



UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO E INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de
chala de maíz –Ayacucho 2023**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS

Bachiller en Ingeniería Civil

Asesor:

MEDRANO LIZARZABURU EITHEL

LINEA DE INVESTIGACIÓN

DESARROLLO DE MATERIALES COMPUESTOS

CHICLAYO – PERÚ

2023

SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO:

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F_c=280$ KG/CM² CON ADICIONES DE CENIZA DE CHALA DE MAÍZ – AYACUCHO 2023”, presentada como requisito para optar el título profesional de Ingeniero civil y sustentada por

CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS

BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

ASESOR

Aprobada por los siguientes miembros de jurado

.....
PRESIDENTE

.....
SECRETRIO

.....
VOCAL

Fecha de sustentación

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres y a Dios por el deseo de superación y amor que me brindaron todos los días de mi vida, las cuales han sabido guiar por el buen camino y la verdad, así poder honrar a mi familia por los conocimientos adquiridos en esta casa de estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por brindarme apoyo incondicional en mis estudios porque si no fueran ellos no hubiera podido salir adelante y gracias a todos mis maestros por sus conocimientos impartidos, estoy seguro que las metas que yo he planteado en mi vida, darán buenos frutos y por eso me esforzara para cumplir con cada una de ellas.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS adscrito a la escuela profesional de ingeniería civil de la facultad de Arquitectura, urbanismo, ingenierías y arte & Diseño de la Universidad Particular de Chiclayo, identificado con DNI 40972073, con la tesis TITULADA **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F^C=280 \text{ KG/CM}^2$ CON ADICIONES DE CENIZA DE CHALA DE MAÍZ –AYACUCHO 2023"**

Declaro bajo juramento que:

1. Se ha cumplido con las normas internacionales, referencias, citas textuales para cada fuente consultada, por lo consiguiente la presente tesis no es plagiada.
2. La tesis es de mi suma autoría
3. La presente tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente.
4. Los cálculos realizados son auténticos y no falsificados o repetidos, por lo que servirán como aporte para otras investigaciones.

Si hay fraude (datos falsos), plagio (información que no cita al autor), plagio (representar de una manera nueva que su investigación ha sido publicada), infracción de derechos de autor (utilizar ilegalmente la información de otras personas) o falsificación (distorsión (otros ' pensamientos), soporto las sanciones correspondientes a mis acciones y en particular respecto a las disposiciones del estudio del estatuto universitario.

Chiclayo, 03 de Abril del 2023



CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
DNI: 40972073

PRESENTACIÓN

Señores miembros de Jurado:

En cumplimiento del reglamento de grados y títulos de la Universidad Particular de Chiclayo presentamos ante ustedes la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $F^C=280$ KG/CM² CON ADICIONES DE CENIZA DE CHALA DE MAÍZ - AYACUCHO 2023” con el objetivo de Determinar la resistencia a compresión de un concreto con adiciones de ceniza de chala de maíz.

En cumplimiento con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero civil.

Índice

Carátula	i
Página de jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	ix
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del problema	1
1.3 Objetivos	2
1.4 Hipótesis.....	2
1.5 Justificación.....	3
II. BASES TEORICAS	4
2.1 Antecedentes.....	4
2.2 Marco teórico.....	5
III. METODOLOGÍA	10
3.1 Tipo de estudio	10
3.2 Diseño de Investigación	10
3.3 Identificación de Variables.....	10
3.4 Población y Muestra	12
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.6 Procedimientos de análisis de datos.....	13
3.7 Aspectos éticos	13

IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÒN	30
VI. CONCLUSIÒN.....	33
VII. RECOMENDACIÒN	34
VIII. REFERENCIAS	35
IX. ANEXOS.....	37

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	11
Tabla 2. Muestra	12
Tabla 3. Resultado del cálculo de contenido de humedad para el agregado fino	14
Tabla 4. Resultado del cálculo de contenido de humedad para el agregado grueso	14
Tabla 5. Análisis granulométrico del agregado fino	15
Tabla 6. Análisis granulométrico del agregado grueso	15
Tabla 7. Cálculo de peso unitario suelto del agregado fino	16
Tabla 8. Cálculo de peso unitario compactado del agregado fino	16
Tabla 9. Cálculo de peso unitario suelto del agregado grueso	17
Tabla 10. Cálculo de peso unitario compactado del agregado grueso	17
Tabla 11. Cálculo de peso específico y absorción del agregado fino	18
Tabla 12. Cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso	19
Tabla 13. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón	20
Tabla 14. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 5% de Chala de maíz.	21
Tabla 15. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 10% de Chala de maíz.	21
Tabla 16. Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 12.5% de Chala de maíz. ...	21
Tabla 17. Cálculo de peso unitario de la mezcla	22
Tabla 18. Cálculo de asentamiento de la mezcla	22
Tabla 19. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón	23
Tabla 20. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 5% de chala de maíz.	24
Tabla 21. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 10% de chala de maíz.	24
Tabla 22. Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 12.5% de chala de maíz.	25

Índice de figuras

Figura 1. Comparación de la resistencia a compresión del concreto	25
---	----

RESUMEN

El presente trabajo de investigación estudia los valores de resistencia a la compresión y asentamiento de concreto adicionado con ceniza de chala de maíz; para obtener mayores valores de las propiedades de resistencia a la compresión. La tesis tuvo como finalidad de mejorar la resistencia a la compresión de un concreto simple con adiciones de ceniza de chala de maíz, en porcentajes 0 %, 5 %; 10%, 12.5%, frente a un concreto patrón, determinado la variación de la consistencia del concreto en estado fresco.

La industria del cemento es responsable de cerca del 5% del total de las emisiones del CO² generados por el hombre, por esta razón se ha generado estudios y campañas para disminuir la huella de carbón que genera la producción actual del cemento. Materiales con componentes puzolánicos han sido utilizados en las últimas décadas como sustituto parcial del cemento Portland en mezclas de concreto, con la finalidad de mejorar sus propiedades del concreto, minimizar el impacto ambiental y reducir los costos.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, asentamiento de concreto, ceniza de chala de maíz

ABSTRACT

The present research work studies the values of resistance to compression and settlement of concrete added with ash from corn husks; to obtain higher values of compressive strength properties. The purpose of the thesis was to improve the compressive strength of a simple concrete with additions of corn husk ash, in percentages 0%, 5%; 10%, 12.5%, against a concrete pattern, determined the variation of the consistency of the concrete in the fresh state.

The cement industry is responsible for about 5% of the total CO₂ emissions generated by man, for this reason studies and campaigns have been generated to reduce the carbon footprint generated by the current production of cement. Materials with pozzolanic components have been used in recent decades as a partial substitute for Portland cement in concrete mixes, in order to improve their concrete properties, minimize environmental impact, and reduce costs.

Keywords: Compressive strength, concrete settlement, corn husk ash

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El cemento portland es un material muy utilizado en la construcción de casas, puentes, carreteras y más. actualmente existe gran interés en encontrar materiales cementosos que aumenten la resistencia mecánica. Las cenizas volantes son mejor conocidas por sus propiedades de mejora de la resistencia utilizadas en mezclas de concreto; las cenizas volantes de cáscara de maíz también se consideran un material puzolánico debido a su alto contenido de sílice y alúmina, que junto con los hidróxidos de calcio forman un material cementoso.

Este estudio evalúa el impacto de la adición de ceniza de chala de maíz en la resistencia a la compresión y el comportamiento reológico del concreto, con el objetivo de optimizar sus propiedades mecánicas. Se investigan distintas proporciones de sustitución (0 %, 5 %, 10 % y 12.5 %) para determinar su efecto en la resistencia estructural y en la fluidez de la mezcla en estado fresco, proporcionando información clave para el desarrollo de materiales sostenibles y de alto rendimiento en la construcción.

La industria del cemento representa aproximadamente el 5% del total de las emisiones humanas de CO₂, por lo que se están tomando medidas e investigaciones para reducir la huella de carbono de la producción actual de cemento.

En los últimos años, se ha optado por incorporar materiales con propiedades puzolánicas como alternativa parcial al cemento Portland en la producción de hormigón. Esta estrategia busca optimizar las características del material, minimizar el impacto ambiental derivado de su fabricación y disminuir los costos asociados a su producción. (Olara y Gómez, 2020).

En la ciudad de Ayacucho, no se han realizado investigaciones previas sobre la incorporación de ceniza de cáscara de maíz en el concreto convencional. Ante esta

ausencia de estudios, se propuso integrar este material en las mezclas de concreto con el propósito de evaluar su influencia en la resistencia a la compresión. Como parte del análisis, se incluyó ceniza de cáscara de maíz en nuevas formulaciones de concreto para observar posibles mejoras en sus propiedades mecánicas.

Por lo tanto, se pretende encontrar el punto óptimo de resistencia a la compresión mediante la adición de ceniza de cáscara de maíz para lograr valores de resistencia a la compresión en comparación con el concreto estándar, reduciendo así el consumo de cemento en el diseño de mezcla tradicional, dando como resultado un diseño de mezcla optimización de los recursos del proceso. (Galicía y Velázquez, 2020).

1.2 Formulación del problema

Ante ello se plantea ¿Cuál es el óptimo la evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz –Ayacucho 2023?

1.3 Objetivos

Objetivo general

Evaluar la resistencia a compresión de un concreto con adiciones de ceniza de chala de maíz–Ayacucho 2023.

Objetivos específicos

- Evaluar cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los agregados de la mezcla de concreto de alta resistencia de 280 kg/cm^2
- Comparar la resistencia a compresión del concreto de alta resistencia y de los concretos de la ceniza de chala de maíz al 0%; 5%; 10%, 12.5%.
- Formula el porcentaje óptimo de ceniza de chala de maíz para mejorar la compresión del concreto de alta resistencia de 280 kg/cm^2

1.4 Hipótesis

Si la aplicación de ceniza de chala de maíz en el concreto entonces aumentará la resistencia a la compresión de un concreto en la ciudad de Ayacucho-2023.

1.5 Justificación

La relevancia de este estudio radica en que la adición de ceniza de cáscara de maíz al concreto podría contribuir a disminuir el impacto ambiental y optimizar ciertas características tanto físicas como mecánicas del concreto hidráulico, tales como su resistencia a la compresión y su facilidad de manipulación durante el proceso de construcción.

En resumen, este trabajo experimental promoverá y contribuirá al desarrollo de un nuevo concreto que reemplace parcialmente al cemento que toma en cuenta diferentes cantidades de ceniza de hoja de maíz. Una vez finalizado el estudio se podrá comprobar si la introducción de puzolanas artificiales obtenidas de la calcinación de la cáscara de maíz tiene un efecto directo sobre la resistencia a la compresión.

II. BASES TEÓRICAS

2.1 Antecedentes

Internacional.

Ecuador, Orrala & Gómez, (2019) se indica que la incorporación de cenizas procedentes del cultivo de maíz, las cuales contienen propiedades puzolánicas, influye en la resistencia a la compresión del hormigón. Estas cenizas, utilizadas como reemplazo parcial del cemento Portland en proporciones del 5 %, 10 % y 15 %, fueron integradas en una mezcla base con una resistencia de 280 kg/cm². Los ensayos realizados revelaron que la resistencia media alcanzada fue de 312.120 kg/cm².

Se llevaron a cabo ensayos en probetas con adiciones del 5 %, 10 % y 15 % de ceniza, obteniéndose resistencias de 338.36 kgf/cm², 378.49 kgf/cm² y 324.15 kgf/cm², respectivamente. Los resultados indicaron que la proporción del 10 % fue la más eficiente, logrando un aumento del 11.56 % en la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia.

Nacionales

Piura, Vásquez & Vigil, (2000). Se menciona que la ceniza de cáscara de arroz actúa como un aditivo puzolánico en la composición del cemento y el concreto. A través de un proceso de calcinación controlada a 400°C, se obtiene una ceniza rica en sílice amorfa, con un contenido de SiO₂ del 93 %. Su incorporación en cementos Portland ha demostrado mejorar la resistencia a la compresión. Además, la técnica empleada para su producción es sencilla, y los mejores resultados se han observado cuando la adición de esta ceniza alcanza el 30 % del total.

Lencinas & Incahuanaco, (2017). en Puno, la tesis titulada "Concreto con Ceniza de Paja de Trigo como Sustituto Parcial de Cemento en el Altiplano" analizó el impacto de la incorporación de ceniza de paja de trigo en la resistencia y

trabajabilidad del concreto. El estudio evaluó diferentes mezclas en las que la ceniza reemplazó parcialmente al cemento Portland, con el objetivo de determinar sus efectos en la resistencia a la compresión. Los resultados evidenciaron que una adición del 5 % de ceniza de paja de trigo, en relación con el peso del cemento, mejoró significativamente la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia.

Meza & León, (2016). En Cusco, la tesis titulada "Variabilidad en la Resistencia del Concreto 210 kgf/cm² con Aditivos en Andahuaylas" se investigó el efecto de la adición de estos compuestos en las características mecánicas del concreto, evidenciando que la incorporación de un superplastificante junto con un 10 % de micro sílice, en proporción al peso del cemento, fortaleció significativamente su resistencia a la compresión. Los ensayos mostraron un notable aumento, alcanzando un valor de 397 kgf/cm², lo que representó una mejora considerable respecto a la resistencia base del concreto de referencia, establecida en 210 kgf/cm².

2.2 Marco teórico

Según (Orrala & Gómez, 2015). en su tesis para optar por el título de Ingeniero Civil, se analizaron mezclas de concreto con la incorporación de puzolanas derivadas de la calcinación de residuos de cultivo de maíz en proporciones del 5 %, 10 % y 15 %. Estas cenizas, sometidas a un proceso de calcinación a 500°C, generaron resistencias a la compresión de 338.36 kgf/cm², 378.49 kgf/cm² y 324.15 kgf/cm², respectivamente. El mayor valor obtenido correspondió a la mezcla con un 10 % de adición, registrando un incremento máximo del 21.26 % en comparación con la resistencia del concreto de referencia.

Según. Fernández, (2009). En su estudio sobre la evaluación de concretos puzolánicos con contenido de ceniza de hoja de maíz en proporciones del 10%,

15% y 20% para uso estructural, se determinó que la sustitución óptima es del 10%. Esta conclusión se basa en el hecho de que dicho porcentaje permitió un incremento del 1.10% en la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia.

Según. Neville, (2013) el diseño de la mezcla es el proceso mediante el cual se seleccionan y dosifican los materiales que conforman el concreto, con la finalidad de lograr una combinación equilibrada que garantice propiedades óptimas de resistencia, durabilidad y manejabilidad, asegurando al mismo tiempo una producción eficiente y económica.

Según, Calleja, (1969) según su procedencia, las puzolanas se clasifican en naturales y artificiales. Las puzolanas naturales, de origen mineral, suelen derivar de cenizas volcánicas generadas por erupciones explosivas y sometidas a un enfriamiento rápido. En cambio, las puzolanas artificiales se obtienen mediante la calcinación de materiales como rocas arcillosas o esquistosas, así como de ciertos subproductos industriales, mediante procesos que requieren altas temperaturas.

Concreto

El concreto es un material constructivo formado por la mezcla de cemento Portland, agregados finos y gruesos, agua y aire, dosificados de manera precisa para alcanzar propiedades específicas, con énfasis en la resistencia. La reacción química entre el cemento y el agua permite la cohesión de los agregados, generando una estructura no uniforme. En ocasiones, se agregan compuestos conocidos como aditivos para optimizar o alterar determinadas características del concreto. (Abanto, 2009).

