UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autora: **Bach. Rosalinda Jimenez Diaz**

Asesores: **Dr. Manuel Emilio Milla Pino**

Dr. José Luis Piedra Tineo

Línea de Investigación: LI_IC_01 Estructuras

JAÉN - PERÚ, JUNIO, 2025

Rosalinda Jimenez Diaz

EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (Cocos nucifera) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C...

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3276085586

Fecha de entrega
13 jun 2025, 6:48 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
13 jun 2025, 6:59 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
IFT_Jim_nez_D_az_IC_2025.pdf

Tamaño de archivo
18.0 MB

409 Páginas

55.216 Palabras

295.161 Caracteres

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

5%	Fuentes de Internet
1%	Publicaciones
3%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.° de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Fuentes principales

5% Fuentes de Internet
1% Publicaciones
3% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	
hdl.handle.net		2%
2	Internet	
repositorio.unj.edu.pe		1%
3	Trabajos del estudiante	
Universidad Andina del Cusco		<1%
4	Internet	
purl.org		<1%
5	Trabajos del estudiante	
Universidad Privada del Norte		<1%
6	Internet	
repositorio.uss.edu.pe		<1%
7	Trabajos del estudiante	
Universidad Nacional Autonoma de Chota		<1%
8	Internet	
repositorio.unc.edu.pe		<1%
9	Trabajos del estudiante	
uncedu		<1%
10	Trabajos del estudiante	
Universidad Ricardo Palma		<1%
11	Trabajos del estudiante	
Universidad Cesar Vallejo		<1%

12	Trabajos del estudiante unasam	<1%
13	Trabajos del estudiante Universidad Nacional de Trujillo	<1%
14	Trabajos del estudiante Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua	<1%
15	Trabajos del estudiante unj	<1%
16	Publicación AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - AMBIDES...	<1%
17	Trabajos del estudiante Universidad Continental	<1%
18	Publicación Julián David Carmona-Ramírez, Carlos Andrés Bedoya-Henao, Francisco Darío Cab...	<1%
19	Publicación Quispe Maquera, Nelly Beatriz. "Efecto de modos de fotoactivación en la profundi...	<1%
20	Trabajos del estudiante Universidad Nacional Agraria La Molina	<1%
21	Publicación Zuloaga Obregon, Jose Luis. "El impacto de los cursos ecologia y geografia en la f...	<1%
22	Trabajos del estudiante Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	<1%
23	Internet repositorio.upn.edu.pe	<1%

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 24 de junio del año 2025, siendo las 16:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Marco Antonio Martínez Serrano

Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca

Vocal : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea, para evaluar la Sustentación del Informe Final:

( ) Trabajo de Investigación

(**X**) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, presentado por la tesista **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(**X**) Aprobar ( ) Desaprobar (**X**) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	(16)
c)	Bueno	14, 15	( )
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Marco Antonio Martínez Serrano
Presidente

Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario

Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea
Vocal

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, **Rosalinda Jimenez Diaz**, egresada de la Carrera Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** de la Universidad Nacional de Jaén, identificada con DNI **71244095**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autora del trabajo titulado:

“EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024”.
Asesorado por el **Dr. Manuel Emilio Milla Pino** y el **Dr. José Luis Piedra Tineo**.
El mismo que presento bajo la modalidad de **Tesis** para optar; el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 26 de junio de 2025.



Rosalinda Jimenez Diaz



Dr. Manuel Emilio Milla Pino



Dr. José Luis Piedra Tineo

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS..... v

ÍNDICE DE FIGURAS..... ix

RESUMEN..... xv

ABSTRACT..... xvi

I. INTRODUCCIÓN..... 17

1.1. Planteamiento del Problema..... 17

1.2. Justificación..... 20

1.3. Hipótesis..... 22

1.4. Antecedentes de la Investigación..... 22

1.4.1. Internacionales..... 22

1.4.2. Nacionales..... 24

1.4.3. Regionales..... 27

1.4.4. Locales..... 29

1.5. Objetivos..... 32

1.5.1. Objetivo General..... 32

1.5.2. Objetivos Específicos..... 32

II. MATERIAL Y MÉTODOS..... 33

2.1. Ubicación del Área de Estudio..... 33

2.1.1. Ubicación Geográfica de la Investigación..... 33

2.1.2. Localización Geográfica del Laboratorio para Análisis de Agregados..... 34

2.1.3. Ubicación Geográfica de la Cantera de Agregados (Fino y Grueso)..... 34

2.1.4. Localización Geográfica del Horno para la Quema de Fibra de Coco (Cocos nucifera)..... 35

2.1.5. Ubicación Geográfica del Laboratorio para Análisis de Ceniza de Coco (Cocos

nucifera) 35
2.2. Población, Muestra y Muestreo 36
2.2.1. Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) 36
2.2.2. Adoquines de Concreto 37
2.3. Materiales 38
2.3.1. Materiales Utilizados en la Producción de Ceniza de Coco (Cocos nucifera) 38
2.3.2. Materiales Utilizados en los Ensayos de Agregados y Ceniza de Coco (Cocos nucifera) 42
2.3.3. Materiales Empleados en la Elaboración de los Adoquines de Concreto 45
2.4. Variables de Estudio 47
2.4.1. Variable Independiente 47
2.4.2. Variable Dependiente 47
2.5. Tipo de Investigación 47
2.5.1. Según su Alcance o Nivel de Profundidad 47
2.5.2. Según su Diseño 47
2.5.3. Según su Enfoque 48
2.5.4. Según su Área de Investigación 48
2.6. Fuentes de Información 48
2.7. Métodos 50
2.7.1. Método 50
2.7.2. Análisis Estadístico 51
2.8. Técnicas 57
2.9. Instrumentos de Recolección de Datos 57
2.10. Validez y Confiabilidad 58
2.10.1. Validez 58

2.10.2. Confiabilidad 58

2.11. Procedimiento de Recolección de Datos 59

2.11.1. Procedimiento para la Obtención de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) 59

2.11.2. Procedimiento de Ensayos de Laboratorio para Ceniza de Coco (Cocos nucifera) .. 65

2.11.3. Procedimiento de Ensayos de Laboratorio para el Análisis de Agregados 66

2.11.4. Procedimiento de los Ensayos para Evaluar el Concreto Fresco..... 90

2.11.5. Procedimiento del Diseño de Mezcla del Concreto (ACI 211.1) 93

2.11.6. Procedimiento del Ensayo para Analizar el Concreto en Estado Endurecido 111

III. RESULTADOS..... 116

3.1. Análisis Descriptivo 116

3.1.1. Caracterizar las Propiedades Físico-Mecánicas de los Agregados Fino y Grueso Conforme a las Normativas Técnicas Vigentes..... 116

3.1.2. Establecer la Composición Físico-Química de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) Mediante Ensayos de Laboratorio..... 127

3.1.3. Diseñar Mezclas de Concreto con Incorporaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera)..... 133

3.1.4. Determinar la Resistencia a Compresión de los Adoquines Elaborados con las Distintas Proporciones de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) a los 7, 14 y 28 Días de Curado 143

3.2. Análisis Estadístico Inferencial..... 153

3.2.1. Comparar Estadísticamente la Resistencia a la Compresión de Adoquines con Diferentes Porcentajes de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) y Edades de Curado153

3.3. Evaluación Técnica, Ambiental y Económica del Uso de Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*) en Adoquines de Concreto..... 162

3.3.1. Evaluación Técnica..... 162

3.3.2. Evaluación Ambiental: Análisis del Beneficio Ambiental del Uso de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) en Adoquines de Concreto..... 167

3.3.3. Evaluación Económica: Análisis Costo-Beneficio del Uso de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) en la Producción de Adoquines de Concreto 168

3.3.4. Limitaciones del Estudio: Análisis de las Restricciones Logísticas y Técnicas en la Recolección y Ensayo de Muestras 173

3.3.5. Aportación a la Ingeniería Civil: Impacto de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) en la Sostenibilidad y Durabilidad de Adoquines de Concreto 175

IV. DISCUSIÓN 176

4.1. Discusión 176

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 182

5.1. Conclusiones 182

5.2. Recomendaciones 184

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 185

AGRADECIMIENTO 193

DEDICATORIA 194

ANEXOS 195

Anexo 01. Operacionalización de Variables 195

Anexo 02. Matriz de Consistencia 196

Anexo 03. Diagramas de Flujo 198

Anexo 04. Resistencia a la Compresión de los Adoquines de Concreto 200

Anexo 05. Variación Dimensional de los Adoquines de Concreto 203

Anexo 06. Estadística Inferencial: Análisis de la Base de Datos 208

Anexo 07. Ensayos de Laboratorio de Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*) 217

Anexo 08. Ensayos de Laboratorio de los Agregados para Concreto 241

Anexo 09. Panel Fotográfico del Proceso Experimental 299

Anexo 10. Formatos de Validación por Expertos de Instrumentos de Recolección de Datos 358

