7	249.83	ADICION DE, 5.0% DE CRMA	ROTURA AXIAL	12/03/2021	09/04/2021	28	3.6	181.0	474.8	48415.4	267.49	107.07	110.94	
	8	249.83			12/03/2021	09/04/2021	28	3.6	182.6	488.1	49772	272.57	109.10		
	9	249.83			12/03/2021	09/04/2021	28	3.60	182.3	521.0	53126	291.42	116.65		



Roberto Acuña Huaman
ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149476



GEOMAT SERV E.I.R.L
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 SUPERVISIÓN DE OBRAS CIVILES
 DIRECCIÓN: Pasaje Montevideo Mz D Lote N° 4. Urb Las Americas
 Cel mov.944983689 Claro. 951268402
 Correo:geomatjhire@gmail.com,belcarmar@gmail.com

SOLICITANTE : BACH.YESENIA JUAREZ TORVISCO
 PROYECTO : ANALISIS DE LA INFLUENCIA DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DEL CEMENTO POR CENIZA DE RASTROJO DE ZEA MAYS L. EN LA RESISTENCIA MECANICA DE CONCRETO F' C= 24.5 Mpa
 DISTRITO DE ABANCAY, PROVINCIA DE ABANCAY, REGIÓN APURIMAC - 2020

FECHA : 05/09/2020
 HECHO POR : Y.J.T

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22

N° DE SERIE	N° DE TESTIGO	RESIST. DE ESPECIF. F'c (kg/cm²)	DISEÑO	ROTURA	FECHA DE ENSAYO		EDAD (dias)	SLUMP (Pulg.)	ÁREA DE TESTIGO (cm²)	CARGA SOMETIDA		RESISTENCIA ALCANZADA			% REQUERIDO REFERENCIAL
					MOLDEO (dia)	ROTURA (dia)				Let. DIAL (kn)	Let. CORREG. (kg.)	RESIST. (kg/cm²)	RESIST. (%)	RESIST. PROMEDIO (%)	
1	1	249.83	MUESTRA PATRON	ROTURA AXIAL	05/09/2020	12/09/2020	7	4	183.5	378.5	38595.6	210.3	84.19	86.20	
	2	249.83			05/09/2020	12/09/2020	7	4	181.7	381.2	38871.0	213.9	85.83		
	3	249.83			05/09/2020	12/09/2020	7	4	182.7	384.0	39156.5	214.3	85.79		
2	4	249.83	MUESTRA PATRON	ROTURA AXIAL	05/09/2020	19/09/2020	14	4	182.5	453.0	46192.4	253.1	101.31	100.39	
	5	249.83			05/09/2020	19/09/2020	14	4	184.2	441.2	44969.2	244.2	97.76		
	6	249.83			05/09/2020	19/09/2020	14	4	181.8	446.0	45478.6	250.2	102.11		
3	7	249.83	MUESTRA PATRON	ROTURA AXIAL	05/09/2020	03/10/2020	28	4	181.5	477.2	46660.1	266.1	107.31	104.81	
	8	249.83			05/09/2020	03/10/2020	28	4	183.6	461.5	47059	256.3	102.60		
	9	249.83			05/09/2020	03/10/2020	28	4	183.1	468.9	47814	261.1	104.52		


 ROBERTO ACUÑA HUAMAN
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 149476