Este estudio se centra en un tipo de concreto elaborado con cemento Portland, ceniza de chala de maíz, agregado fino, agregado grueso y agua. Por ello, resulta

fundamental analizar las características de estos materiales y la interacción entre ellos para comprender su comportamiento en la mezcla.

Tipos de concreto

- **Concreto simple**

El concreto simple es una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados finos (arena) y gruesos (grava o piedra), sin refuerzo de acero. Se utiliza en elementos estructurales que no requieren alta resistencia a la tracción, como cimentaciones, pisos y banquetas. Su resistencia depende de la proporción de los materiales y el proceso de curado. Es económico y fácil de moldear antes de fraguar. (Abanto, 2009).

- **Concreto armado**

El concreto armado es un material compuesto que combina concreto simple con refuerzos de acero (barras o mallas) para mejorar su resistencia a la tracción. Se usa en estructuras como vigas, columnas y losas, donde soporta cargas mayores. La adherencia entre el concreto y el acero permite que trabajen juntos, evitando fisuras y deformaciones. Su durabilidad y resistencia lo hacen ideal para edificaciones y obras civiles. Es ampliamente utilizado en la construcción moderna. (Abanto, 2009).

- **Concreto estructural**

El concreto estructural es un tipo de concreto diseñado para soportar cargas en elementos estructurales como columnas, vigas y losas. Tiene alta resistencia a la compresión y durabilidad, cumpliendo requisitos normativos de diseño. Puede ser simple, armado o pretensado, según la necesidad estructural. Es fundamental en la construcción de edificaciones y obras civiles.. (Abanto, 2009).

- **Puzolanas**

Las puzolanas son materiales silíceos o silico-aluminosos que, en presencia de agua y cal, reaccionan químicamente para formar compuestos cementantes. Se utilizan como aditivos en el concreto para mejorar su resistencia, durabilidad y reducir la permeabilidad. Pueden ser naturales, como cenizas volcánicas, o artificiales, como la ceniza volante y el humo de sílice. Su uso contribuye a la sostenibilidad al reducir la cantidad de cemento Portland en las mezclas. Además, mejoran el desempeño del concreto en ambientes agresivos. Son ampliamente empleadas en infraestructuras y construcciones de larga duración.. (Rivva, 2014).

- **Cenizas**

Las cenizas, resultantes de la combustión del carbón o de la cáscara de arroz, son residuos finamente pulverizados que contienen diminutas partículas esféricas de material vítreo con características puzolánicas. Aquellas que presentan un alto contenido de calcio suelen ser más reactivas y se integran bien con los cementos Portland. Estas cenizas pueden emplearse como aditivo independiente o como componente en cementos mezclados. Su popularidad ha crecido gracias a su capacidad para optimizar ciertas cualidades del concreto y disminuir su costo (Rivva, 2014).

Según la investigación de Lencinas e Incahuanaco (2017), la norma ASTM C 618-03 establece una clasificación de la ceniza en tres categorías:

Tipo N: Incluye puzolanas de origen natural, ya sean calcinadas o en su estado natural, como ciertos tipos de tierras diatomáceas, materiales opalinos, pizarras y tobas. También abarca cenizas volcánicas y pumíticas, además de algunos compuestos que requieren calcinación para mejorar sus propiedades, como arcillas y pizarras específicas.

Tipo F: Se refiere a la ceniza volante proveniente mayormente de la combustión de carbón antracítico o bituminoso. Se caracteriza por su notable reactividad puzolánica, lo que la hace útil como material cementante en la mezcla de concreto.

Tipo C: Comprende la ceniza volante obtenida de la combustión de carbón subbituminoso o lignito. A diferencia de la Clase F, esta categoría no solo posee propiedades puzolánicas, sino también una capacidad cementante debido a su mayor contenido de cal.

Para la fabricación de concreto, se recomienda el uso de cenizas del Tipo F, ya que presentan una mejor actividad puzolánica. En cambio, las cenizas del Tipo C no son ideales, ya que su alto contenido de cal y su menor proporción de óxidos de aluminio y hierro pueden afectar la composición y desempeño del concreto (Rivva, 2014).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de estudio

La presente investigación es de tipo Aplicada, porque se relaciona directamente a la investigación experimental que dependerá de los hallazgos y de los aportes teóricos donde permitirá concretar la investigación a problemas reales en determinadas características o circunstancias enfocándose a la aplicación inmediata.

3.2 Diseño de Investigación

El estudio se enmarca dentro del enfoque experimental, ya que implica la manipulación de variables para analizar sus efectos sobre el fenómeno en estudio. Su propósito es establecer relaciones de causa y efecto mediante la comparación de datos obtenidos en condiciones controladas. A través de este diseño, se busca generar evidencia empírica que permita formular conclusiones objetivas y fundamentadas. Además, la investigación experimental desempeña un papel clave en el desarrollo del conocimiento científico, contribuyendo a la mejora de diversas áreas de la sociedad.

3.3 Identificación de Variables

Variable dependiente:

X: Resistencia a la compresión del concreto

Variable independiente:

Y: Ceniza de chala de maíz

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable dependiente: X: Resistencia a la compresión del concreto	La capacidad de soporte de carga Se define como la unidad de área y se expresa como tensión en kg/cm2, MPa (psi).	Este ensayo determinará la f'_c de mediante la elaboración de probetas de concreto con incorporación de ceniza ceniza de chala de maíz en comparación del diseño patrón.	Resistencia a la compresión $f'_c=280$ kg/cm2	Carga máxima de rotura Longitud del espécimen Ancho y espesor de la probeta	Nominal
Variable independiente: Y: Ceniza de chala de maíz	Las fibras obtenidas de la ceniza de chala de maíz actúan como un aditivo en la mezcla de concreto, ayudando a reducir la formación de grietas tanto en la fase de fraguado plástico como una vez que el concreto ha endurecido, mejorando así su estabilidad y desempeño estructural (Coronel et al., 2022).	Permitir la dosificación del concreto mediante la $f'_c=280$ kg/cm2 con los porcentajes adicionados para una mejor resistencia.	Dosificación de ceniza de chala de maíz en porcentajes 0%; 5%; 10%, 12.5%.	0% 5% 10% 12.5%	Nominal

Fuente: Elaboración propia

3.4 Población y Muestra

Población

Para la población de la presente investigación es de 45 probetas debiendo hacer una selección para tomar la mejores elaboradas.

Criterio de exclusión:

Probetas con excesiva variación de diámetros y defectos superficiales

Criterio de inclusión:

Que tengan un diámetro normal y la superficie sea más lisa posible.

Muestra

Luego de haber aplicado los criterios de exclusión e inclusión sobre la población inicial se determinó la elaboración de 36 probetas con una $f'c=280$ kg/cmd², conformada por 36 probetas de concreto, con los días de curación de 7, 14 y 28 días de curado con la incorporación de fibra de acero de la ciudad de Ayacucho..

Tabla 2.

Muestra

Muestras para la ejecución del ensayo con probetas de concreto reciclado					
Edad	Patrón y % de sustitución ceniza de chala de maíz				Sub total
	0%	5%	10%	12.5%	
7 días	3	3	3	3	12 probetas
14 días	3	3	3	3	12 probetas
28 días	3	3	3	3	12 probetas
Total					36 probetas

Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para brindar una mejor viabilidad al proyecto se procese a los instrumentos de recolección de datos realizar las siguientes técnicas:

- La observación directa
- Los libros de texto
- Los manuales técnicos que son publicados por el MTC

Los instrumentos realizados:

- Fichas de ensayos
- Hojas de cálculo
- Manuales de laboratorio
- Equipos de laboratorio
- Cámara fotográfica
- Información bibliográfica
- Laptop

3.6 Procedimientos de análisis de datos

El procedimiento a considerar para la ejecución del presente proyecto es la: Extracción de los agregados en la cantera principal de la ciudad de Jaén Josecito donde se procese a llevar las muestras a un laboratorio de suelos y realizar los análisis de granulometría, peso unitario, específico, grado de absorción. Luego se realizó el diseño de mezcla con las consideraciones técnicas, después de determina la resistencia a la compresión mediante la prueba de 36 probetas mediante los ensayos en los días correspondientes 7, 14 y 28 días la cual servirá para realizar el análisis comparativo entre un concreto patrón convención y el concreto experimental con adición de ceniza de chala de maíz

3.7 Aspectos éticos

Por lo tanto, el presente trabajo se realiza de acuerdo con los principios éticos de los investigadores, tales como: beneficencia, no legalidad y autonomía. La información obtenida es utilizada y adherida a los conceptos y procedimientos requeridos para nuestros proyectos de investigación, aplicando la norma ISO 9001 para respetar y reconocer los derechos de autor y las organizaciones benéficas en la investigación para apoyar a quienes nos rodean. y acceso no malicioso a los datos sin manipulación.

.

IV. RESULTADOS

Se exponen los resultados obtenidos para determinar las propiedades de los agregados, con el objetivo de definir la dosificación adecuada para alcanzar una resistencia de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Para optimizar dicha resistencia, se incorpora la chala de maíz como aditivo en la mezcla.

4.1 Contenido de Humedad

Tabla 3.

Resultado del cálculo de contenido de humedad para el agregado fino

Indicador	M1	M2
Nivel de humedad estimado	0.5%	0.5%
Valor promedio	0.5%	
Masa del contenedor	78.0 g	78.0 g
Peso de la muestra seca	696.68 g	693.68 g
Peso de la muestra húmeda	700.00 g	700.00 g

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.

Resultado del cálculo de contenido de humedad para el agregado grueso

Descriptor	M1	M2
Valor medio obtenido	0.6%	
Nivel de humedad determinado	0.6%	0.6%
Masa del envase	47.0 g	47.0 g
Peso de la muestra deshidratada	696.38 g	696.38 g
Peso de la muestra con humedad	700.00 g	700.00 g

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.

Análisis granulométrico del agregado fino

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Fondo -		5.81	0.401	100.000	0.0
Nº 200 0.075		35.28	2.433	99.599	0.4
Nº 100 0.150		219.16	15.111	97.167	2.8
Nº 50 0.300		294.35	20.296	82.055	17.9
Nº 30 0.425		361.25	24.909	61.759	38.2
Nº 16 1.180		267.98	18.478	36.851	63.1
Nº 8 2.360		205.36	14.160	18.373	81.6
Nº 4 4.750		61.10	4.213	4.213	95.8
1/4" 6.300		0.00	0.000	0.000	100.0
3/8" 9.520		0.00	0.000	0.000	100.0
1/2" 12.700		0.00	0.000	0.000	100.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6.

Análisis granulométrico del agregado grueso

Malla Pulg.	(mm.)	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado Que pasa
2"	50.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1 1/2"	38.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
1"	25.000	0.0000	0.0000	0.000	100.0
3/4"	19.000	350.250	19.3448	19.345	80.7
1/2"	12.700	1007.370	55.6386	74.983	25.0
3/8"	9.520	381.020	21.0443	96.028	4.0
1/4"	6.300	71.110	3.9275	99.955	0.0

Nº 004	4.750	0.810	0.0447	100.00	0.0
FONDO		0.0000	0.0000	100.00	0.0

Tamaño Máximo = **3/4"**

Tamaño Máximo Nominal = **1/2"**

Fuente: Elaboración propia

4.2 Peso Unitario de los agregados

Tabla 7.

Cálculo de peso unitario suelto del agregado fino

Indicador	Unidad	M1	M2
Densidad aparente seca (media)	kg/m ³	1516	
Densidad aparente húmeda (media)	kg/m ³	1524	
Densidad aparente húmeda	kg/m ³	1523	1525
Factor de volumen	m ³	0.0093	0.0093
Masa de la muestra	g	14112	14135
Masa del contenedor	g	7020	7020
Peso total (muestra suelta + envase)	g	21132	21155

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.

Cálculo de peso unitario compactado del agregado fino

Concepto	Unidad	M1	M2
Masa total (muestra + contenedor)	gr	22415	22451
Masa del contenedor	gr	7020	7020
Masa de la muestra	gr	15395	15431
Volumen de referencia	m ³	0.0093	0.0093
Densidad aparente húmeda	kg/m ³	1661	1665
Densidad compactada húmeda (media)	kg/m ³	1663	
Densidad compactada seca (media)	kg/m ³	1654	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.

Cálculo de peso unitario suelto del agregado grueso

Indicador	Unidad	M1	M2
Masa total (muestra + contenedor)	gr	20210	20204
Masa del contenedor	gr	7020	7020
Masa neta de la muestra	gr	13190	13184
Volumen de referencia	m ³	0.0093	0.0093
Densidad aparente húmeda	kg/m ³	1423	1423
Densidad aparente húmeda (media)	kg/m ³	1423	
Densidad aparente seca (media)	kg/m ³	1415	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

Cálculo de peso unitario compactado del agregado grueso

Indicador	Unidad	M1	M2
Densidad compactada seca (media)	kg/m ³	1524	
Densidad compactada húmeda (media)	kg/m ³	1532	
Densidad aparente húmeda	kg/m ³	1532	1533
Volumen de referencia	m ³	0.0093	0.0093
Masa neta de la muestra	g	14199	14205
Masa del contenedor	g	7020	7020
Masa total (muestra suelta + contenedor)	g	21219	21225

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Tabla 11.

Cálculo de peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	Unidad	Valor
Densidad específica	g/cm ³	2.632
Densidad en condición saturada y seca	g/cm ³	2.703
Densidad relativa	g/cm ³	2.703
Porcentaje de absorción	%	1.0
Capacidad del contenedor	cm ³	500
Masa del agregado secado en horno	g	495.0
Masa total (muestra seca + contenedor)	g	662.0
Masa del contenedor vacío	g	167.0
Masa del agua desplazada	g	311.9
Masa del agregado con humedad superficial	g	500
Masa total (agregado húmedo + contenedor)	g	667
Masa total (agregado húmedo + contenedor + agua)	g	978.9

Fuente: Elaboración propia

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Tabla 12.

Cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso

Parámetro	Unidades	Valor
Densidad real del agregado	g/cm ³	2.872
Densidad del agregado en estado saturado y seco	g/cm ³	2.907
Densidad aparente del agregado	g/cm ³	2.977
Capacidad de absorción de agua	%	1.2

Fuente: Elaboración propia

Parámetro	Unidades	Valor
Masa del agregado seco en horno	g	1545.0
Masa del agregado en estado saturado y seco superficialmente	g	1564.0
Masa del agregado sumergido en agua junto con la canastilla	g	1980.0
Masa de la canastilla vacía	g	954.0
Masa del agregado completamente sumergido en agua	g	1026.0

Fuente: Elaboración propia

4.2. Diseño de Mezcla

- Se elaboró una mezcla de referencia y luego se adicionaron 5%, 10% y 12.5% de ceniza de chala de maíz, siguiendo el método A.C.I. 211 para optimizar sus propiedades.

Concreto Patrón

Tabla 13.

Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón

Cemento	Arena	Piedra	Agua
1.0	1.85	1.79	24.3 Lts/pe ³

Material	Cantidad	Unidad	Tipo
Cemento	439	Kg/m ³	Tipo I – Andino
Agregado fino	812	Kg/m ³	Arena – Materiales La Moderna
Agregado grueso	786	Kg/m ³	Piedra chancada – Materiales La Moderna
Agua	251	L	Potable de la zona

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Añadiendo 5% de Chala de maíz.**

Tabla 14.

Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 5% de Chala de maíz.

Material	Cantidad	Unidad	Proporción en Peso
Cementante hidráulico	449	Kg/m ³	1.0
Árido fino	801	Kg/m ³	1.78
Árido grueso	779	Kg/m ³	1.73
Agua	257	L	24.3 Lts/pie ³
Chala de maíz	5%	Adición	0.05

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Añadiendo 10% Chala de maíz.**

Tabla 15.

Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 10% de Chala de maíz.

Material	Cantidad	Unidad	Proporción en Peso
Cemento (Tipo I - Andino)	455	Kg/m ³	1.0
Árido fino (Arena - La Moderna)	795	Kg/m ³	1.75
Árido grueso (Piedra chancada - La Moderna)	771	Kg/m ³	1.70
Agua (Potable de la zona)	260	L	24.3 Lts/pie ³
Chala de maíz	10%	Adición	0.10

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Añadiendo 12.5% de Chala de maíz.**

Tabla 16.

Elaboración de diseño de mezcla de concreto patrón + 12.5% de Chala de maíz.

Material	Cantidad	Unidad	Proporción en Peso
Cemento (Tipo I - Andino)	460	Kg/m ³	1.0
Arena (Materiales La Moderna)	788	Kg/m ³	1.71

Material	Cantidad	Unidad	Proporción en Peso
Piedra chancada (Materiales La Moderna)	767	Kg/m ³	1.67
Agua (Potable)	263	L	24.3 Lts/pie ³
Chala de maíz	12.5%	Adición	0.125

Fuente: Elaboración propia

- **Características Físicas del Concreto**
- **Ensayo de Peso Unitario**

Tabla 17.

Cálculo de peso unitario de la mezcla

Mezcla Concreto f'c = 280 kg/cm² Peso Unitario (kg/m³)	
12.5% Chala de Maíz	2278.30
10% Chala de Maíz	2280.22
5% Chala de Maíz	2286.62
(Patrón)	2287.90

Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de Asentamiento**

Tabla 18.

Cálculo de asentamiento de la mezcla

Mezcla	Asentamiento (Slump) (cm)	Variación de Slump (cm)
Concreto f'c = 280 kg/cm ² + 12.5% Chala de Maíz	9.80	0.20
Concreto f'c = 280 kg/cm ² + 10% Chala de Maíz	9.85	0.15
Concreto f'c = 280 kg/cm ² + 5% Chala de Maíz	9.90	0.10
Concreto f'c = 280 kg/cm ² (Patrón)	10.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

- **Características Mecánicas del Concreto**
- **Resistencia a la Compresión**

Para evaluar el efecto de la chala de maíz en el concreto, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión en mezclas con y sin este material. Las pruebas se aplicaron en probetas a los 7, 14 y 28 días, permitiendo comparar el desempeño mecánico de cada variante. Este análisis proporcionó información detallada sobre la influencia de la chala de maíz en la capacidad estructural del concreto a lo largo del tiempo.

A. Concreto Patrón

Tabla 19.

Resultados del cálculo de f'_c del concreto patrón

Código	Tipo de Mezcla	Fecha de Preparación	Edad (días)	Fecha de Evaluación	Resistencia (kg/cm²)	Media (kg/cm²)	Rendimiento (%)
MZ-09	Mezcla de Referencia 280 kg/cm ²	09/01/2023	28	06/02/2023	319.11		
MZ-08		09/01/2023	28	06/02/2023	314.14		
MZ-07		09/01/2023	28	06/02/2023	312.41	315.22	112.58%
MZ-06		09/01/2023	14	23/01/2023	252.90		
MZ-05		09/01/2023	14	23/01/2023	250.50		
MZ-04		09/01/2023	14	23/01/2023	248.66	250.69	89.53%
MZ-03		09/01/2023	7	16/01/2023	205.40		
MZ-02		09/01/2023	7	16/01/2023	208.96		
MZ-01		09/01/2023	7	16/01/2023	209.83	208.06	74.31%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19 presenta los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto, donde la mezcla estándar alcanzó resistencias promedio de 208.06 Kg/cm², 250.69 Kg/cm² y 315.22 Kg/cm² a los 7, 14 y 28 días, respectivamente.

B. Concreto modificado añadiendo chala de maíz.

Tabla 20.

Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 5% de chala de maíz.

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm ²)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC1 -01		10/01/2023	7	17/01/2023	222.55		
CPC1 -02		10/01/2023	7	17/01/2023	213.71	218.56	78.06%
CPC1 -03	Concreto	10/01/2023	7	17/01/2023	219.42		
CPC1 -04	280	10/01/2023	14	24/01/2023	254.07		
CPC1 -05	kg/cm ² +	10/01/2023	14	24/01/2023	252.99	254.09	90.75%
CPC1 -06	5% de chala	10/01/2023	14	24/01/2023	255.22		
CPC1 -07	de maíz	10/01/2023	28	07/02/2023	323.81		
CPC1 -08		10/01/2023	28	07/02/2023	318.97	320.66	114.52%
CPC1 -09		10/01/2023	28	07/02/2023	319.19		

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 20 muestra la resistencia a la compresión del concreto con 5% de chala de maíz, obteniendo 218.56 Kg/cm² a los 7 días, 254.09 Kg/cm² a los 14 días y 320.66 Kg/cm² a los 28 días.

Tabla 21.

Resultados del cálculo de $f'c$ del concreto patrón + 10% de chala de maíz.

Código	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm ²)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC2 -01		11/01/2023	7	18/01/2023	221.58		
CPC2 -02		11/01/2023	7	18/01/2023	222.42	221.95	79.27%
CPC2 -03	Concreto	11/01/2023	7	18/01/2023	221.85		
CPC2 -04	280	11/01/2023	14	25/01/2023	258.96		
CPC2 -05	kg/cm ² +	11/01/2023	14	25/01/2023	262.49	259.42	92.65%
CPC2 -06	10% de	11/01/2023	14	25/01/2023	256.80		
CPC2 -07	chala de	11/01/2023	28	08/02/2023	326.12		
CPC2 -08	maíz	11/01/2023	28	08/02/2023	321.53	326.51	116.61%
CPC2 -09		11/01/2023	28	08/02/2023	331.89		

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 21 el valor más alto registrado fue 326.51 Kg/cm² a los 28 días, indicando que el concreto con 10% de chala de maíz mejoró su resistencia con el tiempo, alcanzando su máxima capacidad estructural en este período.

Tabla 22.

Resultados del cálculo de f'_c del concreto patrón + 12.5% de chala de maíz.

Código	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	f'_c (kg/cm²)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC3 -01	Concreto 280 kg/cm ² + 12.5% de chala de maíz	31/12/2022	7	07/01/2023	221.70	224.03	80.01%
CPC3 -02		31/12/2022	7	07/01/2023	222.84		
CPC3 -03		31/12/2022	7	07/01/2023	227.55		
CPC3 -04		31/12/2022	14	14/01/2023	277.01	276.83	98.87%
CPC3 -05		31/12/2022	14	14/01/2023	276.43		
CPC3 -06		31/12/2022	14	14/01/2023	277.03		
CPC3 -07		31/12/2022	28	28/01/2023	348.01	349.58	124.85%
CPC3 -08		31/12/2022	28	28/01/2023	346.32		
CPC3 -09		31/12/2022	28	28/01/2023	354.41		

Fuente: Elaboración propia

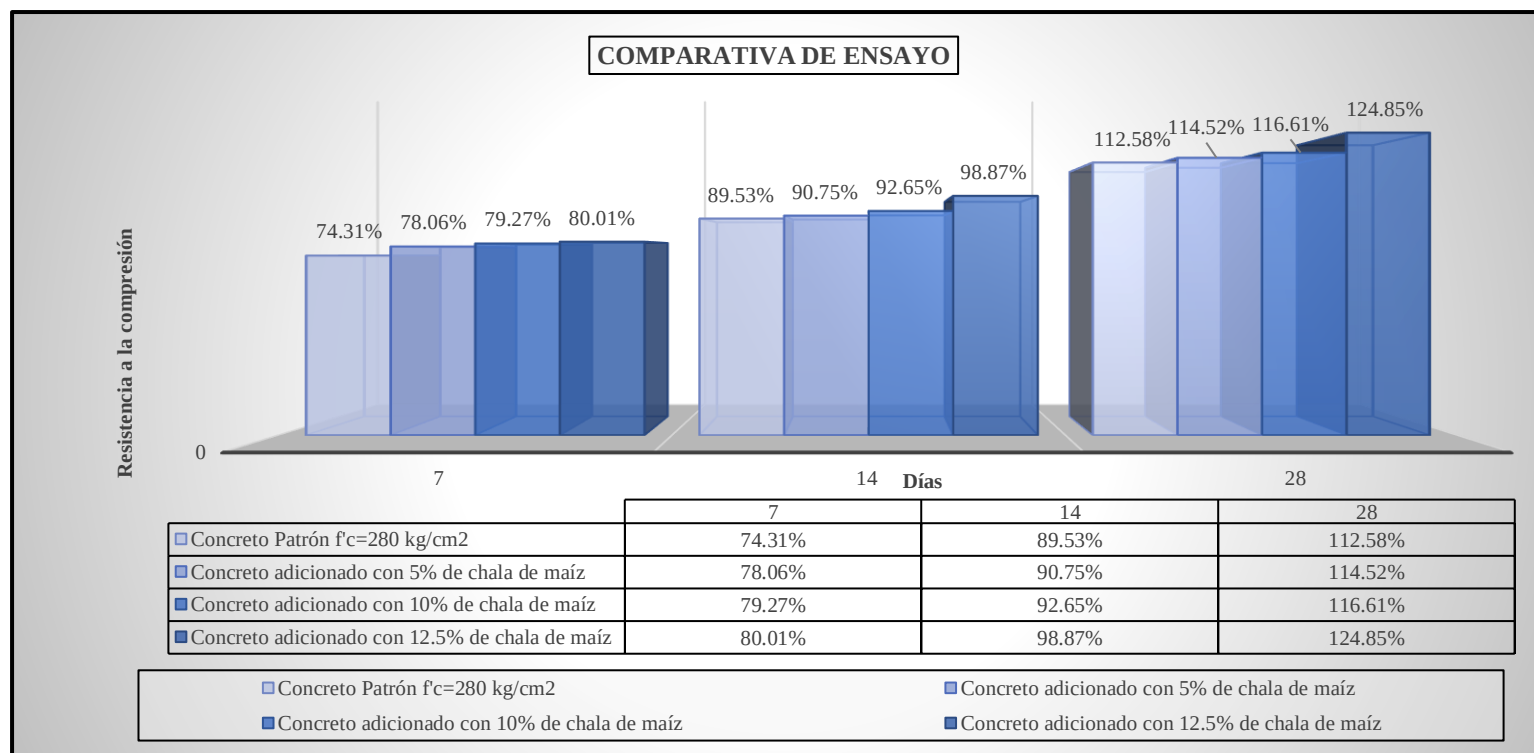
La Tabla 22 muestra la resistencia a la compresión del concreto con 12.5% de chala de maíz, alcanzando 224.03 Kg/cm² a los 7 días, 276.83 Kg/cm² a los 14 días y 349.58 Kg/cm² a los 28 días.

C. Comparación de resultados

Con base en los datos de las tablas previas, se evidencia que el concreto alcanza su máxima resistencia a los 28 días de curado. A continuación, se presenta un cuadro resumen con los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Figura 1.

Comparación de la resistencia a compresión del concreto



Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

En el desarrollo de la mezcla de concreto con una resistencia de 280 kg/cm², se llevó a cabo un análisis minucioso de las características físicas de los agregados utilizados. Como resultado de esta evaluación, se determinó que el contenido de humedad en el agregado fino y grueso fue de 0.5% y 0.6%, respectivamente, lo que permitió ajustar con precisión la dosificación de los materiales para garantizar una adecuada trabajabilidad y resistencia en la mezcla final. En el estudio de distribución de partículas, se identificó que el índice de finura (IF) del árido fino fue de 3.00, utilizando como referencia una criba de 4.750 mm. Por otro lado, en el árido grueso, la dimensión máxima nominal (DMN) se estableció en ½”, mientras que su tamaño máximo absoluto (TMA) alcanzó los ¾”. Asimismo, en la medición de la densidad aparente, se obtuvieron valores medios de 1524 kg/m³ en estado húmedo y 1516 kg/m³ en condición seca para el árido fino, mientras que para el árido grueso, las mediciones arrojaron 1423 kg/m³ (densidad aparente suelta húmeda) y 1415 kg/m³ (densidad aparente suelta seca). Respecto a la compactación, la densidad aparente compactada del árido fino alcanzó 1663 kg/m³ en estado húmedo y 1654 kg/m³ en estado seco compactado, mientras que el árido grueso registró 1532 kg/m³ (densidad aparente compactada seca) y 1524 kg/m³ (densidad aparente compactada húmeda).

En la determinación de la densidad y la capacidad de absorción, los resultados revelaron que, para el agregado fino, la densidad real fue de 2.632 g/cm³, mientras que en estado saturado y seco alcanzó un valor de 2.703 g/cm³. Asimismo, la densidad aparente se registró en 2.703 g/cm³ y el porcentaje de absorción fue del 1.0%. En cuanto al agregado grueso, se obtuvo una densidad real de 2.872 g/cm³, una densidad en condición saturada y seca de 2.907 g/cm³, una densidad aparente de 2.977 g/cm³ y una capacidad de absorción del 1.2%.

Estos valores cumplen con los estándares de la Norma Técnica Peruana (NTP) y las especificaciones de mecánica de suelos, garantizando la calidad del material utilizado. Asimismo, en concordancia con el estudio de Orrala y Gómez (2018) sobre la

resistencia del hormigón con adición de puzolana obtenida de residuos de maíz, se evidencia que los agregados presentan propiedades óptimas. Esto respalda que el diseño de la mezcla es técnicamente viable y cumple con las condiciones necesarias para su aplicación estructural.

La comparación de los resultados obtenidos con la Norma Técnica Peruana (NTP) confirma que el diseño de la mezcla cumple con los criterios establecidos para su aplicación en proyectos de construcción. En este sentido, la investigación de Escalera (2012), respalda la viabilidad del uso de residuos agrícolas en materiales de construcción. Su estudio se centró en la calcinación de la ceniza de rastrojo de maíz a temperaturas entre 400°C y 1000°C, determinando que la temperatura óptima para obtener una mejor composición mineralógica es 700°C, donde se identificaron fases predominantes de caolinita y sanidina, ricas en calcio y silicio.