Anexo 11. Planos de Localización Geográfica 404

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales e insumos usados para la obtención de la ceniza de fibra de coco (Cocos nucifera) 38
Tabla 2 Materiales y equipos usados en la ejecución de ensayos 42
Tabla 3 Materiales utilizados en el diseño de mezcla de concreto 45
Tabla 4 Normas técnicas peruanas e internacionales 49
Tabla 5 Valores de porcentajes de ceniza seleccionados para los niveles de muestreo 52
Tabla 6 Porcentajes seleccionados de ceniza de Cocos nucifera para la experimentación 52
Tabla 7 Matriz del diseño experimental factorial con niveles de proporción de ceniza y edad de curado 55
Tabla 8 Estimación de la cantidad de adoquines de concreto por tratamiento experimental 56
Tabla 9 Proceso de producción de la ceniza de fibra de Cocos nucifera 59
Tabla 10 Análisis físico-químico de la ceniza obtenida de Cocos nucifera según normativas ASTM 65
Tabla 11 Normativas de los ensayos para determinar las propiedades físicas de los agregados . 66
Tabla 12 Gradaciones granulométricas de las muestras de ensayo 88
Tabla 13 Carga abrasiva para ensayo de Los Ángeles según gradación del agregado grueso 89
Tabla 14 Normativas de los ensayos para determinar las propiedades físicas del concreto fresco 91
Tabla 15 Clasificación de adoquines de concreto según su uso 93
Tabla 16 Espesor nominal y resistencia a la compresión mínima de adoquines según tipo 94
Tabla 17 Clasificación y usos del concreto según su resistencia a la compresión 95
Tabla 18 Resistencia promedio a la compresión requerida para diseño según resistencia especificada 95
Tabla 19 Relación entre consistencia, asentamiento y trabajabilidad del concreto 96
Tabla 20 Numero de capas y golpes requeridos para la compactación de especímenes según dimensiones 97
Tabla 21 Clasificación del concreto según tamaño máximo de agregado y sus usos 97
Tabla 22 Volumen de agua de mezclado para concreto con y sin aire incorporado según

asentamiento y tamaño máximo de agregado 98
Tabla 23 Relación a/c y resistencia a la compresión a 28 días para concreto con y sin aire incorporado 99
Tabla 24 Contenido de aire atrapado en concreto según tamaño máximo nominal del agregado 100
Tabla 25 Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto según tamaño máximo nominal y módulo de finura del agregado fino 101
Tabla 26 Procedimiento de elaboración de los adoquines de concreto..... 107
Tabla 27 Normativas del ensayo para determinar las propiedades mecánicas del concreto endurecido..... 111
Tabla 28 Edades de ensayo y tolerancias permisibles para la prueba de resistencia a la compresión 113
Tabla 29 Resultados del ensayo de análisis granulométrico por tamizado en agregado fino 116
Tabla 30 Resultados del ensayo de análisis granulométrico por tamizado en agregado grueso 119
Tabla 31 Resultados del ensayo de peso específico y absorción en agregado fino 121
Tabla 32 Resultados del ensayo de peso específico y absorción en agregado grueso 122
Tabla 33 Resultados del ensayo de humedad en agregado fino..... 122
Tabla 34 Resultados del ensayo de humedad en agregado grueso 123
Tabla 35 Resultados del ensayo de peso unitario del agregado fino 124
Tabla 36 Resultados del ensayo de peso unitario del agregado grueso 124
Tabla 37 Resultados del ensayo de resistencia al desgaste por abrasión (Maquina de Los Ángeles) en agregado grueso 125
Tabla 38 Resumen de resultados obtenidos de los ensayos realizados en agregados fino y grueso 126
Tabla 39 Caracterización físico-química de ceniza proveniente de fibra de Cocos nucifera 128
Tabla 40 Resultados de la composición química de ceniza expresada como elementos..... 129
Tabla 41 Resultados de la composición química de ceniza expresada como óxidos 130
Tabla 42 Dosificación de materiales corregidos por humedad para 1 m3 de mezcla de concreto patrón 134
Tabla 43 Diseño de mezcla para concreto patrón y con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera 134

Tabla 44 Dosificación de materiales para una tanda de 0.03 m3 de concreto patrón y con adiciones de ceniza de Cocos nucifera 135
Tabla 45 Relación volumétrica y peso de los materiales corregidos para el concreto patrón ... 136
Tabla 46 Resultados del ensayo de asentamiento (cono de Abrams) en concreto fresco 137
Tabla 47 Resultados del ensayo de peso unitario en concreto fresco 139
Tabla 48 Resultados del ensayo de temperatura en conceto fresco 141
Tabla 49 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto patrón 143
Tabla 50 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con adición de 1.5% de ceniza 145
Tabla 51 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con adición de 3.0% de ceniza 147
Tabla 52 Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con adición de 4.5% de ceniza 149
Tabla 53 Resistencia a compresión promedio de los adoquines de concreto en función del porcentaje de adición de ceniza 151
Tabla 54 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza de Cocos nucifera 154
Tabla 55 Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza de Cocos nucifera 155
Tabla 56 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la resistencia a la compresión según edad de curado 158
Tabla 57 Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la compresión según edad de curado 159
Tabla 58 Tolerancias dimensionales máximas permitidas en adoquines 162
Tabla 59 Promedio de dimensiones de adoquines con y sin adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera 163
Tabla 60 Tipos y porcentajes de fallas típicas registradas en el ensayo de resistencia a la compresión 165
Tabla 61 Costo unitario de producción del adoquín patrón (0%) 168
Tabla 62 Costo unitario del adoquín con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera al 1.5%

..... 169
Tabla 63 Costo unitario del adoquín con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera al 3% . 169
Tabla 64 Costo unitario del adoquín con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera al 4.5% 170
Tabla 65 Costo por metro cuadrado y millar de adoquines de concreto con y sin adición de ceniza 170
Tabla 66 Operacionalización de variables de la investigación 195
Tabla 67 Matriz de consistencia metodológica de la investigación..... 196
Tabla 68 Resistencia a la compresión de adoquines de concreto patrón (0%) y con adiciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza a diferentes edades de curado 201
Tabla 69 Variación dimensional de adoquines patrón (0% de ceniza de fibra de Cocos nucifera) a 7, 14 y 28 días 204
Tabla 70 Variación dimensional de adoquines con 1.5% de ceniza de fibra de Cocos nucifera a 7, 14 y 28 días 205
Tabla 71 Variación dimensional de adoquines con 3.0% de ceniza de fibra de Cocos nucifera a 7, 14 y 28 días 206
Tabla 72 Variación dimensional de adoquines con 4.5% de ceniza de fibra de Cocos nucifera a 7, 14 y 28 días 207
Tabla 73 Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza..... 209
Tabla 74 Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión según edad de curado..... 213
Tabla 75 Comparaciones múltiples para la resistencia a la compresión según edad de curado 214
Tabla 76 Prueba de Tukey HSD para la resistencia a la compresión según edad de curado..... 215

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación georreferenciada de la Universidad Nacional de Jaén 33
Figura 2 Componentes morfológicos del fruto de coco (Cocos nucifera) 36
Figura 3 Dimensiones de un adoquín de concreto tipo II 37
Figura 4 Diagrama de flujo del cuarteo manual para la reducción de muestras de agregados ... 68
Figura 5 Cuarteo manual para la reducción de muestra de agregado fino 69
Figura 6 Cuarteo manual para la reducción de muestra de agregado grueso 70
Figura 7 Diagrama de flujo del procedimiento para el análisis granulométrico de los agregados 72
Figura 8 Análisis granulométrico del agregado fino por lavado manual y tamizado mecánico. 73
Figura 9 Análisis granulométrico del agregado grueso por lavado manual y tamizado mecánico 74
Figura 10 Diagrama de flujo del procedimiento para la determinación del contenido de humedad 76
Figura 11 Determinación del contenido de humedad del agregado fino 77
Figura 12 Determinación del contenido de humedad del agregado grueso 78
Figura 13 Determinación del peso específico y absorción de agregado fino 80
Figura 14 Determinación del peso específico y absorción de agregado grueso 82
Figura 15 Determinación del peso unitario suelto de agregados fino y grueso 84
Figura 16 Determinación del peso unitario compactado de agregados fino y grueso 85
Figura 17 Determinación del material fino pasante por el tamiz N° 200 86
Figura 18 Ensayo de resistencia a la abrasión de agregado grueso mediante la máquina de Los Ángeles 90
Figura 19 Esquema del montaje para el ensayo de compresión en adoquines 114
Figura 20 Curva granulométrica del agregado fino y limites normativos 118
Figura 21 Curva granulométrica del agregado grueso y limites normativos 120
Figura 22 Espectro de Fluorescencia de Rayos X (FRX) para el análisis elemental de la ceniza 132
Figura 23 Distribución del asentamiento del concreto fresco en función del porcentaje de ceniza añadida 138
Figura 24 Distribución del peso unitario del concreto fresco en función del porcentaje de ceniza

añadida 140
Figura 25 Variación de la temperatura del concreto fresco en función del porcentaje de ceniza añadida 142
Figura 26 Variación de la resistencia a la compresión del concreto patrón (0%) en función de la edad de curado 144
Figura 27 Variación de la resistencia a compresión del concreto con 1.5% de ceniza en función de la edad de curado 146
Figura 28 Variación de la resistencia a compresión del concreto con 3.0% de ceniza en función de la edad de curado 148
Figura 29 Variación de la resistencia a compresión del concreto con 4.5% de ceniza en función de la edad de curado 150
Figura 30 Resistencia a la compresión promedio del concreto con diferentes adiciones de ceniza 152
Figura 31 Diagrama de cajas y bigotes de la distribución de datos de resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza de Cocos nucifera 156
Figura 32 Diagrama de cajas y bigotes de la distribución de datos de resistencia a la compresión según edad de curado 160
Figura 33 Esquema de patrones característicos de fractura en ensayos de compresión de concreto 164
Figura 34 Distribución de los tipos de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión del concreto 166
Figura 35 Costo de los adoquines según el porcentaje de ceniza adicionada 171
Figura 36 Diagrama de flujo del procedimiento de recolección y análisis de datos 198
Figura 37 Flujograma de la metodología de investigación 199
Figura 38 Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto con y sin adición de ceniza según la NTP 399.611 202
Figura 39 Media de resistencia a la compresión según porcentaje de ceniza de Cocos nucifera 211
Figura 40 Media de resistencia a la compresión según edad de curado 216
Figura 41 Determinación del peso específico de la ceniza de fibra de Cocos nucifera 231
Figura 42 Análisis de composición química por óxidos y elementos de la ceniza de fibra de Cocos

nucifera 231
Figura 43 Determinación de la conductividad eléctrica de la ceniza de fibra de Cocos nucifera 232
Figura 44 Determinación del potencial de hidrogeno (pH) de la ceniza de fibra de Cocos nucifera 232
Figura 45 Selección de frutos de Cocos nucifera para obtención de materia prima 301
Figura 46 Recolección del mesocarpio de Cocos nucifera 301
Figura 47 Fragmentos de cáscara de Cocos nucifera cuarteada 302
Figura 48 Preparación de la solución alcalina 302
Figura 49 Proceso de curado de fragmentos de Cocos nucifera 303
Figura 50 Combustión controlada de la cáscara de Cocos nucifera 303
Figura 51 Tamizado de la ceniza de fibra de Cocos nucifera 304
Figura 52 Acopio y almacenamiento de la ceniza de Cocos nucifera tamizada 304
Figura 53 Recolección de agregado fino en la cantera Manuel Olano 306
Figura 54 Recolección de agregado grueso en la cantera Manuel Olano 307
Figura 55 Cuarteo de muestra de agregado fino y grueso 309
Figura 56 Determinación de masa de muestras de agregado fino y grueso 309
Figura 57 Determinación del contenido de humedad del agregado fino 310
Figura 58 Determinación del contenido de humedad del agregado grueso 310
Figura 59 Pesaje y remojo de muestras de agregados para análisis granulométrico 311
Figura 60 Lavado de muestras de agregado fino y grueso 311
Figura 61 Análisis granulométrico por lavado de agregado fino 312
Figura 62 Ingreso de las muestras granulométricas al horno 312
Figura 63 Análisis granulométrico por tamizado mecánico de agregado fino 313
Figura 64 Determinación de masa del agregado fino retenido en tamices 313
Figura 65 Análisis granulométrico por tamizado mecánico de agregado grueso 314
Figura 66 Determinación de masa del agregado grueso retenido en tamices 314
Figura 67 Cuarteo de muestra para ensayo de peso unitario de agregados 315
Figura 68 Llenado por capas de moldes con agregados fino y grueso 315
Figura 69 Determinación de masa de agregados fino y grueso 316
Figura 70 Ubicación de muestras de agregados en horno para secado 316