Estos hallazgos son de gran importancia en el ámbito de la ingeniería civil, ya que demuestran que la ceniza obtenida bajo condiciones controladas puede contribuir a la mejora de las propiedades mecánicas del cemento. La presencia de compuestos como la caolinita y la sanidina, con alto contenido de calcio y silicio, favorece la actividad puzolánica, optimizando la hidratación del cemento y mejorando su resistencia y durabilidad. Por lo tanto, el cumplimiento de la normativa junto con la evidencia científica respalda la idoneidad del diseño, consolidando su potencial para ser aplicado en construcciones sostenibles y eficientes. El análisis del peso unitario del concreto evidenció que la mezcla de referencia con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ presentó un valor de 2287.90 kg/m^3 , mientras que las mezclas con adición de tusa de maíz registraron reducciones progresivas: 2286.62 kg/m^3 (5%), 2280.22 kg/m^3 (10%) y 2278.30 kg/m^3 (12.5%), lo que sugiere una ligera disminución en la densidad del material con el incremento del aditivo. En relación con la consistencia (slump), la mezcla de control registró un valor de 10.00 cm, disminuyendo a 9.90 cm con un 5% de adición, 9.85 cm con un 10% y 9.80 cm con un 12.5%. Estas variaciones representaron reducciones de 0.10 cm, 0.15 cm y 0.20 cm, respectivamente, en comparación con la mezcla estándar. Respecto a la resistencia a la compresión, la mezcla patrón alcanzó 74.31%

de su resistencia final a los 7 días, 89.53% a los 14 días y 112.58% a los 28 días. En las mezclas con tusa de maíz, se observó una mejora en la resistencia a edades tempranas y finales: con 5% de adición, se lograron valores de 78.06% (7 días), 90.75% (14 días) y 114.52% (28 días); con 10% de adición, los valores fueron 79.27% (7 días), 92.65% (14 días) y 116.61% (28 días); mientras que con 12.5% de adición, la resistencia alcanzó 80.01% (7 días), 98.87% (14 días) y 124.85% (28 días), indicando un desempeño estructural superior. Estos resultados cumplen con las especificaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP) y concuerdan con el estudio de Fernández (2009), quien evaluó concretos puzolánicos con 10%, 15% y 20% de ceniza de hoja de maíz, concluyendo que el 10% es el porcentaje óptimo, ya que permitió un incremento del 1.10% en la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla de referencia. Estos hallazgos reafirman la viabilidad del uso de la tusa de maíz como aditivo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. El análisis de la curva de crecimiento de resistencia a la compresión mostró que la mezcla con $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, adicionada con tusa de maíz, alcanzó su máxima resistencia a los 28 días, registrando un incremento del 124.85% con respecto a su resistencia inicial. Este valor supera el desempeño de la mezcla patrón, que alcanzó un 111.46% en el mismo periodo de curado. La tendencia observada indica que la incorporación de aditivos naturales, como la tusa de maíz, favorece el desarrollo de la resistencia a largo plazo, optimizando la hidratación del cemento y mejorando la cohesión de la matriz del concreto.

Estos resultados confirman la viabilidad técnica del material, asegurando que cumple con los estándares establecidos en la normativa vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y los lineamientos de mecánica de suelos. La adherencia a estas normativas garantiza que la mezcla puede ser utilizada en aplicaciones estructurales con un desempeño confiable y duradero. Además, la mejora en la resistencia mecánica sugiere un potencial uso en proyectos de infraestructura que requieren materiales con mayor capacidad de carga y durabilidad, consolidando la eficacia del diseño propuesto.

VI. CONCLUSIONES

- En la mezcla de concreto de 280 kg/cm², la humedad del agregado fino es 0.5% y la del grueso 0.6%. El módulo de fineza del agregado fino es 3.00 con una malla de 4.750 mm. En cuanto al agregado grueso, se identificó un tamaño máximo (TM) de ¾” y un tamaño nominal (TMN) de ½”. Respecto a su peso unitario, el peso unitario suelto húmedo promedio es 1524 kg/m³, mientras que el peso unitario suelto seco promedio es 1516 kg/m³, cumpliendo con los estándares de calidad y normativas vigentes.
- Se evidenció que la resistencia a la compresión del concreto patrón ($f'_c = 280$ kg/cm²) alcanzó el 74.31% a los 7 días, 89.53% a los 14 días y 112.58% a los 28 días. En las mezclas con adición de tusa de maíz, se observó un incremento progresivo en la resistencia: con 5% de adición, se obtuvo 78.06% (7 días), 90.75% (14 días) y 114.52% (28 días); con 10% de adición, los valores fueron 79.27% (7 días), 92.65% (14 días) y 116.61% (28 días); mientras que con 12.5% de adición, se registró la mayor resistencia, alcanzando 80.01% (7 días), 98.87% (14 días) y 124.85% (28 días). Estos hallazgos confirman que la incorporación de residuos de maíz fortalece la capacidad estructural del concreto en distintas etapas de su desarrollo.
- Se concluye que la mezcla óptima es aquella con 12.5% de adición de tusa de maíz, ya que alcanzó una resistencia máxima del 124.85% a los 28 días, en comparación con el 111.46% obtenido en la mezcla patrón. Esto demuestra que la incorporación de este aditivo natural mejora significativamente el desempeño del concreto, cumpliendo con los requisitos normativos y asegurando una mayor eficiencia estructural.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda cumplir estrictamente con las normativas vigentes del MTC para la caracterización de los agregados, asegurando que el diseño del concreto cumpla con los estándares de calidad y mejore su desempeño estructural.
- Es fundamental adherirse a los parámetros establecidos por el ACI, ya que garantizar el cumplimiento de estos criterios permite una dosificación precisa de los agregados, optimizando el diseño de la mezcla y mejorando sus propiedades mecánicas.
- Se sugiere considerar investigaciones similares que promuevan el uso de materiales alternativos en la construcción, ya que contribuyen a la reducción del impacto ambiental y la optimización de costos, fomentando prácticas sostenibles en el sector.
- Para futuros investigadores, se recomienda explorar el uso de la tusa de maíz como aditivo en el concreto, debido a su impacto positivo en la resistencia mecánica, su viabilidad económica y su contribución a la conservación del medio ambiente.

VIII. REFERENCIAS

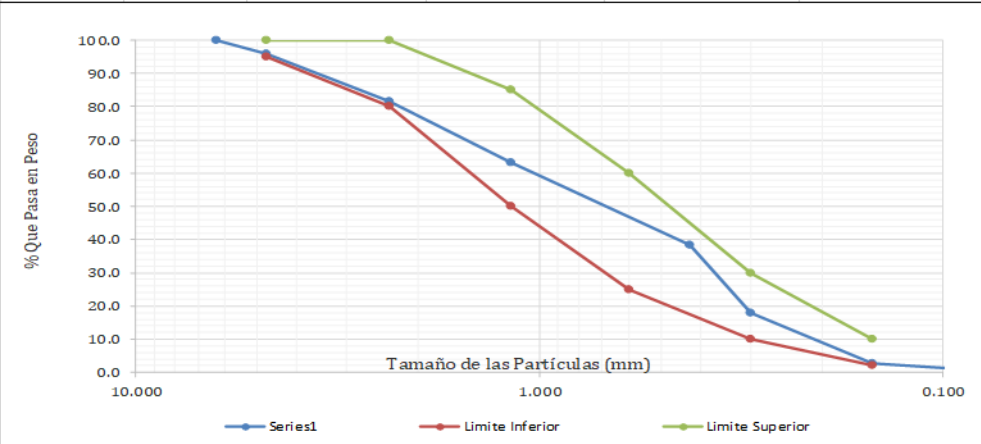
- Aguilar y Lasso. (2020). *Incidencia de la adición de la ceniza volcánica en las propiedades físico-mecánicas del adoquín*. 5–7.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21904/1/T-UCE-0011-ICF-266.pdf>
- Calderero y Panchana. (2022). Uso de la ceniza de fondo como reemplazo porcentual del cemento portland en la elaboración de mortero. *Polo Del Conocimiento*, 3674.
<https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4888>
- Calderón y Nuñez. (2019). Determinación del estado del pavimento en la avenida pakamuros desde la cuadra 10 hasta la cuadra 20. *Universidad Nacional de Jaen*.
https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/251/1/Calderón_TJA_Nuñez_AM.pdf
- Cerna. (2018). Resistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cáscara de arroz y cenizas de carbón. *Universidad San Pedro*.
http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/12471/Tesis_61798.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Coronel et al. (2022). Ashes and fibers used in the elaboration of ecological concrete: a literary review. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 25(49), 321–329. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.20814>
- Correa y Polo. (2019). *Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas Y mecánicas de adoquines tipo Ii para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 201*. 161.
- Cruz. (2019). Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto. *Universidad Privada Del Norte*, 157.
[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21165/Cruz](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21165/Cruz%20Garcia%20Hilder.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
Garcia Hilder.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Espinoza y Cajas. (2019). *Influencia del curado en la permeabilidad del hormigón de alta resistencia fabricado con y sin adiciones reciclables*.
http://200.48.38.121/bitstream/handle/USANPEDRO/12471/Tesis_61798.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guitierrez. (2020). Influencia de la adición de cenizas de fondo en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería, Andahuaylas. In *Universidad Cesar Vallejo*.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Magno et al. (2020). Hormigón reforzado con vidrio molido para controlar grietas y fisuras por contracción plástica. *Pro Sciences*, 4(31), 31–41. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol4iss31.2020pp31-41>
- Quispe. (2021). Análisis de las características mecánicas del concreto incorporando agregado de concreto reciclado en la ciudad de Juliaca – 2021. *Repositorio Institucional - UCV*, 0–2. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63682#.YQIVkwmYzLA.mendeley>
- Rojas et al. (2018). Influencia de aditivos mejoradores de adherencia en la resistencia de hormigones asfálticos diseñados con agregados provenientes de las canteras de pintag y guayllabamba. *2O Congreso Interamericano De Pavimentos De Concreto*.
- Romero et al. (2018). Diseño de mezclas asfálticas en caliente modificadas con elastómero (caucho) y tereftalato de polietileno reciclados con ligante asfáltico AC-20. *Artículos Académicos - Carrera de Ingeniería Civil*, 1, 8. <http://repositorio.espe.edu.ec:8080/handle/21000/9735>
- Sornoza et al. (2022). Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador, una revisión. *Polo Del Conocimiento*, 7(4), 1072–1097. <https://doi.org/10.23857/pc.v7i4.3875>
- Tanquila. (2018). Aprovechamiento de la cascarilla de arroz en elaboración de bloques de alivianamiento, Cantón Joya de los Sachas, Orellana. *[Trabajo de Grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. *Repositorio*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9756>
- Timoteo. (2021). Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. 0–2. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/62162/Crisostomo_TDR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

IX. ANEXOS

Anexo 1. Resultados del ensayo de mecánica de suelos

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES																																																																															
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"																																																																																
Tesista	CLIVERANICETO TINCO CAMPOS																																																																																
Lugar	AYACUCHO																																																																																
CERTIFICADO DE ENSAYO: Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012																																																																																	
Peso inicial	1450.3	gr																																																																															
Muestra	:La Moderna																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Malla</th> <th>Peso</th> <th>%</th> <th>% Acumulado</th> <th>% Acumulado</th> </tr> <tr> <th>Pulg.</th> <th>(mm.)</th> <th>Retenido</th> <th>Retenido</th> <th>Retenido</th> <th>Que pasa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1/2"</td> <td>12.700</td> <td>0.00</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>3/8"</td> <td>9.520</td> <td>0.00</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>1/4"</td> <td>6.300</td> <td>0.00</td> <td>0.000</td> <td>0.000</td> <td>100.0</td> </tr> <tr> <td>Nº 4</td> <td>4.750</td> <td>61.10</td> <td>4.213</td> <td>4.213</td> <td>95.8</td> </tr> <tr> <td>Nº 8</td> <td>2.360</td> <td>205.36</td> <td>14.160</td> <td>18.373</td> <td>81.6</td> </tr> <tr> <td>Nº 16</td> <td>1.180</td> <td>267.98</td> <td>18.478</td> <td>36.851</td> <td>63.1</td> </tr> <tr> <td>Nº 30</td> <td>0.425</td> <td>361.25</td> <td>24.909</td> <td>61.759</td> <td>38.2</td> </tr> <tr> <td>Nº 50</td> <td>0.300</td> <td>294.35</td> <td>20.296</td> <td>82.055</td> <td>17.9</td> </tr> <tr> <td>Nº 100</td> <td>0.150</td> <td>219.16</td> <td>15.111</td> <td>97.167</td> <td>2.8</td> </tr> <tr> <td>Nº 200</td> <td>0.075</td> <td>35.28</td> <td>2.433</td> <td>99.599</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td colspan="2">FONDO</td> <td>5.81</td> <td>0.401</td> <td>100.000</td> <td>0.0</td> </tr> </tbody> </table>				Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado	Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa	1/2"	12.700	0.00	0.000	0.000	100.0	3/8"	9.520	0.00	0.000	0.000	100.0	1/4"	6.300	0.00	0.000	0.000	100.0	Nº 4	4.750	61.10	4.213	4.213	95.8	Nº 8	2.360	205.36	14.160	18.373	81.6	Nº 16	1.180	267.98	18.478	36.851	63.1	Nº 30	0.425	361.25	24.909	61.759	38.2	Nº 50	0.300	294.35	20.296	82.055	17.9	Nº 100	0.150	219.16	15.111	97.167	2.8	Nº 200	0.075	35.28	2.433	99.599	0.4	FONDO		5.81	0.401	100.000	0.0
Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado																																																																												
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa																																																																												
1/2"	12.700	0.00	0.000	0.000	100.0																																																																												
3/8"	9.520	0.00	0.000	0.000	100.0																																																																												
1/4"	6.300	0.00	0.000	0.000	100.0																																																																												
Nº 4	4.750	61.10	4.213	4.213	95.8																																																																												
Nº 8	2.360	205.36	14.160	18.373	81.6																																																																												
Nº 16	1.180	267.98	18.478	36.851	63.1																																																																												
Nº 30	0.425	361.25	24.909	61.759	38.2																																																																												
Nº 50	0.300	294.35	20.296	82.055	17.9																																																																												
Nº 100	0.150	219.16	15.111	97.167	2.8																																																																												
Nº 200	0.075	35.28	2.433	99.599	0.4																																																																												
FONDO		5.81	0.401	100.000	0.0																																																																												
Módulo de fineza = 3.00 Abertura de malla de referencia = 4.750																																																																																	
																																																																																	
 ESPECIALISTAS EN FMEC SAC INGENIERIA DE SUELOS Angela Viviana Villanueva Alcalde TECNICO LABORATORISTA																																																																																	

Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	AYACUCHO

CERTIFICADO DE ENSAYO:

Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

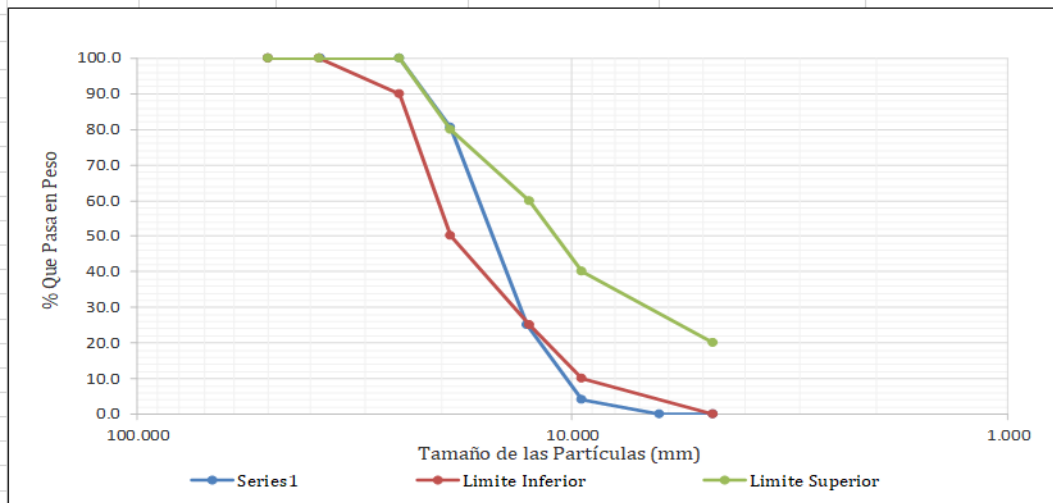
Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Peso inicial 1810.6 gr

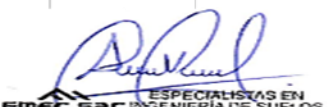
Muestra :La Moderna

Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
2"	50.000	0.000	0.0000	0.000	100.0
1 1/2"	38.000	0.000	0.0000	0.000	100.0
1"	25.000	0.000	0.0000	0.000	100.0
3/4"	19.000	350.250	19.3448	19.345	80.7
1/2"	12.700	1007.370	55.6386	74.983	25.0
3/8"	9.520	381.020	21.0443	96.028	4.0
1/4"	6.300	71.110	3.9275	99.955	0.0
Nº 004	4.750	0.810	0.0447	100.000	0.0
FONDO		0.0000	0.0000	100.000	0.0

Tamaño Máximo = 3/4"
Tamaño Máximo Nominal = 1/2"



 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	AYACUCHO		
CERTIFICADO DE ENSAYO: Peso unitario suelto y compactado del agregado fino Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Muestra	:La Moderna		
1.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	21132	21155
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7020	7020
3.- Peso de muestra	(gr.)	14112	14135
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0093	0.0093
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1523	1525
6.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1524	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1516	
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	22415	22451
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7020	7020
3.- Peso de muestra	(gr.)	15395	15431
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.0093	0.0093
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1661	1665
6.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1663	
7.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1654	
Ensayo	: Contenido de humedad del agregado fino		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700.00	700.00
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	696.68	696.68
c.- Peso de recipiente	(gr.)	78.0	78.0
d.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.54	
 Angela Pineda Villanueva Alcalde TECNICO LABORATORISTA			

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	AYACUCHO		
CERTIFICADO DE ENSAYO: Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017			
Muestra	:La Moderna		
1.- PESO UNITARIO SUELTO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	20210	20204
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7020	7020
3.- Peso de muestra	(gr.)	13190	13184
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0093	0.0093
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1423	1423
6.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m^3)	1423	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)	1415	
2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	21219	21225
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7020	7020
3.- Peso de muestra	(gr.)	14199	14205
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0093	0.0093
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1532	1533
6.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m^3)	1532	
7.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m^3)	1524	
Ensayo	: Contenido de humedad del agregado grueso		
Referencia	: Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185		
a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	700.00	700.00
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	696.38	696.38
c.- Peso de recipiente	(gr.)	47.0	47
d.- Contenido de humedad	(%)	0.6	0.6
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.56	
 FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERIA DE SUELOS Angela Viviana Villanueva Alcaldé TECNICO LABORATORISTA			

Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVERANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	AYACUCHO

CERTIFICADO DE ENSAYO:
Peso específico y Absorción del agregado fino
Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

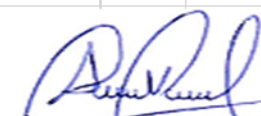
Muestra :La Moderna

I. DATOS

1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	978.9
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	667.0
4.- Peso del agua	(gr)	311.9
5.- Peso del frasco	(gr)	167.0
6.- Peso de la muestra secada al horno + peso del frasco	(gr)	662.0
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	495.0
8.- Volumen del frasco	(cm ³)	500.0

II. - RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.632
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.703
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.703
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.0


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

Tesis "Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"

Tesista CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS

Lugar AYACUCHO

CERTIFICADO DE ENSAYO:

Peso específico y Absorción del agregado Grueso

Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra :La Moderna

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	1545.0
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	1564.0
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	1980.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	954.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1026.0

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.872
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.907
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.977
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.2



FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
TÉCNICO LABORATORISTA

 F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	AYACUCHO
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211	

DISEÑO DE RESISTENCIA

$$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

I.) Datos del agregado grueso :La Moderna

01.- Tamaño máximo nominal

1/2" pulg.

02.- Peso específico seco de masa

2872 Kg/m^3

03.- Peso Unitario compactado seco

1524 Kg/m^3

04.- Peso Unitario suelto seco

1415 Kg/m^3

05.- Contenido de humedad

0.6 %

06.- Contenido de absorción

1.2 %

II.) Datos del agregado fino :La Moderna

07.- Peso específico seco de masa

2632 Kg/m^3

08.- Peso unitario seco suelto

1516 Kg/m^3

09.- Contenido de humedad

0.5 %

10.- Contenido de absorción

1.0 %

11.- Módulo de fineza (adimensional)

3.00

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días

0 %

13.- Relación agua cemento

$F'_{cr} = 280 \text{ Kg/cm}^2$

14.- Asentamiento

$R^{a/c} = 0.57$

15.- Volumen unitario del agua : AYACUCHO

4 Pulg.

16.- Contenido de aire atrapado

216 L/m^3

17.- Volumen del agregado grueso

0 %

18.- Peso específico del cemento : ANDINO TIPO I

0.530 m^3

19.- Aditivo : Silica Solida

3150 Kg/m^3

20.- Densidad aparente del aditivo : Silica Ceniza Modificada

0 %

g/cm^3

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	378	0.120			
b.- Agua	216	0.216			
c.- Aire	2.5	0.025	Corrección por humedad		Agua Efectiva
d.- Arena	942	0.358	54	947	4.5
e.- Grava	807	0.281	46	812	5.5
	2346	1.000			10

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	378	Kg/m^3
AGUA	226	L/m^3
ARENA	947	Kg/m^3
PIEDRA	812	Kg/m^3
Aditivo		
	2363	

VI.) Tanda de ensayo

377.622 kg
225.942 L
947.426 kg
811.517 kg
2362.506

1.000 m^3

F'_{cemento} (en bolsas)	8.9
$R^{a/c}$ de diseño	0.572
$R^{a/c}$ de obra	0.598
Aditivo en Kg/m^3	0.000

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.51	2.15	25.4	$\text{g/m}^3/\text{m}$	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.49	2.28	25.4	$\text{g/m}^3/\text{m}$	Lts/pie ³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERIA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TECNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	AYACUCHO		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

Peso de tanda de ensayo	2362.506	0.6274
Peso unitario de la mezcla teorica	2288	
Rendimiento	1.0326	

Ajuste de agua de mezclado	251
Ajuste de cantidad de cemento	439
Ajuste de grava (húmedo)	786
Ajuste de arena (húmedo)	812
Ajuste por slump	0.320
Ajuste de % de Grava	0

Ra/c final	0.572
F. Cemento	10.3
% de grava	49
% de arena	51

Materiales	Tanda
	0.024
Cemento	10.468
Agua	5.988
Arena	19.376
Grava	18.749
Total	54.581

Arena
Grava

Dosificación	
Peso	Volumen
1.00	1.00
24.3	24.3
1.85	1.84
1.79	1.90
	3.7

Pie³
Litros
Pie³
Pie³
Pie³

Peso unitario teorico final de la mezcla	2288	kg/m3
Peso unitario de la mezcla corregida	2288	kg/m3


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TECNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	AYACUCHO		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
324	0.324

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño

Slump obtenido en comprobación

Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
4	99.9998
Litros	0.32004

Peso unitario del concreto fresco

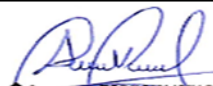
Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	02	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43100	43100
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0156	0.0156
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2288	2288

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO	
01.- Numero de prueba	01
02.- Número de molde	02
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr. 44100.0
04.- Peso del molde	gr. 7350.0
05.- Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0156
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m ³ 2353

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	09/01/2023	16/01/2023	15	37326.9	211	75
Ensayo a los 7 días	09/01/2023	16/01/2023	15	37420.74	212	76
Ensayo a los 28 días	09/01/2023	06/02/2023	15	55207.5	312	112
Ensayo a los 28 días	09/01/2023	06/02/2023	15	55513.5	314	112

OBSERVACIONES :


FMec SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERIA DE SUELOS
 Angella Viviana Villanueva Alcaide
 TÉCNICO LABORATORISTA

 F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz - Ayacucho 2023"	
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS	
Lugar	AYACUCHO	
CERTIFICADO DE ENSAYO: RECOMENDACIÓN ACI 211		

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : ANDINO TIPO I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

:La Moderna

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.632 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.703 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1516 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1654 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.0 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.5 | % |
| 7.- Módulo de fineza | 3.00 | adimensional |

Agregado grueso :

:La Moderna

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.872 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.907 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1415 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1524 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.2 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.6 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 3/4" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 1/2" | Pulg. |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.2	95.8
Nº 08	14.2	81.6
Nº 16	18.5	63.1
Nº 30	24.9	38.2
Nº 50	20.3	17.9
Nº 100	2.4	0.4
Fondo	0.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.3	80.7
1/2"	55.6	25.0
3/8"	21.0	4.0
Nº 04	0.0	3.9
Fondo	0.0	3.9


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

 F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	AYACUCHO		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2288 Kg/m^3
Resistencia promedio a los 7 días	:	211 Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	76 %
Factor cemento por M^3 de concreto	:	10.3 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.57

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	439 Kg/m^3	: ANDINO TIPO I
Agua	251 L	: AYACUCHO
Agregado fino	812 Kg/m^3	:La Moderna
Agregado grueso	786 Kg/m^3	:La Moderna

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.85	1.79	24.3	Lts/ pie^3
Proporción en volumen :					
	1.0	1.84	1.90	24.3	Lts/ pie^3


FMec SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
TÉCNICO LABORATORISTA

 F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"	
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS	
Lugar	Ayacucho	
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211		

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso :La Moderna

01.- Tamaño máximo nominal

02.- Peso específico seco de masa

03.- Peso Unitario compactado seco

04.- Peso Unitario suelto seco

05.- Contenido de humedad

06.- Contenido de absorción

1/2"	pulg.
2872	Kg/m ³
1524	Kg/m ³
1415	Kg/m ³
0.6	%
1.2	%

II.) Datos del agregado fino :La Moderna

07.- Peso específico seco de masa

08.- Peso unitario seco suelto

09.- Contenido de humedad

10.- Contenido de absorción

11.- Módulo de fineza (adimensional)

2632	Kg/m ³
1516	Kg/m ³
0.5	%
1.0	%
3.00	%

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días

13.- Relación agua cemento

14.- Asentamiento

15.- Volumen unitario del agua : AYACUCHO

16.- Contenido de aire atrapado

17.- Volumen del agregado grueso

18.- Peso específico del cemento : ANDINO TIPO I

19.- Aditivo : Silica Fuma

20.- Densidad del agua, cemento, del aditivo : Agua (densidad) 1.0000

0	%
280	Kg/cm ²
0.57	
4	Pulg.
216	L/m ³
0	%
0.530	m ³
3150	Kg/m ³

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	378	0.120			
b.- Agua	216	0.216			
c.- Aire	2.5	0.025			
d.- Arena	942	0.358	54	947	
e.- Grava	807	0.281	46	812	
	2346	1.000			
					10

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	378	Kg/m ³
AGUA	226	L/m ³
ARENA	947	Kg/m ³
PIEDRA	812	Kg/m ³
C.MAÍZ	18.881	Kg/m ³
	2381	

VI.) Tanda de ensayo

377.622	kg
225.942	L
947.426	kg
811.517	kg
18.881	kg
2381.388	

1.000	m ³
F/cemento (en bolsas)	8.9
R ^{a/c} de diseño	0.572
R ^{a/c} de obra	0.598

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.51	2.15	0.05	25.4	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.49	2.28	0.05	25.4	Lts/pie ³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERIA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TECNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

Peso de tanda de ensayo 2381.388
Peso unitario de la mezcla teorica 2287
Rendimiento 1.0414

Ajuste de agua de mezclado	257
Ajuste de cantidad de cemento	449
Ajuste de grava (húmedo)	779
Ajuste de arena (húmedo)	801
Ajuste por slump	0.52
Ajuste de % de Grava	0

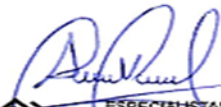
Ra/c final 0.572
F. Cemento 10.6
% de grava 49
% de arena 51

Materiales	Tanda
	0.024
Cemento	10.719
Agua	6.131
Arena	19.111
Grava	18.589
Total	54.551

Arena
 Grava

Dosificación	
Peso	Volumen
1.00	1.00 Pie ³
24.3	24.3 Litros
1.78	1.77 Pie ³
1.73	1.84 Pie ³
	3.6 Pie ³

Peso unitario teorico final de la mezcla 2287 kg/m³
Peso unitario de la mezcla corregida 2287 kg/m³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
518	0.518

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño

Slump obtenido en comprobación

Ajuste de cantidad de agua

	Pulg.	mm.
	4	101.6
	3 8/9	99.0092
Litros	0.51816	

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	02	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 43080	43080
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0156	0.0156
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2287	2287

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO	
01.- Numero de prueba	01
02.- Número de molde	02
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr. 44400.0
04.- Peso del molde	gr. 7350.0
05.- Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0055
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m ³ 2357.3

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	10/01/2023	17/01/2023	15	39327.12	223	79
Ensayo a los 7 días	10/01/2023	17/01/2023	15	38270.4	217	77
Ensayo a los 28 días	10/01/2023	07/02/2023	15	57222	324	116
Ensayo a los 28 días	10/01/2023	07/02/2023	15	57120	323	115


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERIA DE SUELOS
 Avenida Pádua 111000000 Alameda
 TECNICO LABORATORISTA

 FMec SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz - Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	Ayacucho
CERTIFICADO DE ENSAYO: RECOMENDACIÓN ACI 211	

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : ANDINO TIPO I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

:La Moderna

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.632 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.703 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1516 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1654 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.0 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.5 | % |
| 7.- Módulo de fineza | 3.00 | adimensional |

Agregado grueso :

:La Moderna

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.872 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.907 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1415 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1524 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.2 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.6 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 3/4" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 1/2" | Pulg. |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.2	95.8
Nº 08	14.2	81.6
Nº 16	18.5	63.1
Nº 30	24.9	38.2
Nº 50	20.3	17.9
Nº 100	2.4	0.4
Fondo	0.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.3	80.7
1/2"	55.6	25.0
3/8"	21.0	4.0
Nº 04	0.0	3.9
Fondo	0.0	3.9


FMec SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"	
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS	
Lugar	Ayacucho	
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211		

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2287 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	220 Kg/cm ²
Porcentaje promedio a los 7 días	:	78 %
Factor cemento por M ³ de concreto	:	10.6 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.57

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	449 Kg/m ³	: ANDINO TIPO I
Agua	257 L	: AYACUCHO
Agregado fino	801 Kg/m ³	: La Moderna
Agregado grueso	779 Kg/m ³	: La Moderna

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	C.MAÍZ	Agua
	1.0	1.78	1.73	0.05	24.3 Lts/pie ³
Proporción en volumen :					
	1.0	1.77	1.84	0.05	24.3 Lts/pie ³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

I.) Datos del agregado grueso :La Moderna

01.- Tamaño máximo nominal	1/2" pulg.
02.- Peso específico seco de masa	2872 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco	1524 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco	1415 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad	0.6 %
06.- Contenido de absorción	1.2 %

II.) Datos del agregado fino :La Moderna

07.- Peso específico seco de masa	2632 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto	1516 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	0.5 %
10.- Contenido de absorción	1.0 %
11.- Módulo de fineza (adimensional)	3.00