Figura 71 Preparación de muestra de agregado grueso para peso específico y absorción 317
Figura 72 Secado manual de agregado grueso para condición superficialmente seca 317
Figura 73 Determinación de masa sumergida de agregado grueso 318
Figura 74 Secado en horno de muestra de agregado grueso 318
Figura 75 Determinación de masa de muestra de agregado fino 319
Figura 76 Determinación de masa de una fiola con agregado fino y agua destilada. 319
Figura 77 Clasificación granulométrica de agregado grueso para ensayo de abrasión de Los Ángeles 320
Figura 78 Descarga de agregado grueso después del ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles 320
Figura 79 Preparación de mezcla para adoquines sin adición (0%) de ceniza de Cocos nucifera 322
Figura 80 Preparación de mezcla para adoquines con 1.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera 322
Figura 81 Preparación de mezcla para adoquines con 3.0% de adición de ceniza de Cocos nucifera 323
Figura 82 Preparación de mezcla para adoquines con 4.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera 323
Figura 83 Aplicación de grasa multiusos en moldes de madera 324
Figura 84 Determinación de masa de componentes de la mezcla 324
Figura 85 Homogenización de agregados con ceniza 325
Figura 86 Determinación de la temperatura del concreto fresco con 0% de ceniza 325
Figura 87 Determinación de la temperatura del concreto fresco con 1.5% de ceniza 326
Figura 88 Determinación de la temperatura del concreto fresco con 3.0% de ceniza 326
Figura 89 Determinación de la temperatura del concreto fresco con 4.5% de ceniza 327
Figura 90 Colocación y vibrado del concreto en el molde del adoquín 327
Figura 91 Fabricación de adoquines sin adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera 328
Figura 92 Fabricación de adoquines con 1.5% de adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera 328
Figura 93 Fabricación de adoquines con 3.0% de adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera 329

Figura 94 Fabricación de adoquines con 4.5% de adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera 329
Figura 95 Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 0% de adición de ceniza de Cocos nucifera 331
Figura 96 Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 1.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera 331
Figura 97 Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 3.0% de adición de ceniza de Cocos nucifera 332
Figura 98 Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 4.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera 332
Figura 99 Ensayo de peso unitario del concreto fresco sin adición (0%) de ceniza de Cocos nucifera 334
Figura 100 Ensayo de peso unitario del concreto fresco con adición de 1.5% de ceniza de Cocos nucifera 334
Figura 101 Ensayo de peso unitario del concreto fresco con adición de 3.0% de ceniza de Cocos nucifera 335
Figura 102 Ensayo de peso unitario del concreto fresco con adición de 4.5% de ceniza de Cocos nucifera 335
Figura 103 Curado de adoquines de concreto sin adición (0%) de ceniza de Cocos nucifera . 337
Figura 104 Curado de adoquines de concreto con 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de Cocos nucifera 337
Figura 105 Desmoldado de adoquines de concreto con y sin adición de ceniza de Cocos nucifera 339
Figura 106 Codificado de adoquines de concreto patrón y con adición de ceniza de Cocos nucifera 339
Figura 107 Extracción de adoquines de la cámara de curado 340
Figura 108 Medición dimensional de adoquines con calibrador Vernier 340
Figura 109 Registro del peso de adoquines de concreto patrón 341
Figura 110 Registro del peso de adoquines de concreto con adición de 1.5% de ceniza de Cocos nucifera 341
Figura 111 Registro del peso de adoquines patrón y con adición de 1.5% de ceniza a los 28 días

..... 342
Figura 112 Registro del peso de adoquines con adición de 3% y 4.5% de ceniza a los 28 días 342
Figura 113 Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines patrón y con 3.0% de ceniza a los 7 días 343
Figura 114 Ensayo resistencia a la compresión de adoquines con 1.5% y 4.5% de ceniza a los 7 días 343
Figura 115 Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines patrón y con 3.0% de ceniza a los 14 días 344
Figura 116 Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines con 1.5% y 4.5% de ceniza a los 14 días 344
Figura 117 Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines patrón y con 3.0% de ceniza a los 28 días 345
Figura 118 Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines con 1.5% y 4.5% de ceniza a los 28 días 345
Figura 119 Fisuración de adoquines de concreto patrón a los 7 días 346
Figura 120 Fisuración de adoquines de concreto con adición de 1.5% de ceniza a los 7 días . 346
Figura 121 Fisuración de adoquines de concreto con adición de 3.0% de ceniza a los 14 días 347
Figura 122 Fisuración de adoquines de concreto con adición de 4.5% de ceniza a los 14 días 347
Figura 123 Fisuración de adoquines de concreto patrón y con 1.5% de ceniza a los 28 días .. 348
Figura 124 Fisuración de adoquines de concreto con adición de 3% y 4.5% de ceniza a los 28 días 348

RESUMEN

La investigación se centró en determinar el efecto de la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% sobre la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, con una resistencia de diseño de f´c=380 kg/cm2. El objetivo fue evaluar la influencia de estas proporciones en dicha propiedad mecánica. La metodología empleada correspondió a un diseño experimental verdadero, mediante el cual se elaboraron 36 especímenes (9 por cada proporción, incluido el grupo control), los cuales fueron sometidos a ensayos de compresión a 7, 14 y 28 días de curado. Se utilizaron técnicas de observación estructurada y análisis estadístico para interpretar los datos. Los resultados mostraron que las mayores resistencias a los 28 días se alcanzaron con las adiciones del 3.0% (395.87 kg/cm2) y 4.5% (416.35 kg/cm2), superando al patrón (390.12 kg/cm2), mientras que la menor resistencia (369.45 kg/cm2) se registró con el 1.5%. Se concluyó que la incorporación de ceniza mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto en adoquines, siendo más efectiva la dosificación del 4.5% a los 28 días, con un incremento del 6.72% respecto al patrón.

Palabras claves: Ceniza de fibra de coco, adoquines de concreto, resistencia a la compresión, dosificación.

ABSTRACT

The research focused on determining the effect of incorporating coconut fiber ash (*Cocos nucifera*) at percentages of 1.5%, 3.0%, and 4.5% on the compressive strength of concrete pavers, with a design strength of f´c=380 kg/cm2 (approximately 37 MPa). The objective was to evaluate the influence of these proportions on said mechanical property. The methodology employed a true experimental design, through which 36 specimens were prepared (9 for each proportion, including the control group) and subjected to compression tests at 7, 14, and 28 days of curing. Structured observation techniques and statistical analysis were used to interpret the data. The results showed that the highest strengths at 28 days were obtained with the 3.0% (395.87 kg/cm2, approximately 39 MPa) and 4.5% (416.35 kg/cm2, approximately 41 MPa) additions, exceeding the control (390.12 kg/cm2, approximately 38 MPa), while the lowest strength (369.45 kg/cm2, approximately 36 MPa) was recorded with the 1.5% addition. It was concluded that the incorporation of ash significantly improves the compressive strength of concrete in pavers, with the 4.5% dosage being the most effective at 28 days, showing a 6.72% increase compared to the control.

Keywords: Coconut fiber ash, concrete pavers, compressive strength, dosage.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Saraguro et al. (2023) afirmaron que, a nivel mundial, las carreteras son esenciales para el desarrollo de cada país, lo que requiere una **inversión significativa** por parte del gobierno. Por ello, es crucial garantizar la **calidad y vida útil** de los adoquines utilizados en su construcción, con el fin de proporcionar un elevado nivel de **resistencia al desgaste**, **durabilidad** y **comodidad**.

En ciertos casos, Coronel et al. (2022) señalaron que los **adoquines** no sufren deformaciones bajo presión, porque están **sólidamente conectados** entre sí. Sin embargo, esto no siempre ocurre, ya que en algunas situaciones pueden presentarse **fracturas significativas** en su interior. Por esta razón, surge la necesidad de **fortalecer** sus propiedades mecánicas mediante la adición de componentes orgánicos, como la **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*), que mejora la **resistencia a la compresión**.

En muchos países latinoamericanos, Chucos (2023) argumentó que una gran cantidad de **desechos sólidos** generados por las grandes fábricas se arrojan diariamente a los botaderos, convirtiéndose en un **problema de contaminación global**. En lugar de ello, estos desechos deberían ser clasificados para ser utilizados como **insumos o agregados** en la fabricación de adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero.

Según Fernández (2022), los **pavimentos de concreto** en Perú, reconocidos por su **mayor durabilidad** en comparación con los pavimentos flexibles, también presentan diversos tipos de **fallas**, a menudo antes de lo esperado. Esta problemática ha sido objeto de constante investigación, buscando soluciones que eviten dichas fallas.

Actualmente, existen diversos tipos de **adoquines de concreto** reforzado. La mayoría de ellos emplea insumos industriales que son **resistentes,** pero difíciles de **biodegradar** y **reciclar**. Por ello, se están investigando técnicas alternativas que incorporen **fibras naturales**, las cuales podrían mejorar la **resistencia a la compresión** del concreto de manera similar a los refuerzos convencionales.