III.) Datos de la mezcla y otros

12.- Resistencia especificada a los 28 días	$F'_{cr} = 280 \text{ Kg/cm}^2$
13.- Relación agua cemento	$R^{a/c} = 0.57$
14.- Asentamiento	4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : AYACUCHO	216 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado	0 2.5 %
17.- Volumen del agregado grueso	0.530 m ³
18.- Peso específico del cemento : ANDINO TIPO I	3150 Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo	%
20.- Densidad aparente del aditivo : Silica Fuma Modificante	g/cm ³

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	378	0.120			
b.- Agua	216	0.216			
c.- Aire	2.5	0.025			
d.- Arena	942	0.358	54	947	Agua Efectiva
e.- Grava	807	0.281	46	812	4.5
	2346	1.000			5.5
					10

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

CEMENTO	378	Kg/m ³
AGUA	226	L/m ³
ARENA	947	Kg/m ³
PIEDRA	812	Kg/m ³
C.MAÍZ	37.762	Kg/m ³
	2400	

VI.) Tanda de ensayo

377.622 kg	$F'_{cemento} = 1.000 \text{ m}^3$	
225.942 L	$R^{a/c} \text{ de diseño}$	8.9
947.426 kg	$R^{a/c} \text{ de obra}$	0.572
811.517 kg	Aditivo en Kg/m ³	0.598
37.762 kg		
2400.269		

VII). Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.51	2.15	0.10	25.4	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.49	2.28	0.10	25.4	Lts/pie ³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
INGENIERIA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
TECNICO EN GEOMETRIA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"	
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS	
Lugar	Ayacucho	
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211		

Peso de tanda de ensayo	2400.269	0.0000	0.0000	0.0000
Peso unitario de la mezcla teorica	2280			
Rendimiento	1.0526			

Ajuste de agua de mezclado	260	Ra/c final	0.572
Ajuste de cantidad de cemento	455	F. Cemento	10.7
Ajuste de grava (húmedo)	771	% de grava	49
Ajuste de arena (húmedo)	795	% de arena	51
Ajuste por slump	0.62		
Ajuste de % de Grava	0		

Materiales	Tanda
	0.024
Cemento	10.844
Agua	6.203
Arena	18.960
Grava	18.392
Total	54.398

Arena
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie ³
24.3	24.3	Litros
1.75	1.74	Pie ³
1.70	1.80	Pie ³
	3.5	Pie ³

Peso unitario teorico final de la mezcla	2280	kg/m ³
Peso unitario de la mezcla corregida	2280	kg/m ³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
619	0.619

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño

Slump obtenido en comprobación

Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
3 7/8	98.5012
Litros 0.61976	

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	02	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 42980	42980
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0156	0.0156
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2280	2280

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO	
01.- Numero de prueba	01
02.- Número de molde	02
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr. 44400.0
04.- Peso del molde	gr. 7350.0
05.- Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0055
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m ³ 2357.3

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	11/01/2023	18/01/2023	15	39327.12	223	79
Ensayo a los 7 días	11/01/2023	18/01/2023	15	38270.4	217	77
Ensayo a los 28 días	11/01/2023	08/02/2023	15	57222.0	324	116
Ensayo a los 28 días	11/01/2023	08/02/2023	15	57120.0	323	115


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERIA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcázar
 TÉCNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	Ayacucho
CERTIFICADO DE ENSAYO: RECOMENDACIÓN ACI 211	

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : ANDINO TIPO I

2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

:La Moderna

1.- Peso específico de masa	2.632 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.703 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1516 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1654 Kg/m^3
5.- % de absorción	1.0 %
6.- Contenido de humedad	0.5 %
7.- Módulo de fineza	3.00 adimensional

Granulometría :

$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Agregado grueso :

:La Moderna

1.- Peso específico de masa	2.872 gr/cm^3
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.907 gr/cm^3
3.- Peso unitario suelto	1415 Kg/m^3
4.- Peso unitario compactado	1524 Kg/m^3
5.- % de absorción	1.2 %
6.- Contenido de humedad	0.6 %
7.- Tamaño máximo	3/4" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	1/2" Pulg.

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.2	95.8
Nº 08	14.2	81.6
Nº 16	18.5	63.1
Nº 30	24.9	38.2
Nº 50	20.3	17.9
Nº 100	2.4	0.4
Fondo	0.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.3	80.7
1/2"	55.6	25.0
3/8"	21.0	4.0
Nº 04	0.0	3.9
Fondo	0.0	3.9


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERIA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211) $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2280 Kg/m^3
Resistencia promedio a los 7 días	:	220 Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	78 %
Factor cemento por M^3 de concreto	:	10.7 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.57

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	455 Kg/m^3	: ANDINO TIPO I
Agua	260 L	: AYACUCHO
Agregado fino	795 Kg/m^3	: La Moderna
Agregado grueso	771 Kg/m^3	: La Moderna

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	C.MAÍZ	Agua
	1.0	1.75	1.70	0.10	24.3 Lts/ pie^3
Proporción en volumen :	1.0	1.74	1.80	0.10	24.3 Lts/ pie^3



FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'_c=280$ kg/cm ² con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE RESISTENCIA				$F'_c =$ 280 Kg/cm ²	
I.) Datos del agregado grueso :La Moderna					
01.- Tamaño máximo nominal				1/2"	pulg.
02.- Peso específico seco de masa				2872	Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco				1524	Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco				1415	Kg/m ³
05.- Contenido de humedad				0.6	%
06.- Contenido de absorción				1.2	%
II.) Datos del agregado fino :La Moderna					
07.- Peso específico seco de masa				2632	Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto				1516	Kg/m ³
09.- Contenido de humedad				0.5	%
10.- Contenido de absorción				1.0	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)				3.00	
III.) Datos de la mezcla y otros					
12.- Resistencia especificada a los 28 días				280	Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento				0.57	
14.- Asentamiento				4	Pulg.
15.- Volumen unitario del agua		: AYACUCHO		216	L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado				0	%
17.- Volumen del agregado grueso				0.530	m ³
18.- Peso específico del cemento		: ANDINO TIPO I		3150	Kg/m ³
19.- Aditivo					%
20.- Densidad del agregado del aditivo					kg/cm ³
IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua					
a.- Cemento	378	0.120			
b.- Agua	216	0.216			
c.- Aire	2.5	0.025			
d.- Arena	942	0.358	54	947	Agua Efectiva
e.- Grava	807	0.281	46	812	
	2346	1.000			10
V.) Resultado final de diseño (húmedo)					
CEMENTO	378	Kg/m ³	377.622	kg	
AGUA	226	L/m ³	225.942	L	
ARENA	947	Kg/m ³	947.426	kg	
PIEDRA	812	Kg/m ³	811.517	kg	
C.MAÍZ	47.203	Kg/m ³	47.203	kg	
	2410		2409.709		
VI.) Tanda de ensayo					
				1.000	m ³
				F'_{cemento} (en bolsas)	8.9
				$R_{a/c}$ de diseño	0.572
				$R_{a/c}$ de obra	0.598
				Aditivo con Kg/m ³	0.000
VII). Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)					
En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.51	2.15	0.125	25.4
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.49	2.28	0.125	25.4
					Lts/pie ³



ESPECIALISTAS EN
INGENIERIA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
TECNICO LABORATORISTA

 FMEC SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

Peso de tanda de ensayo	<u>2409.709</u>	0.0000
Peso unitario de la mezcla teorica	2278	0.0000
Rendimiento	1.0577	0.0000

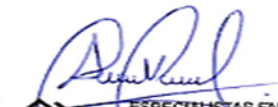
Ajuste de agua de mezclado	263	Ra/c final	0.572
Ajuste de cantidad de cemento	460	F. Cemento	10.8
Ajuste de grava (húmedo)	767	% de grava	49
Ajuste de arena (húmedo)	788	% de arena	51
Ajuste por slump	0.72		
Ajuste de % de Grava	0		

Materiales	Tanda
	0.024
Cemento	10.969
Agua	6.274
Arena	18.805
Grava	18.304
Total	54.352

Arena
Grava

Dosificación		
Peso	Volumen	
1.00	1.00	Pie ³
24.3	24.3	Litros
1.71	1.70	Pie ³
1.67	<u>1.77</u>	Pie ³
	3.5	Pie ³

Peso unitario teorico final de la mezcla	2278	kg/m ³
Peso unitario de la mezcla corregida	2278	kg/m ³


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

 F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	Ayacucho
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211	

DISEÑO DE RESISTENCIA

$F'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

Ajuste de agua de tanda

Cantidad de agua sobrante o incrementada

ml	Lt
721	0.721

Consistencia del concreto fresco (Slump)

Slump teorico del diseño

Slump obtenido en comprobación

Ajuste de cantidad de agua

Pulg.	mm.
4	101.6
3 6/7	97.9932
Litros 0.72136	

Peso unitario del concreto fresco

Nº de prueba	Sin / Corr	Corregida
Nº de molde	02	02
Peso de la muestra + peso del molde	gr. 42950	42950
Peso del molde	gr. 7350	7350
Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0156	0.0156
Peso unitario del concreto fresco sin aire incorporado	kg/m ³ 2278	2278

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO CON AIRE INCORPORADO	
01.- Numero de prueba	01
02.- Número de molde	02
03.- Peso de la muestra + peso del molde	gr. 44160.0
04.- Peso del molde	gr. 7350
05.- Volumen ó Constante del molde	m ³ 0.0055
05.- Peso unitario del concreto fresco con aire incorporado	kg/m ³ 2353

Resistencia a los 7 días

Muestra	F.Vaciado	F.Ensayo	diametro	carga	F'c	%
Ensayo a los 7 días	12/01/2023	19/01/2023	15	39327.12	223	79
Ensayo a los 7 días	12/01/2023	19/01/2023	15	38270.4	217	77
Ensayo a los 28 días	12/01/2023	09/02/2023	15	57222.0	324	116
Ensayo a los 28 días	12/01/2023	09/02/2023	15	57120.0	323	115


FMec SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERIA DE SUELOS
 Angela Priscilla Villanueva Alcalde
 TECNICO LABORATORISTA

 FMec SAC F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
	SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz - Ayacucho 2023"
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar	Ayacucho
CERTIFICADO DE ENSAYO: RECOMENDACIÓN ACI 211	

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : ANDINO TIPO I
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m^3

AGREGADOS :

Agregado fino :

:La Moderna

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.632 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.703 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1516 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1654 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.0 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.5 | % |
| 7.- Módulo de fineza | 3.00 | adimensional |

Agregado grueso :

:La Moderna

- | | | |
|------------------------------------|-------|------------------|
| 1.- Peso específico de masa | 2.872 | gr/cm^3 |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.907 | gr/cm^3 |
| 3.- Peso unitario suelto | 1415 | Kg/m^3 |
| 4.- Peso unitario compactado | 1524 | Kg/m^3 |
| 5.- % de absorción | 1.2 | % |
| 6.- Contenido de humedad | 0.6 | % |
| 7.- Tamaño máximo | 3/4" | Pulg. |
| 8.- Tamaño máximo nominal | 1/2" | Pulg. |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.2	95.8
Nº 08	14.2	81.6
Nº 16	18.5	63.1
Nº 30	24.9	38.2
Nº 50	20.3	17.9
Nº 100	2.4	0.4
Fondo	0.4	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	19.3	80.7
1/2"	55.6	25.0
3/8"	21.0	4.0
Nº 04	0.0	3.9
Fondo	0.0	3.9


FMec SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.	
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES	
Tesis	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"		
Tesista	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS		
Lugar	Ayacucho		
CERTIFICADO DE ENSAYO: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado) RECOMENDACIÓN ACI 211			

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211)

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2278 Kg/m^3
Resistencia promedio a los 7 días	:	220 Kg/cm^2
Porcentaje promedio a los 7 días	:	78 %
Factor cemento por M^3 de concreto	:	10.8 bolsas/ m^3
Relación agua cemento de diseño	:	0.57

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	460 Kg/m^3	: ANDINO TIPO I
Agua	263 L	: AYACUCHO
Agregado fino	788 Kg/m^3	: La Moderna
Agregado grueso	767 Kg/m^3	: La Moderna

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	C.MAÍZ	Agua
1.0	1.71	1.67	0.125	24.3 Lts/ pie^3

Proporción en volumen :

1.0	1.70	1.77	0.125	24.3 Lts/ pie^3
-----	------	------	-------	--------------------------


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

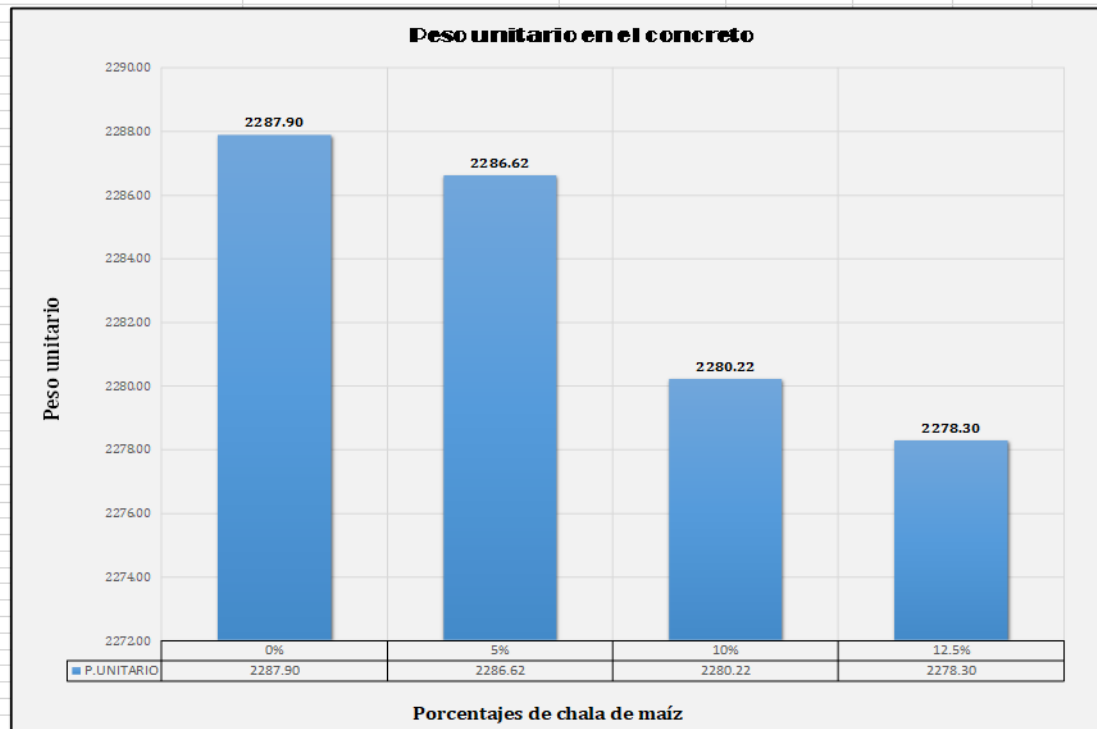
Tesis:	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f'_c=280$ kg/cm2 con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Ubicación	AYACUCHO
Descripción	Ensayo de densidad de peso unitario NTP.339.046