En nuestro país, Cabrera y Rossi (2022) manifestaron que las **empresas agroexportadoras**, al finalizar sus temporadas de producción, suelen **quemar** o **desechar** residuos vegetales en los **cauces de ríos** y márgenes laterales de las **carreteras**. Esta práctica genera un considerable desperdicio de **biomasa**, ya que solo una mínima cantidad de estos materiales orgánicos, como **carbón ecológico**, **cenizas de fibras vegetales** y **abonos fitogénicos**, se utiliza en la fabricación de adoquines.

Jaimes (2023) reportó un **incremento significativo** en la utilización de **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*) en la industria de la construcción, lo que ha generado un aumento en la producción de residuos de endocarpio. Diversos estudios han demostrado la **alta resistencia** de las fibras presentes en este **subproducto**, permitiendo su aplicación en múltiples productos industriales. Adicionalmente, su inherente resistencia a agentes biológicos y a la humedad incrementa su valor, posicionándolo como un material **viable** para la fabricación de **adoquines tipo II**.

Por esta razón, se plantea la idea de aprovechar la **ceniza de esta fibra**, que nos brinda la naturaleza, para reforzar las propiedades mecánicas de los adoquines de concreto destinados al **tránsito peatonal** y **vehicular**, al mismo tiempo que se reduce la **contaminación ambiental**.

Según Mejía (2022), el departamento de **Cajamarca** no fue ajeno a esta problemática, ya que en los últimos años la región ha experimentado un notable y rápido desarrollo en los aspectos **económicos**, **sociales** y de **crecimiento poblacional**. Ante la ineficiencia de las autoridades en el mantenimiento de las calles y pavimentos deteriorados, parte de la población urbana ha tomado la iniciativa de reparar los **adoquines** utilizando materiales rústicos con **fibras orgánicas**, especialmente en la elaboración del concreto, con el fin de potenciar su **resistencia al desgaste**.

En la provincia de **Jaén**, el desarrollo tecnológico en el sector de la construcción ha permitido explorar nuevas técnicas constructivas, implementar productos innovadores y desarrollar nuevas tendencias en la industria de la fabricación de **adoquines artesanales**. Estas innovaciones buscan mejorar la **resistencia a la compresión** del concreto mediante la incorporación de **cenizas** obtenidas de la pulverización de **fibras de coco** (*Cocos nucifera*), **cascarillas de arroz** (*Oryza sativa*) y **caucho** (*Hevea brasiliensis*) reciclable.

Según Rojo (2024), la **baja resistencia a la compresión** en los adoquines de concreto se atribuye a múltiples factores, como la **mala calidad de los materiales**, un **proceso de fabricación defectuoso** y la **exposición** a condiciones ambientales adversas, entre otros. Ante esta problemática, resulta muy beneficioso incorporar **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*) en la mezcla de concreto en diferentes proporciones, debido a su efectividad para mejorar la resistencia a la compresión, reforzar la cohesión del concreto y prevenir la **fisuración**. Además, como subproducto orgánico resultante de la combustión, la ceniza posee propiedades puzolánicas que influyen en la **hidratación** del cemento, mejorando así la **microestructura** del concreto.

Por el contrario, el efecto de no incorporar ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como insumo para incrementar la resistencia a la compresión de los adoquines se traducirán en una **disminución** de la resistencia, menor **sostenibilidad**, reducción de la durabilidad, aumento de **accidentes** y riesgos de **daños estructurales** en los adoquines, así como costos adicionales de **mantenimiento**.

Ante los acontecimientos expuestos anteriormente relacionados con la problemática en estudio, surge la necesidad de formular la siguiente **interrogante de investigación**:

¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% sobre la resistencia a la compresión de adoquines de concreto con f´c=380 kg/cm2?

1.2. Justificación

La **justificación técnica** de esta investigación se fundamenta en la evaluación del **efecto** de diferentes porcentajes de **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*) en la **resistencia a la compresión** de adoquines con f´c=380 kg/cm2. El objetivo es determinar la **dosificación óptima** de este residuo orgánico, lo que permitirá **incrementar significativamente** la resistencia a la compresión de los adoquines y garantizar su **desempeño estructural** en pavimentos de tránsito vehicular ligero, cumpliendo así con los estándares de calidad establecidos en la **norma técnica peruana NTP 399.611**.

La **justificación social** de esta investigación radica en su capacidad para ofrecer a estudiantes, investigadores y a la comunidad de Jaén nuevas alternativas para el refuerzo del concreto mediante el uso de diferentes dosificaciones de **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*).

Al implementar estas innovadoras técnicas, se facilita la obtención de un **diseño óptimo** que mejora las propiedades mecánicas del concreto, incluyendo su **resistencia a la compresión** y **durabilidad**, lo que contribuye a prevenir la aparición de fisuras. Esta iniciativa no solo fomenta la educación y el desarrollo de habilidades técnicas en la población, sino que también promueve la adopción de prácticas constructivas más **eficientes** y **sostenibles**, beneficiando así a la comunidad en su conjunto.

La **justificación ambiental** de esta investigación se basa en la transformación de la **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*), un residuo orgánico que comúnmente se considera basura, en un valioso material de construcción. Este enfoque contribuye a la reducción de desechos y promueve el uso de **recursos sostenibles**, lo que no solo ayuda a preservar un **medio ambiente** saludable, sino que también mejora la calidad de vida de los ciudadanos al fomentar prácticas de construcción más **ecológicas** y **responsables**. Esta iniciativa representa un avance hacia un desarrollo más sostenible, donde los materiales reciclados se integran en la industria de la construcción, minimizando el **impacto ambiental** y promoviendo la **economía circular**.

La **justificación económica** de esta investigación se sostiene en que la adición de **ceniza de fibra de coco** (*Cocos nucifera*) al concreto permite reducir costos en su elaboración, convirtiéndolo en un material más accesible y económicamente viable. Al utilizar este residuo orgánico, se logran **ahorros significativos** en la producción de concreto simple, beneficiando tanto a constructores y empresas del sector como a los consumidores, quienes obtienen soluciones más económicas para la construcción. Este enfoque no solo promueve la **eficiencia económica**, sino que también impulsa **prácticas sostenibles** al aprovechar un material que, de otro modo, se consideraría desperdicio. Así, se contribuye a un desarrollo más **responsable** y **rentable** en la industria de la construcción.

1.3. Hipótesis

La incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% en la mezcla de concreto con f´c=380 kg/cm2 incrementa significativamente la resistencia a la compresión de los adoquines.

1.4. Antecedentes de la Investigación

1.4.1. Internacionales

En Chile, en la Universidad de Valparaíso (UV), Olave (2021) llevó a cabo una tesis de pregrado titulada "Evaluación del efecto de la incorporación de fibra de coco en la retracción hidráulica del hormigón". El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la adición de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la masa del árido, utilizando porcentajes del 2% y 4%. Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y de retracción hidráulica para analizar el impacto de estas incorporaciones en las propiedades del hormigón. Se determinó que, en el espécimen con un 4% de fibra, hubo una disminución del 20% en la resistencia a la compresión en comparación con el espécimen que contenía un 2%. En lo que respecta a la retracción hidráulica, ambos porcentajes lograron una reducción significativa del 50%. Se concluyó que la incorporación de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en el hormigón afectó notablemente sus propiedades mecánicas. Aunque la adición de un 4% resultó en una disminución de la resistencia a la compresión, también promovió una efectiva reducción de la retracción hidráulica.

En España, en la Universidad de Córdoba (UCO), Miranda y Quintero (2022) llevaron a cabo una tesis de pregrado titulada "Estudio del efecto del mesocarpio del coco y estiércol bovino en la conductividad térmica y resistencia a la compresión de bloques de mampostería". Se realizaron ensayos en los que se incorporaron variaciones del 10% de estiércol y 1.5% de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la mezcla. Se observó una disminución del 50% en la conductividad

térmica al incorporar 10% de estiércol junto con 1.5% de fibra en la placa de control. En cuanto a la resistencia a la compresión, se registró un aumento significativo del 58% en comparación con las muestras de control. Se concluyó que la incorporación de mesocarpio del coco (*Cocos nucifera*) y estiércol bovino en la fabricación de bloques de mampostería no estructural mejora significativamente tanto la conductividad térmica como la resistencia a la compresión.

En la República del Ecuador, en la Universidad Nacional de Loja (UNL), Bailón y Alvarado (2022) presentaron una tesis denominada "Análisis de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibras de pambil". El objetivo del estudio fue analizar la resistencia del concreto al incorporar fibras de pambil (*Iriarte deltoidea*), utilizando porcentajes de adición del 0.50%, 1.50% y 2.5% de fibra en la mezcla. Se evidenció que, la incorporación de fibra en los elementos de hormigón mejoró significativamente sus características mecánicas, logrando un incremento del 5% en la resistencia a la compresión a los 28 días de curado. Sin embargo, al someter el material a ensayos de flexión, se observó una reducción en la resistencia del concreto. Se concluyó que, aunque la adición de fibra de pambil (*Iriarte deltoidea*) mejora la resistencia a la compresión, su impacto negativo en la resistencia a la flexión debe ser considerado al diseñar las mezclas.

En Ecuador, en la Universidad Técnica de Ambato (UTA), Ureña y Martínez (2023) realizaron una investigación titulada "Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes cenizas de fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)". La metodología consistió en estudiar el efecto de la incorporación de ceniza en proporciones del 0.1%, 0.2% y 0.3% sobre la resistencia a la compresión de adoquines, utilizando un concreto con una resistencia característica de f'c=350 kg/cm2. Se determinó que, la adición de 0.1% de ceniza de polipropileno produjo un

aumento del 22% en la resistencia a la compresión, mientras que la incorporación de 0.2% de estopa de coco (*Cocos nucifera*) incrementó la resistencia en un 13%. Por otro lado, al añadir 0.2% de ceniza de vidrio, se observó un incremento del 9% en la resistencia a los 28 días de curado. Se concluyó que la incorporación de diferentes tipos de cenizas de fibras en adoquines puede mejorar significativamente la resistencia a la compresión en comparación con adoquines convencionales. En particular, la ceniza de polipropileno demostró ser la más efectiva en términos de incremento de resistencia.

En Tungurahua, en la Universidad Técnica de Ambato (UTA), Rojas (2024) desarrolló un estudio de pregrado titulado "Adición de la ceniza de fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión". La metodología consistió en la elaboración de bloques cilíndricos de hormigón liviano con una resistencia característica de f'c=210 kg/cm2, utilizando ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como aditivo para mejorar sus propiedades mecánicas. Los bloques fueron sometidos a un periodo de curado durante 7, 14 y 28 días. Después de 28 días de curado, se obtuvo una resistencia de 205.73 kg/cm2 y densidad de 1770.96 kg/m3, lo que representó un aumento del 15% en comparación con los bloques de control. Se concluyó que la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la mezcla de hormigón contribuyó significativamente a mejorar la resistencia a compresión de los bloques, especialmente después de un periodo de curado de 28 días.

1.4.2. Nacionales

En San Martín, en la Universidad Cesar Vallejo (UCV), Chaquila y Ramírez (2021) realizaron una investigación titulada "Diseño de adoquines de concreto con adición de ceniza de fibra de estopa de coco para mejorar su resistencia a compresión y propiedad térmica, Tarapoto - 2021". Se determinó que, la adición de porcentajes de ceniza de coco (*Cocos nucifera*) del 2%,

3% y 5% a los adoquines produjo un aumento del 26% en la resistencia a la compresión en comparación con las muestras de control. En contraste, los ensayos térmicos realizados mostraron únicamente un incremento del 5% en las propiedades térmicas de los adoquines. Se concluyó que la incorporación de ceniza de fibra de estopa de coco (*Cocos nucifera*) en la fabricación de adoquines de concreto mejora significativamente su resistencia a la compresión, aunque el efecto sobre las propiedades térmicas fue limitado.

En Lima, en la Universidad Cesar Vallejo (UCV), Inga (2022) llevó a cabo una investigación denominada "Evaluación de resistencia a la compresión del concreto f´c=210 kg/cm2 adicionando cenizas de fibras de coco, Lima 2022". La metodología consistió en evaluar la incorporación de cenizas de fibras de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones del 0.8%, 1.6% y 2.4% respecto a la mezcla de concreto, con el objetivo de analizar su efecto en la resistencia a compresión. Se evidenció que, al comparar los especímenes tratados con la muestra patrón (231 kg/cm2), los valores de resistencia a compresión fueron de 251 kg/cm2, 244 kg/cm2 y 238 kg/cm2, respectivamente para las concentraciones de 0.8%, 1.6% y 2.4%. Se concluyó que la adición de cenizas de fibras de coco (*Cocos nucifera*) en las proporciones evaluadas mejoró la resistencia a compresión del concreto, superando los valores obtenidos de la muestra patrón.

En Nueva Cajamarca, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae (UCSS), Bacalla y Vega (2023) desarrollaron una tesis de pregrado titulada "Estudio comparativo de la resistencia a la compresión f'c=210 kg/cm2 usando ceniza de fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja". El objetivo del estudio fue analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto mediante la incorporación de ceniza de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones del 3%, 5% y 8%, con el fin de evaluar su efecto en la resistencia a la compresión. Se obtuvo que, el concreto con 3% de ceniza alcanzó la mejor resistencia a la compresión, así como una notable

mejora en las propiedades de absorción e hidratación, logrando un rendimiento del 50% a los 28 días de curado. Las muestras con 5% y 8% de ceniza no mostraron un rendimiento tan favorable en comparación con la mezcla que contenía 3%. Se concluyó que la incorporación de ceniza de fibra natural de coco (*Cocos nucifera*) en un 3% optimiza significativamente la resistencia a la compresión del concreto, además mejora las propiedades de absorción e hidratación.

En Moyobamba, en la Universidad Cesar Vallejo (UCV), De La Cruz y Guerrero (2024) realizaron una tesis de pregrado denominada "Adición de fibra de coco en bloques de concreto, para mejorar la resistencia a la compresión, Moyobamba, 2024". La metodología consistió en la incorporación de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en porcentajes de 0.10%, 0.15% y 0.20% como reemplazo del agregado fino, con el objetivo de evaluar su efecto en la resistencia a compresión de un concreto con una resistencia característica de f'c=175 kg/cm2. Se evidenció que, el mejor comportamiento mecánico se alcanzó con la adición del 0.15% de fibra, lo que resultó en un incremento de la resistencia a compresión de f'c=114.93 kg/cm2 a los 28 días de curado. Las mezclas con 0.10% y 0.20% de fibra no lograron superar este rendimiento. Se concluyó que la incorporación de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en un 0.15% optimiza significativamente la resistencia a compresión de los bloques de concreto, mejorando sus propiedades mecánicas.

En la Universidad Privada del Norte (UPN), con sede en el distrito limeño de Los Olivos, Huaranga (2024) desarrolló una investigación titulada "Incidencia de la fibra de coco utilizando proporciones variables de 0.1%, 0.2% y 0.3% en la compresión y permeabilidad del concreto, Lima 2024". La metodología consistió en evaluar la incorporación de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la mezcla de concreto con una resistencia característica de f'c=210 kg/cm2, analizando su efecto en la resistencia a la compresión y en la permeabilidad del material. Se determinó que, la adición de fibra en la proporción del 0.1% mostró el mejor rendimiento en el

ensayo de compresión, logrando un incremento del 50% en la resistencia en comparación con la muestra patrón. Las proporciones de 0.2% y 0.3% no alcanzaron resultados tan favorables en términos de resistencia a la compresión. Se concluyó que la incorporación de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en un 0.1% optimiza significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

1.4.3. Regionales

A nivel regional, se realizaron diversas investigaciones, entre ellas la tesis de Beraún (2021), titulada "Resistencia a la compresión de un concreto de f´c=280 kg/cm2 con adición de fibra vegetal (*Cocos nocifera*) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%". La metodología consistió en evaluar la influencia de la incorporación de diferentes porcentajes de fibra vegetal (*Cocos nucifera*) en la resistencia a compresión del concreto. Se obtuvo que, la adición de fibra en una proporción del 1.5% ocasionó una reducción en la resistencia a compresión del concreto, alcanzando una variación del 12.45% en comparación con la muestra patrón. Esto sugiere que, a partir de este porcentaje, la incorporación de fibra puede afectar negativamente las propiedades mecánicas del concreto. Se concluyó que la incorporación de fibra vegetal (*Cocos nucifera*) en proporciones superiores al 1.5% resulta en una disminución significativa de la resistencia a compresión del concreto.

En el departamento de Cajamarca, en la Universidad Privada del Norte (UPN), Villanueva (2022) realizó una investigación de pregrado titulada "Influencia de la adición de ceniza de fibra de coco en la resistencia del concreto". El objetivo de la investigación fue estudiar el efecto de sustituir el agregado fino con ceniza de coco (*Cocos nucifera*) en diversos porcentajes de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% en la mezcla de concreto. Se determinó que, al incorporar 2.0% de ceniza, se logró un aumento en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado, con incrementos del 95.60%, 98.39%, 76.37% y 65.73% en comparación con las proporciones de

0.5%, 1.0% y 1.5%, respectivamente. Esto sugiere que la adición de ceniza tiene un impacto positivo en las propiedades mecánicas del concreto. Se concluyó que la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones adecuadas, especialmente 2.0%, puede mejorar significativamente la resistencia a compresión del concreto.

En Cajamarca, en la Universidad Cesar Vallejo (UCV), Mejía (2022) desarrolló su tesis de pregrado denominada "Evaluar la ceniza de fibra de estopa de coco para mejorar propiedades mecánicas del concreto en edificaciones de Tembladera – Cajamarca". La metodología consistió en analizar la influencia de la ceniza de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia de un concreto de f'c=210 kg/cm2, incorporando proporciones del 2%, 3.5% y 5% en la dosificación, y sometiendo las muestras a curado por inmersión a 7, 14, 21 y 28 días. Se evidenció que, la adición de ceniza no generó un aumento significativo en la resistencia del concreto para ninguno de los porcentajes evaluados. Sin embargo, se observó una mejora en la resistencia a flexión, alcanzando un incremento del 20% en el comportamiento mecánico, evidenciado por el aumento progresivo de la resistencia en todos los especímenes con ceniza. Se concluyó que, aunque la incorporación de ceniza de fibra de estopa de coco (*Cocos nucifera*) no mejoró la resistencia a compresión del concreto, sí contribuyó a un mejor desempeño en la resistencia a flexión.

En la región Cajamarca, en la sede de la Universidad Privada del Norte (UPN), Chávez (2023) ejecutó una tesis de pregrado titulada "Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco, Cajamarca 2023". La metodología aplicada consistió en analizar las propiedades físico-mecánicas del adobe mediante la adición de fibras de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 0.25%, 0.50% y 0.75%. Se obtuvo que, la incorporación de fibras mejoró la resistencia a compresión axial del adobe en un 24.40%, alcanzando un valor de 36.83 kg/cm2 en comparación con la muestra patrón. Este incremento indica un efecto positivo

de las fibras en las propiedades mecánicas del material. Se concluyó que la adición de fibras de coco (*Cocos nucifera*) en el adobe compactado contribuyó significativamente a mejorar su resistencia a compresión axial.

En la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), Ruíz (2023) llevó a cabo una investigación titulada "Incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, Chota, 2023". La finalidad de la investigación fue analizar el efecto de la incorporación de residuos orgánicos de coco (*Cocos nucifera*) en tratamientos del 3%, 5%, 10% y 15% en la mezcla de ladrillo artesanal. Se determinó que, el uso de 3% de residuos orgánicos mejoró significativamente las características mecánicas del ladrillo, logrando un incremento del 50% en la resistencia del concreto en comparación con la muestra patrón. Esta mejora sugiere que la incorporación de residuos orgánicos puede ser beneficiosa para optimizar las propiedades del ladrillo artesanal. Se concluyó que el reemplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco (*Cocos nucifera*) en un 3% contribuyó a mejorar las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I.