PESO UNITARIO DE LA MEZCLA PATRON DE $f'_c=280$ kg/cm2 CON LOS DISTINTOS PORCENTAJES DE CHALA DE MAÍZ

Muestra	Peso de la muestra + molde(kg)	Peso del molde(kg)	Area (m2)	Altura (m)	Volumen (m3)	Peso unitario (Kg/m3)
$f'_c=280$ kg/cm2	43.10	7.35	0.3460	0.2770	0.01563	2287.90
$f'_c=280$ kg/cm2+5% C. maíz	43.08	7.35	0.3460	0.2770	0.01563	2286.62
$f'_c=280$ kg/cm2+10% C. maíz	42.98	7.35	0.3460	0.2770	0.01563	2280.22
$f'_c=280$ kg/cm2+12.5% C. maíz	42.95	7.35	0.3460	0.2770	0.01563	2278.30

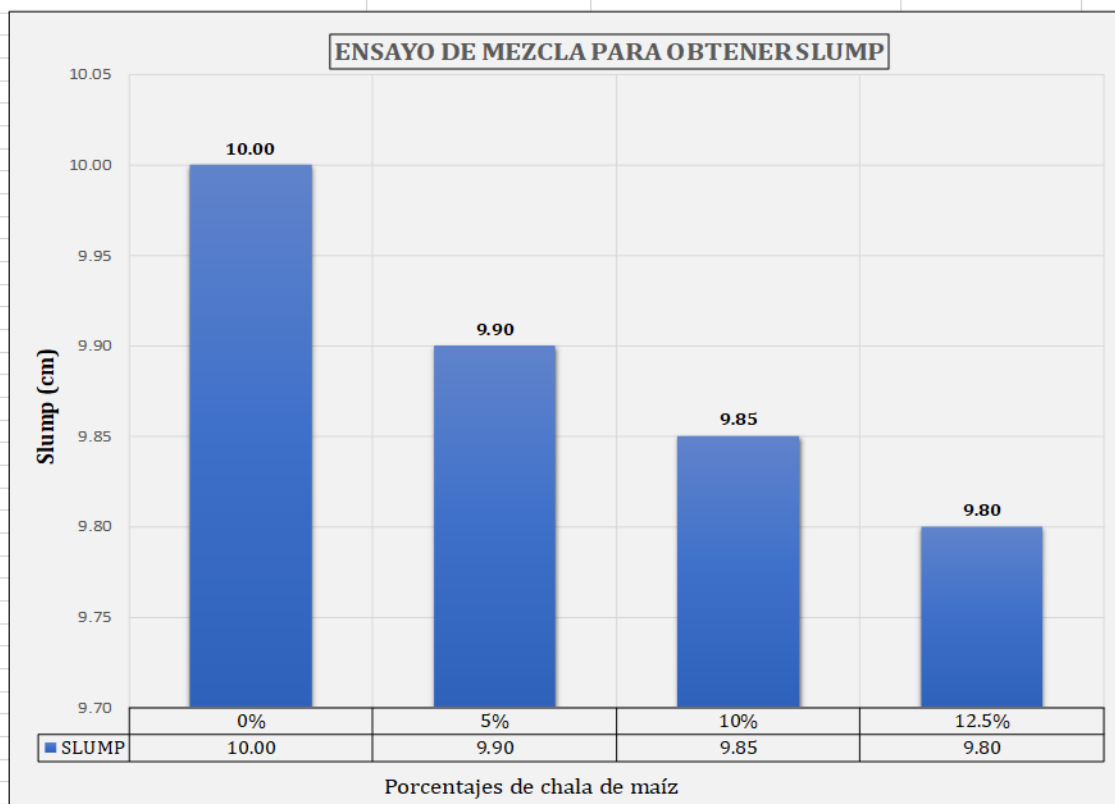
RESUMEN

Muestra	% Chala de maíz	Peso unitario
$f'_c=280$ kg/cm2	0%	2287.90
$f'_c=280$ kg/cm2+5% C. maíz	5%	2286.62
$f'_c=280$ kg/cm2+10% C. maíz	10%	2280.22
$f'_c=280$ kg/cm2+12.5% C. maíz	12.5%	2278.30



 F & M Engineering and Construction S.A.C. Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
	SSERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
Tesis:	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023"
Ubicación	AYACUCHO
Descripción	Ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams NTP.339.035

MUESTRA	% Chala de maíz	SLUMP(cm)	VARIACIÓN DE SLUMP (cm)
$f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	0%	10.00	0.00
$f_c=280 \text{ kg/cm}^2+5\% \text{ C. maíz}$	5%	9.90	0.10
$f_c=280 \text{ kg/cm}^2+10\% \text{ C. maíz}$	10%	9.85	0.15
$f_c=280 \text{ kg/cm}^2+12.5\% \text{ C. maíz}$	12.5%	9.80	0.20




FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

INCORPORANDO CHALA DE MAÍZ, CONCRETO F'c : 280 kg/cm2

INCORPORACION DEL 5% DE CHALA DE MAÍZ

TESIS	10/01/2023	1.0	7	17/01/2023	15.00	176.71	30.2	12772	5336.7804	2.39	385.56	39327.12	222.55	280	79.48%	Cumple
	10/01/2023	2.0	7	17/01/2023	15.10	179.08	30.14	12774	5397.43	2.37	375.20	38270.40	213.71	280	76.32%	Cumple
	10/01/2023	3.0	7	17/01/2023	15.00	176.71	30.13	12770	5324.4104	2.40	380.15	38775.30	219.42	280	78.37%	Cumple
PROMEDIO													218.56	280	78.06%	Cumple
TESIS	10/01/2023	1.0	14	24/01/2023	15.00	176.71	30.12	12762	5322.6433	2.40	440.17	44897.34	254.07	280	90.74%	Cumple
	10/01/2023	2.0	14	24/01/2023	15.10	179.08	30.11	12762	5392.0576	2.37	444.16	45304.32	252.99	280	90.35%	Cumple
	10/01/2023	3.0	14	24/01/2023	15.00	176.71	30.12	12751	5322.6433	2.40	442.17	45101.34	255.22	280	91.15%	Cumple
PROMEDIO													254.09	280	90.75%	Cumple
TESIS	10/01/2023	1.0	28	07/02/2023	15.00	176.71	30.12	12762	5322.6433	2.40	561.00	57222.00	323.81	280	115.65%	Cumple
	10/01/2023	2.0	28	07/02/2023	15.10	179.08	30.12	12762	5393.8484	2.37	560.00	57120.00	318.97	280	113.92%	Cumple
	10/01/2023	3.0	28	07/02/2023	15.00	176.71	30.12	12751	5322.6433	2.40	553.00	56406.00	319.19	280	114.00%	Cumple
PROMEDIO													320.66	280	114.52%	Cumple


FIMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

		F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.		
		SERVICIOS TECNICOS PROFESIONALES DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES		
Tesis:	"Evaluación de la resistencia a la compresión f'c=280 kg/cm2 con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023".			
Tesista:	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS			
Lugar:	AYACUCHO	Norma:	ASTM C- 39	MTC E 704 - 2013
Observaciones	El laboratorio no se responsabiliza por las características físicas, químicas, alteraciones y la toma de muestras de las probetas.			

A. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS F'c= 280 KG/CM2

280

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Cilindro	Días Curado	Fecha de Ensayo	Diametro (cm)	Área (cm2)	Altura (cm2)	Peso (gr)	Volumen (cm3)	Densidad (gr/cm3)	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Compresión		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Condición
													kg/cm2	Diseño		
TESIS	09/01/2023	1.0	7	16/01/2023	15.05	177.89	30.10	12641	5354.6288	2.36	365.95	37326.90	209.83	280	74.94%	Cumple
	09/01/2023	2.0	7	16/01/2023	15.10	179.08	30.12	12643	5393.8484	2.34	366.87	37420.74	208.96	280	74.63%	Cumple
	09/01/2023	3.0	7	16/01/2023	15.00	176.71	30.15	12645	5327.9447	2.37	355.85	36296.70	205.40	280	73.36%	Cumple
PROMEDIO													208.06	280	74.31%	Cumple
TESIS	09/01/2023	1.0	14	23/01/2023	15.10	179.08	30.16	12775	5401.0115	2.37	436.56	44529.12	248.66	280	88.81%	Cumple
	09/01/2023	2.0	14	23/01/2023	15.10	179.08	30.18	12772	5404.5931	2.36	439.80	44859.60	250.50	280	89.47%	Cumple
	09/01/2023	3.0	14	23/01/2023	15.00	176.71	30.2	12774	5336.7804	2.39	438.15	44691.30	252.90	280	90.32%	Cumple
PROMEDIO													250.69	280	89.53%	Cumple
TESIS	09/01/2023	1.0	28	06/02/2023	15.00	176.71	30.15	12782	5327.9447	2.40	541.25	55207.50	312.41	280	111.58%	Cumple
	09/01/2023	2.0	28	06/02/2023	15.00	176.71	30.16	12783	5329.7118	2.40	544.25	55513.50	314.14	280	112.19%	Cumple
	09/01/2023	3.0	28	06/02/2023	15.00	176.71	30.14	12773	5326.1776	2.40	552.85	56390.70	319.11	280	113.97%	Cumple
PROMEDIO													315.22	280	112.58%	Cumple



FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
Angela Viviana Villanueva Alcalde
TECNICO LABORATORISTA

INCORPORANDO CHALA DE MAÍZ, CONCRETO $F'c: 280 \text{ kg/cm}^2$

INCORPORACION DEL 10% DE CHALA DE MAÍZ

TESIS	11/01/2023	1.0	7	18/01/2023	15.09	178.84	30.12	12773	5386.7066	2.37	388.50	39627.00	221.58	280	79.13%	Cumple
	11/01/2023	2.0	7	18/01/2023	15.10	179.08	30.13	12775	5395.6392	2.37	390.50	39831.00	222.42	280	79.44%	Cumple
	11/01/2023	3.0	7	18/01/2023	15.10	179.08	30.12	12779	5393.8484	2.37	389.50	39729.00	221.85	280	79.23%	Cumple
PROMEDIO													221.95	280	79.27%	Cumple

TESIS	11/01/2023	1.0	14	25/01/2023	15.00	176.71	30.1	12758	5319.109	2.40	448.65	45762.30	258.96	280	92.49%	Cumple
	11/01/2023	2.0	14	25/01/2023	15.10	179.08	30.12	12760	5393.8484	2.37	460.85	47006.70	262.49	280	93.75%	Cumple
	11/01/2023	3.0	14	25/01/2023	15.00	176.71	30.1	12762	5322.6433	2.40	444.90	45379.80	256.80	280	91.71%	Cumple
PROMEDIO													259.42	280	92.65%	Cumple

TESIS	11/01/2023	1.0	28	08/02/2023	15.00	176.71	30.12	12762	5322.6433	2.40	565.00	57630.00	326.12	280	116.47%	Cumple
	11/01/2023	2.0	28	08/02/2023	15.08	178.6	30.12	12762	5379.5695	2.37	563.00	57426.00	321.53	280	114.83%	Cumple
	11/01/2023	3.0	28	08/02/2023	15.00	176.71	30.12	12751	5322.6433	2.40	575.00	58650.00	331.89	280	118.53%	Cumple
PROMEDIO													326.51	280	116.61%	Cumple


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

INCORPORANDO CHALA DE MAÍZ, CONCRETO $F'c$: 280 kg/cm²

INCORPORACION DEL 12.5% DE CHALA DE MAÍZ

TESIS	12/01/2023	1.0	7	19/01/2023	15.10	179.08	30.1	12762	5393.8484	2.37	389.23	39701.46	221.70	280	79.18%	Cumple
	12/01/2023	2.0	7	19/01/2023	15.10	179.08	30.1	12762	5390.2668	2.37	391.23	39905.46	222.84	280	79.58%	Cumple
	12/01/2023	3.0	7	19/01/2023	15.00	176.71	30.1	12751	5322.6433	2.40	394.23	40211.46	227.55	280	81.27%	Cumple
PROMEDIO													224.03	280	80.01%	Cumple
TESIS	12/01/2023	1.0	14	26/01/2023	15.00	176.71	30.1	12762	5319.109	2.40	479.92	48951.84	277.01	280	98.93%	Cumple
	12/01/2023	2.0	14	26/01/2023	15.00	176.71	30.1	12762	5319.109	2.40	478.92	48849.84	276.43	280	98.73%	Cumple
	12/01/2023	3.0	14	26/01/2023	15.00	176.71	30.12	12751	5322.6433	2.40	479.96	48955.92	277.03	280	98.94%	Cumple
PROMEDIO													276.83	280	98.87%	Cumple
TESIS	12/01/2023	1.0	28	09/02/2023	15.10	179.08	30.1	12762	5390.2668	2.37	611.00	62322.00	348.01	280	124.29%	Cumple
	12/01/2023	2.0	28	09/02/2023	15.00	176.71	30.1	12762	5319.109	2.40	600.00	61200.00	346.32	280	123.69%	Cumple
	12/01/2023	3.0	28	09/02/2023	15.00	176.71	30.12	12751	5322.6433	2.40	614.01	62629.02	354.41	280	126.57%	Cumple
PROMEDIO													349.58	280	124.85%	Cumple

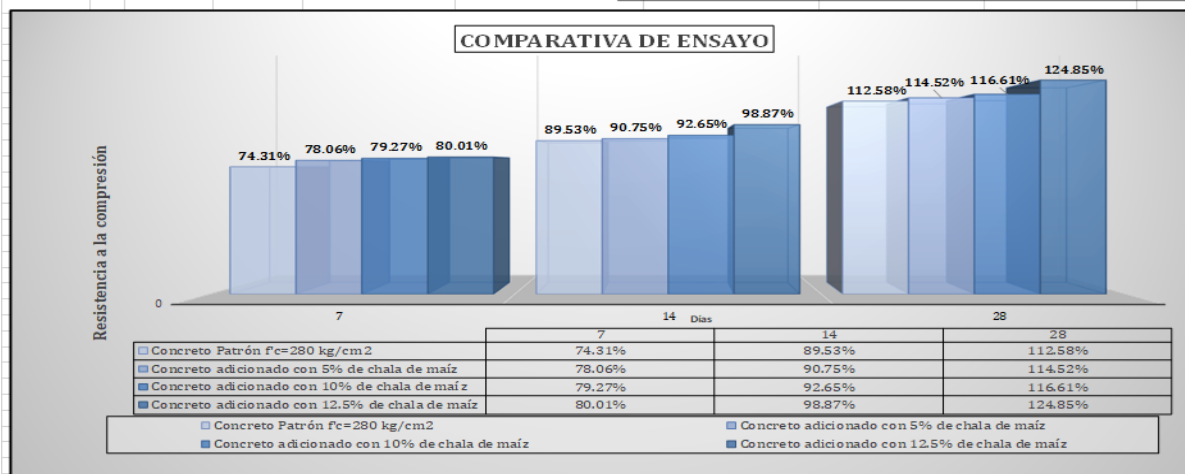
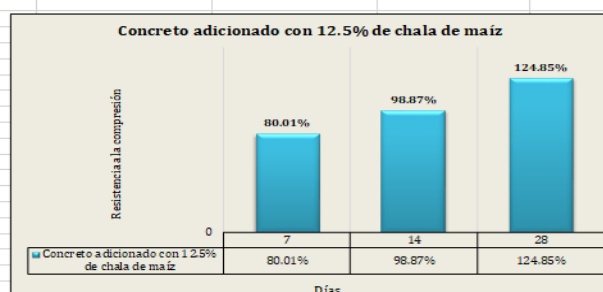
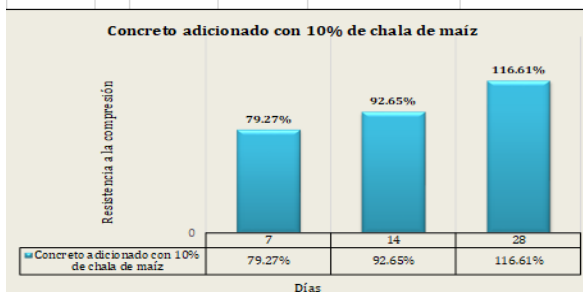
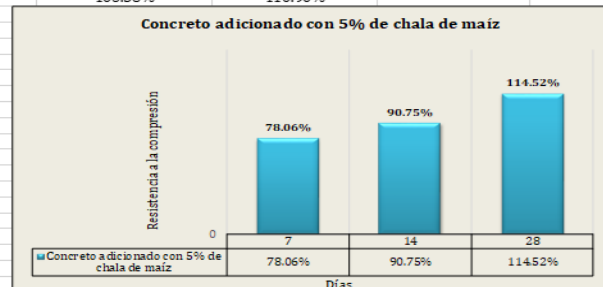
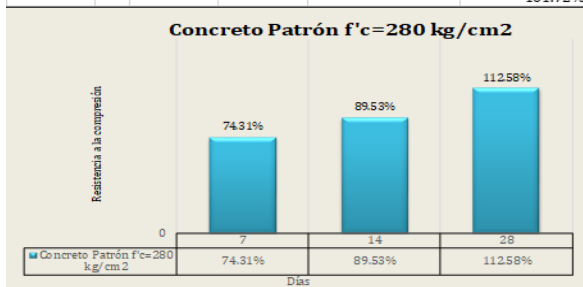

FIMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

Tesis: "Evaluación de la resistencia a la compresión $f'_c=280$ kg/cm² con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023".