1.4.4. Locales

A nivel local, se llevaron a cabo diversas investigaciones, entre las cuales se destaca la tesis de Rimay (2021), titulada "Diseño de concreto fibroreforzado de f'c=250 kg/cm2 con fibra vegetal en la ciudad de Jaén". La finalidad de este estudio fue evaluar el efecto de la incorporación de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en la resistencia a la compresión de un concreto normal. Se utilizaron diversas proporciones de 10 kg/m3, 20 kg/m3 y 30 kg/m3 de cascarilla en la mezcla. Se obtuvo un incremento del 0.47% en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado, en comparación con la muestra patrón. Este ligero aumento sugiere que la adición de

cascarilla podría tener un impacto limitado en las propiedades mecánicas del concreto. Se concluyó que la incorporación de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en el diseño de concreto fibroreforzado con una resistencia de f'c=250 kg/cm2 produjo un incremento insignificante en la resistencia a la compresión.

En la Universidad Nacional de Jaén (UNJ), Díaz y Fernández (2022) llevaron a cabo una tesis de pregrado denominada "Influencia de la Adición de Ceniza de Cascarilla de Café en la Trabajabilidad y Resistencia a Compresión del Concreto". La metodología aplicada consistió en estimar el efecto de la incorporación de ceniza de cascarilla de café (*Coffea arabica*) en proporciones del 1%, 2%, 4% y 6% en la mezcla de concreto, evaluando su impacto en la resistencia a compresión. Se evidenció que, la adición de ceniza generó un aumento en la resistencia a compresión de hasta 48% en comparación con el diseño de mezcla patrón, que tenía una resistencia de f'c=280 kg/cm2. Este incremento sugiere una mejora significativa en las propiedades mecánicas del concreto. Se concluyó que la incorporación de ceniza de cascarilla de café (*Coffea arabica*) en proporciones adecuadas puede mejorar notablemente la resistencia a compresión del concreto.

En la provincia de Jaén, en la sede de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Amasifuen y Romero (2023) desarrollaron una tesis titulada "Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín – 2023". La metodología aplicada consistió en determinar la resistencia a compresión del concreto, sustituyendo el cemento por ceniza de coco (*Cocos nucifera*) y ceniza de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en proporciones del 1%, 6% y 9%. Se determinó que, al aplicar la combinación de cenizas y curar las muestras durante 28 días, se registraron aumentos en la resistencia a compresión del 93.07%, 86.17% y 73.93% para los porcentajes de 1%, 6% y 9%,

respectivamente. Se concluyó que la incorporación de ambas cenizas mejora significativamente la resistencia a compresión del concreto.

En Jaén, en la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), Rodríguez (2023) ejecutó una investigación titulada “Diseño de concreto F´c=250 kg/cm2 reforzado con cáscara de coco en la ciudad de Jaén”. El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de la adición de cáscara de coco (*Cocos nucifera*) en porcentajes del 1%, 2% y 3% sobre la resistencia a compresión de probetas de concreto. Después del curado de las probetas durante 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia del concreto de hasta 8.65% en las mayores dosificaciones de cáscara, en comparación con la muestra patrón. Este aumento sugiere que la incorporación de cáscara puede tener un efecto positivo en las propiedades mecánicas del concreto. Se concluyó que la adición de cáscara de coco (*Cocos nucifera*) en las proporciones evaluadas contribuyó a mejorar la resistencia a compresión del concreto.

En la ciudad de Jaén, en la Universidad Nacional de Jaén (UNJ), Gonzáles y Contreras (2024) llevaron a cabo una investigación titulada “Resistencia a compresión de bloques no portantes de concreto incorporando cascarilla de arroz”. La metodología consistió en evaluar el impacto del reemplazo de 1% a 6% de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) como agregado fino, en combinación con un aditivo plastificante en todas las dosificaciones. Se evidenció que, al cabo de 28 días de curado, la resistencia a compresión incrementó en 20.45% con la adición de 4% de cascarilla. Sin embargo, en los dos últimos porcentajes evaluados (5% y 6%), se observó una reducción en la resistencia de 10.31%, lo que sugiere que un exceso de cascarilla puede afectar negativamente las propiedades mecánicas del concreto. Se concluyó que la incorporación de cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en proporciones de hasta 4% mejora significativamente la resistencia a compresión de los bloques no portantes de concreto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de la incorporación de diferentes porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia a compresión de adoquines de concreto con f´c=380 kg/cm2.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los agregados fino y grueso conforme a las normativas técnicas vigentes.
- Establecer la composición físico-química de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) mediante ensayos de laboratorio.
- Diseñar mezclas de concreto con incorporaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).
- Determinar la resistencia a compresión de los adoquines elaborados con las distintas proporciones de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) a los 7, 14 y 28 días de curado.
- Comparar estadísticamente la resistencia a la compresión de adoquines con diferentes porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) y edades de curado.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del Área de Estudio

2.1.1. Ubicación Geográfica de la Investigación

La **investigación** se llevó a cabo en la **Universidad Nacional de Jaén** (RUC: 20487463737), ubicada aproximadamente en el kilómetro 24 de la margen izquierda de la Red Vial Nacional PE-5N, en la carretera Jaén – San Ignacio, en el sector de Yanuyacu, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Geográficamente, la **UNJ** se sitúa en las coordenadas **UTM 17 Sur**, según el Datum **WGS-84**, son: **Este:** 746630.99 y **Norte:** 9372623.52, a una **altitud** de 643.52 m.s.n.m.

Figura 1

Ubicación georreferenciada de la Universidad Nacional de Jaén



Nota. Vista satelital del área de la Universidad Nacional de Jaén. Fuente: Google Earth y Civil 3D (2025).

Interpretación: La Figura 1 presenta una vista aérea georreferenciada del campus principal de la Universidad Nacional de Jaén. Esta imagen, obtenida mediante tecnología satelital, resalta la distribución espacial de las instalaciones dentro del perímetro de la UNJ, proporcionando una representación visual de su organización institucional y la distribución de sus infraestructuras.

2.1.2. Localización Geográfica del Laboratorio para Análisis de Agregados

Los ensayos de los agregados se llevaron a cabo en el laboratorio de Servicios Técnicos Profesionales de Mecánica de Suelos, Pavimentos y Materiales **"Engineering and Construction S.A.C. (F&M)"** (RUC: 20609460327), ubicado en la calle Coricancha S/N, manzana "C", lote "11", en el sector Pueblo Libre, distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Geográficamente, sus coordenadas **UTM 17 Sur**, según el Datum **WGS-84**, son: **Este**: 741620.16 y **Norte**: 9372363.39, y se sitúa a una **altitud** de 747 m.s.n.m. Ver el mapa adjunto en el Anexo 11, página 405.

2.1.3. Ubicación Geográfica de la Cantera de Agregados (Fino y Grueso)

La cantera **Manuel Olano,** de propiedad de la empresa **"Distribuciones Manuel Olano S.A.C."** (RUC: 20479378330), se encuentra ubicada en el kilómetro 4+000 de la carretera Chamaya-Jaén, en el distrito y provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, en la región noroccidental del Perú. Esta área se caracteriza por su topografía montañosa y su clima subtropical húmedo, factores que influyen en la composición geológica de la cantera.

Geográficamente, sus coordenadas **UTM 17 Sur**, basadas en el Datum **WGS-84**, son: **Este**: 746307.98 y **Norte**: 9358062.49, y se sitúa a una **altitud** de 698 m.s.n.m. La cantera se encuentra en una zona de transición entre la Cordillera Oriental de los Andes y la llanura amazónica, lo que le confiere una gran diversidad geológica. Para mayor referencia, consultar el mapa en el Anexo 11, página 406.

2.1.4. Localización Geográfica del Horno para la Quema de Fibra de Coco (Cocos nucifera)

La quema de la cáscara de coco (*Cocos nucifera*) se realizó en la panadería artesanal **"Los Méndez"**, propiedad del señor Máximo Méndez Urrutia, ubicada en la calle Amojú S/N, en la Segunda Etapa del sector Fila Alta, en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Geográficamente, sus coordenadas **UTM 17 Sur**, según el Datum **WGS-84**, son: **Este**: 742788.72 y **Norte**: 9368690.05. La panadería se encuentra a una **altitud** de 884 m.s.n.m. Ver mapa en el Anexo 11, página 407.

2.1.5. Ubicación Geográfica del Laboratorio para Análisis de Ceniza de Coco (Cocos nucifera)

Los ensayos químicos realizados a la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) se llevaron a cabo en las instalaciones del laboratorio de Ensayo e Investigación **"Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. (SLab Perú)"** (RUC: 20602031889), ubicado en la calle Júpiter N° 22, urbanización Vipol de Naranjal, manzana "E", lote "7", en el distrito de San Martín de Porres, provincia y departamento de Lima. Geográficamente, sus coordenadas **UTM 18 Sur**, basadas en el Datum **WGS-84**, son: **Este**: 183232.15 y **Norte**: 9369266.03. Además, el laboratorio se sitúa a una **altitud** de 123 m.s.n.m. Para mayor detalle, consultar el mapa adjunto en el Anexo 11, página 408.

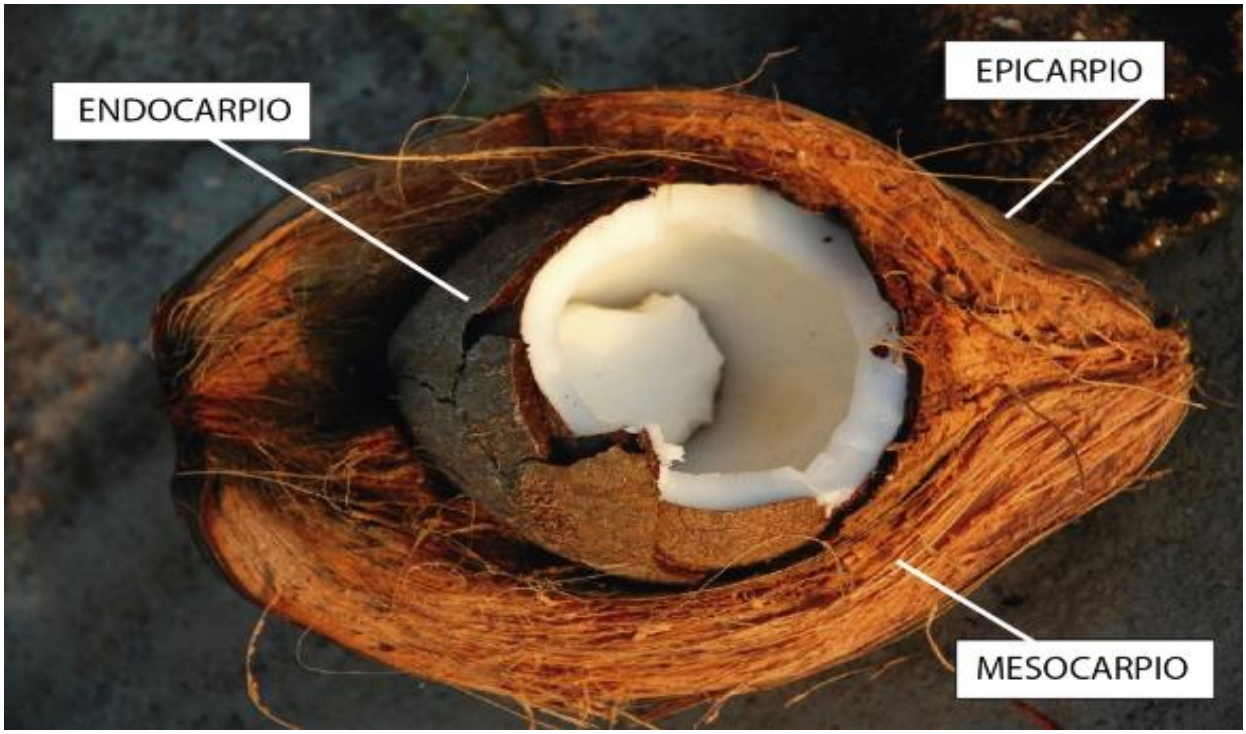
2.2. Población, Muestra y Muestreo

2.2.1. Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera)

2.2.1.1. Población. La población analizada estuvo compuesta por la ceniza de la fibra de coco (*Cocos nucifera*) proveniente del mesocarpio del fruto de la palmera cocotera. Esta ceniza se obtuvo al pulverizar cocos de tamaño variable, que medían entre 20 y 30 cm de longitud.

Figura 2

Componentes morfológicos del fruto de coco (Cocos nucifera)



Nota. Capas que conforman un coco. Fuente: Tomado de Society for Experimental Biology Annual Meeting (2023).

Interpretación: La Figura 2 ilustra los componentes morfológicos del fruto de coco (*Cocos nucifera*), destacando el epicarpio, que es la capa externa y más superficial; el mesocarpio, que corresponde a la capa intermedia fibrosa; y el endocarpio, que es la capa interna dura que rodea la cavidad central. Esta representación visual facilita la comprensión de la estructura anatómica del fruto, lo cual es esencial para estudios relacionados con su procesamiento y su utilización en diversas aplicaciones industriales.

2.2.1.2. Muestra. Para esta investigación, la muestra de estudio consistió en 3 proporciones experimentales de 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), las cuales fueron incorporadas de manera homogénea en la mezcla de concreto.

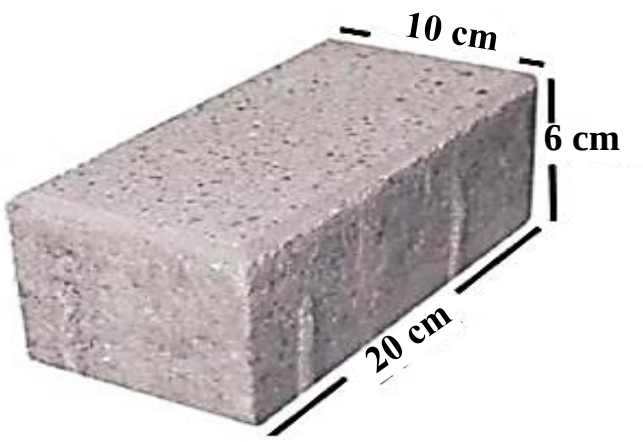
2.2.1.3. Muestreo. En este estudio, se empleó un muestreo aleatorio simple para seleccionar los porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) que se utilizaron con fines experimentales. Los porcentajes seleccionados fueron 1.5%, 3.0% y 4.5%.

2.2.2. Adoquines de Concreto

2.2.2.1. Población. La población estuvo compuesta por adoquines de concreto con una resistencia de f'c=380 kg/cm2, diseñados para pavimentos de tránsito vehicular ligero. Las dimensiones de los adoquines fueron de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 6 cm de alto.

Figura 3

Dimensiones de un adoquín de concreto tipo II



Nota. Medidas estándar de un adoquín de concreto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 3 ilustra las dimensiones estándar de un adoquín de concreto tipo II, diseñado específicamente para pavimentos que soportan tránsito vehicular ligero. Este adoquín presenta medidas de 20 cm de longitud, 10 cm de ancho y 6 cm de altura. Esta representación gráfica proporciona una referencia visual clara de las proporciones del adoquín.

2.2.2.2. Muestra. En la presente investigación, la muestra de estudio estuvo compuesta por un total de 36 adoquines de concreto con dimensiones 20 x 10 x 6 cm. Esta muestra incluyó tanto aquellos sin adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como los que sí tenían incorporación de 1.5%, 3% y 4.5% de este material. Además, los adoquines fueron curados durante 7, 14 y 28 días.

2.2.2.3. Muestreo. En este estudio, el muestreo se realizó mediante un diseño experimental factorial, con el fin de determinar la cantidad de adoquines de concreto correspondientes a cada porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). Se incluyeron 3 réplicas por tratamiento para garantizar la confiabilidad estadística de los resultados.

2.3. Materiales

2.3.1. Materiales Utilizados en la Producción de Ceniza de Coco (Cocos nucifera)

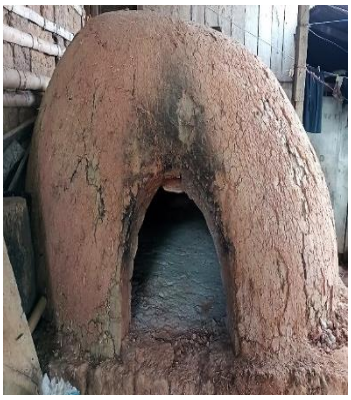
Tabla 1

Materiales e insumos usados para la obtención de la ceniza de fibra de coco (Cocos nucifera)

Ítem	Imagen referencial	Especificación técnica	Cantidad	Unidad de medida
Cinta Film		-Marca: Carbone. -Color: transparente. -Nombre comercial: cinta Film. -Material: Polietileno de alta densidad (PEAD). -Peso: 18 g. -Largo: 322 m. -Ancho: 450 mm.	1	ud.
Manga plástica		-Marca: Carbone. -Color: azul. -Nombre comercial: manga plástica. -Material: Polietileno de alta densidad (PEAD). -Peso: 10 g. -Largo: 5 m. -Ancho: 1 m.	1	ud.

Guantes		-Marca: Medical. -Nombre comercial: guantes de látex. -Color: blanco. -Material: Policloruro de Vinilo (PVC). -Talla: estándar. -Peso: 5 g.	6	uds.
Bolsa hermética		-Marca: Prisat. -Nombre comercial: bolsa hermética con cierre. -Color: transparente. -Material: Polietileno de baja densidad (LDPE). -Largo: 20 m. -Ancho: 18 cm. -Capacidad: 1 kg.	5	uds.
Saco		-Marca: Usa. -Nombre comercial: saco. -Color: blanco. -Material: Polietileno de alta densidad (PEAD). -Ancho: 60 cm. -Alto: 100 cm. -Capacidad: 50 kg.	10	uds.
Mascarilla		-Marca: Sanity. -Nombre comercial: mascarilla quirúrgica. -Color: celeste. -Material: Polipropileno (PP). -Largo: 175 mm. -Ancho: 95 mm.	4	uds.

Tina		-Marca: Rey. -Nombre comercial: tina de plástico. -Color: rojo. -Material: Polipropileno (PP). -Forma: Ovalada con esquinas redondeadas. -Capacidad: 25 l. -Largo: 60 cm. -Ancho: 40 cm. -Alto: 20 cm. -Espesor: 2 mm.	1	ud.
Tanque		-Marca: Eternit. -Nombre comercial: tanque de plástico. -Color: azul. -Material: Polietileno de alta densidad (PEAD). -Forma: cilíndrica vertical. -Capacidad: 208 l. -Ancho: 90.5 cm. -Alto: 59 cm. -Espesor: 5 mm.	2	uds.
Pizarra acrílica		-Marca: Pizatec. -Color: blanco. -Tamaño: pequeño. -Nombre comercial: pizarra acrílica. -Material: lámina acrílica con marco de aluminio (Al). -Peso: 25 g. -Largo: 40 cm. -Ancho: 30 cm.	1	ud.

Plumón acrílico		-Marca: Faber Castell. -Color: rojo y azul. -Nombre comercial: marcador para pizarra. -Material: fibras sintéticas y pigmentos de resina. -Peso: 34 g. -Largo: 12 cm. -Ancho: 1.5 cm.	2	uds.
Horno de barro artesanal		-Modelo: domo. -Material: arcilla, tierra y arena. -Nombre comercial: horno artesanal. -Color: marrón oscuro. -Peso: 500 kg. -Largo: 150 cm. -Ancho: 100 cm. -Alto: 120 cm.	1	ud.
Cáscara de coco (*Cocos nucifera*)		-Nombre comercial: coco. -Nombre científico: Cocos nucifera. -Color: marrón claro. -Olor: inoloro. -Material: fibra. -Tamaño: variable.	120	kg
Cal de obra		-Marca: Hades. -Color: blanco. -Olor: inoloro. -Nombre comercial: cal de obra. -Nombre científico: Hidróxido de Calcio (Ca(OH)2). -Material: polvo aglomerante. -Capacidad: 2 kg. -Largo: 25 cm. -Ancho: 15 cm.	1	ud.

Cuchara		-Modelo: Hotelero 150. -Material: acero inoxidable. -Nombre comercial: cuchara soperil. -Largo: 20 cm. -Ancho: 8.5 cm.	1	ud.