Tesista: CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS

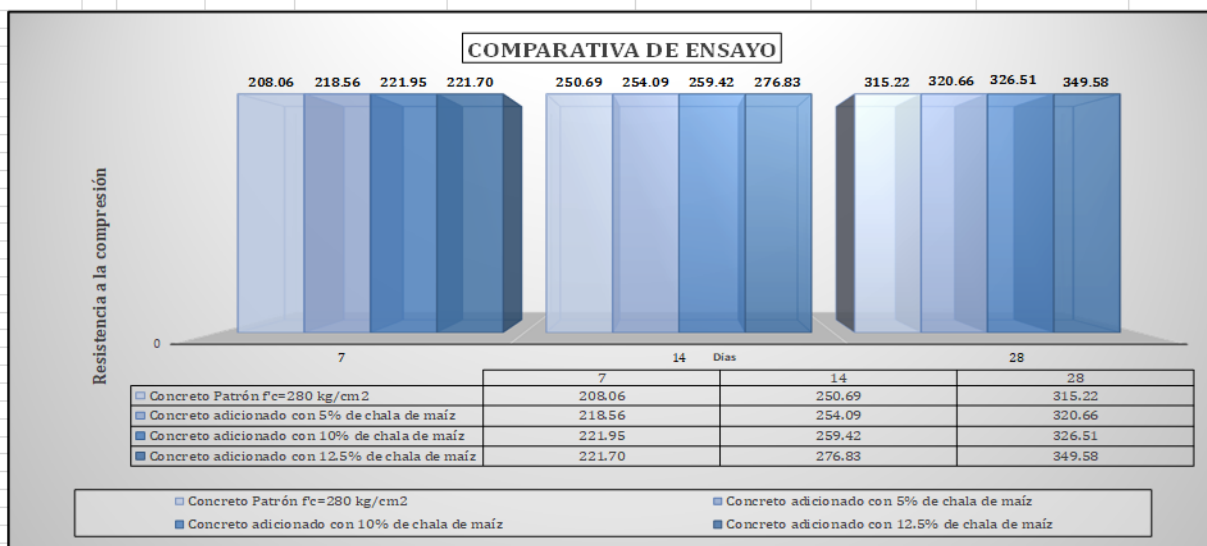
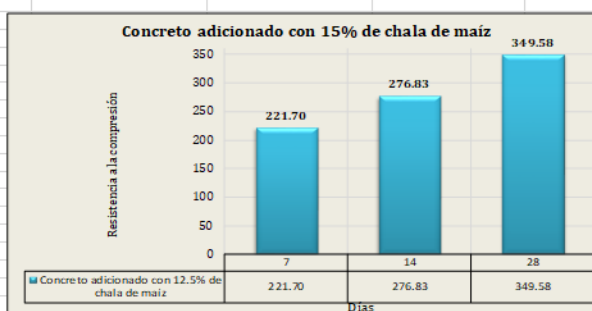
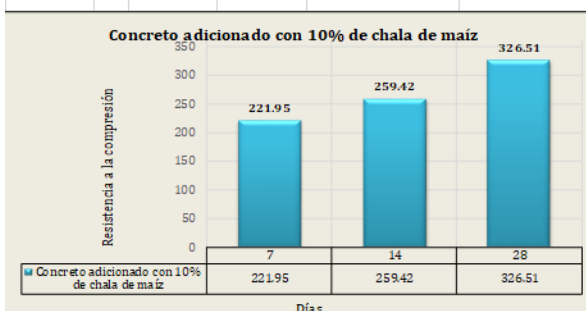
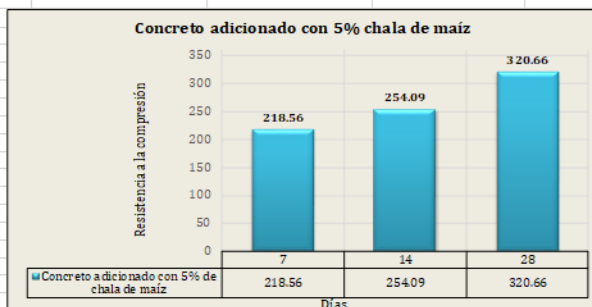
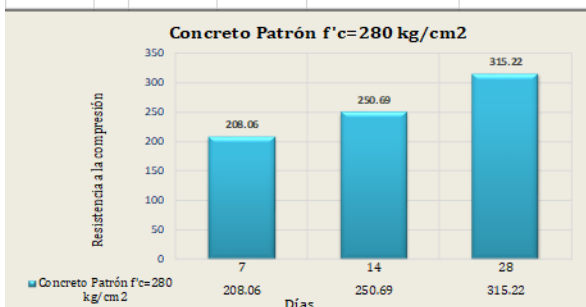
Lugar: AYACUCHO

Días	Concreto Patrón $f'_c=280$ kg/cm ²	Concreto adicionado con 5% de chala de maíz	Concreto adicionado con 10% de chala de maíz	Concreto adicionado con 12.5% de chala de maíz
7	74.31%	78.06%	79.27%	80.01%
14	89.53%	90.75%	92.65%	98.87%
28	112.58%	114.52%	116.61%	124.85%
		101.72%	103.58%	110.90%



Tesis:	"Evaluación de la resistencia a la compresión $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adiciones de ceniza de chala de maíz -Ayacucho 2023".
Tesista:	CLIVER ANICETO TINCO CAMPOS
Lugar:	AYACUCHO

Días	Concreto Patrón $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$	Concreto adicionado con 5% de chala de maíz	Concreto adicionado con 10% de chala de maíz	Concreto adicionado con 12.5% de chala de maíz
7	208.06	218.56	221.95	221.70
14	250.69	254.09	259.42	276.83
28	315.22	320.66	326.51	349.58



A. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CILINDROS $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	f'_c (kg/cm ²)	Promedio	Porcentaje (%)
CP - 01	Concreto patrón 280 kg/cm ²	09/01/2023	7	16/01/2023	209.83	208.06	74.31%
CP - 02		09/01/2023	7	16/01/2023	208.96		
CP - 03		09/01/2023	7	16/01/2023	205.40		
CP - 04		09/01/2023	14	23/01/2023	248.66	250.69	89.53%
CP - 05		09/01/2023	14	23/01/2023	250.50		
CP - 06		09/01/2023	14	23/01/2023	252.90		
CP - 07		09/01/2023	28	06/02/2023	312.41	315.22	112.58%
CP - 08		09/01/2023	28	06/02/2023	314.14		
CP - 09		09/01/2023	28	06/02/2023	319.11		


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villamueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

INCORPORANDODE CHALA DE MAÍZ, CONCRETO $F'c : 280 \text{ kg/cm}^2$

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm ²)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC1 -01	Concreto 280 kg/cm ² + 5% de chala de maíz	10/01/2023	7	17/01/2023	222.55	218.56	78.06%
CPC1 -02		10/01/2023	7	17/01/2023	213.71		
CPC1 -03		10/01/2023	7	17/01/2023	219.42		
CPC1 -04		10/01/2023	14	24/01/2023	254.07	254.09	90.75%
CPC1 -05		10/01/2023	14	24/01/2023	252.99		
CPC1 -06		10/01/2023	14	24/01/2023	255.22		
CPC1 -07		10/01/2023	28	07/02/2023	323.81	320.66	114.52%
CPC1 -08		10/01/2023	28	07/02/2023	318.97		
CPC1 -09		10/01/2023	28	07/02/2023	319.19		


FIMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

INCORPORANDO DE CHALA DE MAÍZ, CONCRETO $F'c : 280 \text{ kg/cm}^2$

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm ²)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC2 -01	Concreto 280 kg/cm ² + 10% de chala de maíz	11/01/2023	7	18/01/2023	221.58	221.95	79.27%
CPC2 -02		11/01/2023	7	18/01/2023	222.42		
CPC2 -03		11/01/2023	7	18/01/2023	221.85		
CPC2 -04		11/01/2023	14	25/01/2023	258.96	259.42	92.65%
CPC2 -05		11/01/2023	14	25/01/2023	262.49		
CPC2 -06		11/01/2023	14	25/01/2023	256.80		
CPC2 -07		11/01/2023	28	08/02/2023	326.12	326.51	116.61%
CPC2 -08		11/01/2023	28	08/02/2023	321.53		
CPC2 -09		11/01/2023	28	08/02/2023	331.89		


FMEC SAC ESPECIALISTAS EN INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

INCORPORANDO DE CHALA DE MAÍZ, CONCRETO $F'c$: 280 kg/cm²

CODIGO	Descripción	Fecha de vaciado	Edad (días)	Fecha de Ensayo	$f'c$ (kg/cm ²)	Promedio	Porcentaje (%)
CPC3 -01	Concreto 280 kg/cm ² + 12.5% de chala de maíz	12/01/2023	7	19/01/2023	221.70	224.03	80.01%
CPC3 -02		12/01/2023	7	19/01/2023	222.84		
CPC3 -03		12/01/2023	7	19/01/2023	227.55		
CPC3 -04		12/01/2023	14	26/01/2023	277.01	276.83	98.87%
CPC3 -05		12/01/2023	14	26/01/2023	276.43		
CPC3 -06		12/01/2023	14	26/01/2023	277.03		
CPC3 -07		12/01/2023	28	09/02/2023	348.01	349.58	124.85%
CPC3 -08		12/01/2023	28	09/02/2023	346.32		
CPC3 -09		12/01/2023	28	09/02/2023	354.41		


FIMEC SAC ESPECIALISTAS EN
 INGENIERÍA DE SUELOS
 Angela Viviana Villanueva Alcalde
 TÉCNICO LABORATORISTA

Anexo 2: Calibración de los ensayos de mecánica de suelo



PINZUAR

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-390

Page / Pág. 1 de 4

Equipo Instrument	Prensa para ensayo de concreto	Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.
Fabricante Manufacturer	PINZUAR	
Modelo Model	PC-42	
Número de Serie Serial Number	482	
Identificación Interna Internal Identifier	NO INDICA	
Capacidad Máxima Maximum Capacity	1000 kN	The results issued in this Certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer. This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI). The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.
Solicitante Customer	CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA LLATAS E I.R.L.	
Dirección Address	CAL. HIPOLITO LINANUE NRO 109 URB SANTA BEATRIZ - JAÉN	
Ciudad City	JAÉN	
Fecha de Calibración Date of calibration	2021 - 03 - 22	
Fecha de Emisión Date of issue	2022 - 03 - 24	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos Number of pages of the certificate and documents attached		04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los datos del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate



Félix Jaramillo Castillo
Responsable Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA, AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - C/ 18 #139 12 - 186 11 01 805 405 - 317603442 | administracion@pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,1 kN	Número de Serie	911250
Resolución	0,1 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Calibrado			
Límite inferior de la Escala	20 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static universal testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio $S_{1,2 y 3}$ kN
		S_1 Ascendente kN	S_2 Ascendente kN	S_2^{-1} No Aplica ---	S_3 Ascendente kN	S_4 No Aplica ---	
%	kN						
20	200,0	200,10	200,16	---	200,21	---	200,16
30	300,0	300,45	300,11	---	300,36	---	300,31
40	400,0	400,30	400,27	---	400,81	---	400,48
50	500,0	500,65	500,35	---	500,36	---	500,45
60	600,0	600,50	600,71	---	600,91	---	600,71
70	700,0	700,60	700,60	---	700,40	---	700,53
80	800,0	800,10	800,85	---	800,08	---	800,34
90	900,0	900,40	900,56	---	900,33	---	900,43
100	1 000,0	1 000,2	1 000,1	---	1 000,6	---	1 000,3

LMPC-05-F-01-RT2.3



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

Error relativo de cero, f_2 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{2,01}$ %	$f_{2,02}$ %	$f_{2,03}$ %	$f_{2,04}$ %	$f_{2,05}$ %
0,010	0,020	---	0,010	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida			$k_{p=95\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		Indicación	U	%	
%	kN	q %	δ %	v %	a %	kN			
20	200,00	-0,08	0,06	---	0,050	0,22	0,11	2,02	
30	300,00	-0,10	0,11	---	0,033	0,33	0,11	2,01	
40	400,00	-0,12	0,14	---	0,025	0,49	0,12	2,01	
50	500,00	-0,09	0,06	---	0,020	0,55	0,11	2,01	
60	600,00	-0,12	0,07	---	0,017	0,66	0,11	2,01	
70	700,00	-0,08	0,03	---	0,014	0,77	0,11	2,01	
80	800,00	-0,04	0,10	---	0,013	0,88	0,11	2,01	
90	900,00	-0,05	0,03	---	0,011	0,99	0,11	2,01	
100	1 000,0	-0,03	0,05	---	0,010	1,1	0,11	2,02	



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa PINZUAR LTDA SUCURSAL DEL PERU ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiente Máxima: 20,7 °C
Humedad Relativa Máxima: 64 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 20,5 °C
Humedad Relativa Mínima: 62 % HR

LMPC-08-F-01 R12.3



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,017$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-390

Fin del Certificado

LM-PC-66-F-01 R12.3

Anexo 3. Panel Fotográfico

Recolección del material – chala de maíz.

Foto N° 01. Recolección de chala de maíz



Fuente: 2023

Foto N° 02. Chala de maíz



Fuente:2023

Foto N° 03. Secado del material



Fuente: 2023

Foto N° 04. Recojo del material del secado



Fuente: 2023

Foto N° 05. Después del secado al aire natural, se pone en una bandeja.



Fuente: 2023

Foto N° 06. Bandeja de chala de maíz



Fuente: 2023

Foto N° 07. El material listo se lo pone al horno



Fuente: 2023

Foto N° 08. Horno



Fuente: 2023

Foto N° 09. Ceniza de la chala de maíz



Fuente: 2023