Nota. Materiales empleados para la producción de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 1 detalla los materiales utilizados en la obtención de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), incluyendo sus respectivas especificaciones técnicas, cantidades y unidades de medida.

2.3.2. Materiales Utilizados en los Ensayos de Agregados y Ceniza de Coco (Cocos nucifera)

Tabla 2

Materiales y equipos usados en la ejecución de los ensayos

Ítem	Ensayos	Materiales y equipos	Cantidad	Unidad de medida
Agregados	-Contenido de humedad (NTP 339.185). -Granulometría (NTP 400.012).	-Balanza con aproximación de ± 0,1 g: (Marca: OHAUS), (Modelo: NV622ZH).	1	ud.
	-Peso específico y absorción (NTP 400.022, NTP 400.021).	-Horno de secado: (Marca: PYS), (Modelo: STHX-2A).	1	ud.
	-Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017).	-Recipientes: (Marca: Rey), (Modelo: Circular).	2	uds.
	-Abrasión en la máquina de Los Ángeles (NTP 400.019).	-Juego de tamices: (Marca: Gilson), (Modelo: V3SF).	1	ud.

Concreto fresco	-Temperatura de mezclas del concreto (NTP 339.184). -Asentamiento (Slump) del concreto (NTP 339.035). -Peso unitario del concreto fresco (NTP 339.046).	-Termómetro digital: (Marca: DELTA OHM), (Modelo: HD-2127-1).	1	ud.
		-Recipientes: (Marca: Rey), (Modelo: Circular).	2	uds.
		-Mezcladora de concreto: (Marca: Ingco), (Modelo: CM30-1220V).	1	ud.
		-Cono de Abrams: (Marca: ORION), (Modelo: C182).	1	ud.
		-Flexómetro: (Marca: Bosch), (Modelo: GLM 50 C).	1	ud.
		-Varilla de mezcla: (Marca: Cofan), (Modelo: M14).	1	ud.
Adoquines	-Elaboración y curado de especímenes de concreto (NTP 339.183).	-Moldes: (Material: madera), (Tipo: Pino).	2	uds.
		-Espátula: (Marca: OXO), (Modelo: Turner).	1	ud.
		-Balanza con aproximación de ± 0,1 g: (Marca: OHAUS), (Modelo: R21PE30ZH).	1	ud.
		-Agua: (EPS Marañón).	28	l
		-Agregados: (arena y piedra chancada 1/2").	212	kg
		-Cemento: (Marca: Pacasmayo), (Tipo: I).	41.28	kg
		-Ceniza de coco (*Cocos nucifera*): (1.5%, 3.0% y 4.5%).	929	g
		-Bandejas para curado: (Marca: Rey), (Modelo: ovalado).	4	uds.

Concreto endurecido	-Resistencia a la compresión (NTP 339.034).	-Prensa de concreto: (Marca: PINZUAR), (Modelo: PC-42).	1	ud.
		-Adoquines: (Medidas: 6 x 10 x 20 cm).	36	uds.
		-Calibrador Vernier: (Marca: INSIZE), (Modelo:1108-200W).	1	ud.
		-Guantes de látex: (Marca: Medical), (Talla: estándar).	2	uds.
		-Libreta de apuntes: (Marca: Moleskine), (Modelo: Classic).	1	ud.
Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*)	-Peso específico (ASTM D 854). -Conductividad eléctrica (ASTM D 1125). -Potencial de Hidrógeno (ASTM E 70). -Composición química por óxidos y elementos (ASTM E 1621).	-Balanza con aproximación de ± 0,1 g: (Marca: Boeco), (Modelo: BAS 31 Plus).	1	ud.
		-Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X (Marca: Shimadzu), (Modelo: EDX 8100).	1	ud.
		-Placa de Petri (Marca: Pyrex), (Modelo: SKU 3160).	1	ud.
		-Tubo de ensayo: (Marca: Pyrex), (Modelo: 9826-16).	3	uds.
		-Medidor de grado: (Marca: Hanna Instruments), (Modelo: HI 5522).	1	ud.

Nota. Materiales empleados en los ensayos de laboratorio. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 2 presenta un inventario detallado de los materiales y equipos utilizados en la ejecución de los ensayos de laboratorio, destinados al análisis de las propiedades de los agregados, el concreto, los adoquines y la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).

2.3.3. Materiales Empleados en la Elaboración de los Adoquines de Concreto

Tabla 3

Materiales utilizados en el diseño de mezcla del concreto

Materiales	Imagen referencial	Descripción
Agregado fino (NTP 400.012).		-Tipo: arena zarandeada. -Cantidad: 10 latas. -Color: gris. -Fuente de origen: cantera Manuel Olano - Jaén. -Empresa: Distribuciones Olano S.A.C. (RUC: 20479378330).
Agregado grueso (NTP 400.012).		-Tipo: piedra chancada. -Tamaño nominal: 1/2". -Cantidad: 12 latas. -Color: gris. -Fuente de origen: cantera Manuel Olano - Jaén. -Empresa: Distribuciones Olano S.A.C. (RUC: 20479378330).
Cemento (NTP 334.009).		-Marca: Pacasmayo. -Tipo: I. -Cantidad: 2 bl. -Color: gris. -Peso: 42.5 kg. -Empresa: Distribuciones Olano S.A.C. (RUC: 20479378330).

Agua (NTP 339.088).		-Turbidez: 0.66 NTU. -pH: 7.46. -Cloruros: 4 mg/l. -Sulfatos: 9.15 mg/l. -Color: transparente. -Empresa: EPS Marañón S.R.L. (RUC: 20141814312).
Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618).		-Material: coco (*Cocos nucifera*). -Color: gris claro. -Proporciones: 1.5%, 3.0% y 4.5%. -Empresa: Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. (RUC: 20602031889).

Nota. Materiales empleados en la elaboración de la mezcla de concreto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 3 presenta un desglose detallado de los materiales utilizados en la dosificación de la mezcla empleada para la fabricación de los adoquines de concreto. En ella se incluyeron el agregado fino, agregado grueso, cemento, agua y ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).

2.4. Variables de Estudio

2.4.1. Variable Independiente

Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).

2.4.2. Variable Dependiente

Resistencia a la compresión.

2.5. Tipo de Investigación

2.5.1. Según su Alcance o Nivel de Profundidad

La investigación se clasificó como **aplicada**, según Hernández et al. (2018), este tipo de estudio "soluciona problemas concretos e inmediatos, utilizando conocimientos científicos ya existentes para intervenir en la realidad". En este sentido, la metodología empleada abordó una problemática específica en el ámbito de los materiales de construcción, enfocándose en mejorar la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto mediante la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).

2.5.2. Según su Diseño

La investigación se desarrolló bajo un **diseño experimental verdadero**, definido por Hernández et al. (2018) como la "manipulación intencional de una o más variables independientes para analizar sus efectos sobre una o más variables dependientes, bajo condiciones controladas y con asignación aleatoria". En este estudio, se manipuló deliberadamente la variable independiente, que consistió en la ceniza de fibra de *Cocos nucifera* en porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, con el propósito de evaluar su influencia en la variable dependiente, correspondiente a la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto. El procedimiento experimental se llevó a cabo en un entorno controlado, estableciendo como factor de control el tiempo de curado (7, 14 y 28 días), lo que garantizó la validez interna del estudio, conforme a los principios metodológicos del diseño.

2.5.3. Según su Enfoque

El estudio adoptó un **enfoque cuantitativo**, definido por Tamayo y Tamayo (2019) como aquel que "se caracteriza por emplear instrumentos que permiten medir con precisión las variables y expresar los resultados en forma numérica, facilitando el análisis estadístico y la generalización de los resultados". Esta metodología permitió cuantificar con exactitud los efectos de los tres porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) sobre la resistencia a la compresión de adoquines de concreto. Los datos se obtuvieron mediante ensayos normalizados, y los resultados se presentaron en tablas, gráficos y representaciones estadísticas, lo que permitió una interpretación objetiva del comportamiento del material en condiciones controladas.

2.5.4. Según su Área de Investigación

En el campo de la Ingeniería Civil, específicamente en el área de **Ciudades y Comunidades Sostenibles**.

2.6. Fuentes de Información

En la presente investigación, durante la fase de recopilación de datos y muestreo, se recurrió a estudios precedentes relacionados con la temática abordada como fuente referencial. Además, se realizó una exhaustiva revisión de la normativa vigente, garantizando la congruencia de los procedimientos implementados con los lineamientos estipulados por las regulaciones peruanas e internacionales pertinentes. Entre estas normativas, se consultaron el *Manual de Ensayo de Materiales* del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), las Normas Técnicas Peruanas (NTP), la American Society for Testing and Materials (ASTM) y el American Concrete Institute (ACI), entre otras. A continuación, se presenta una tabla que detalla estas normas.

Tabla 4

Normas técnicas peruanas e internacionales

Ítem	Normatividad de los ensayos
Estudio de los agregados	-MTC E:2016 – Manual de Ensayo de Materiales. -ASTM C 702:2025 o NTP 400.043:2015 – Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo. -ASTM C 136:2019 o NTP 400.012:2018 – Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. -ASTM C 127:2024 o NTP 400.021:2018 – Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. -ASTM C 128:2022 o NTP 400.022:2018 – Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. -ASTM C 29:2023 o NTP 400.017:2021 – Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados. -ASTM C 535:2024 o NTP 339.185:2021 – Determinación del contenido de humedad de agregados por secado. -ASTM C 33:2020 o NTP 400.037:2020 – Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. -ASTM C 131:2021 o N.T.P. 400.019:2021 – Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.
Elaboración y curado de los adoquines	-NTP 334.009:2022 – Cementos Pórtland. -NTP 339.088:2021 – Agua para el concreto. -NTP 399.601:2021 – Ladrillos de concreto. -ACI 211.1:2022 – Práctica estándar para la selección de proporciones para concreto normal, pesado y en masa. -E.060:2023 – Concreto Armado. -CE.010:2024 – Pavimentos Urbanos. -NTP 339.036:2017 – Muestreo de mezclas de concreto fresco. -NTP 339.183:2018 – Elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
Concreto en estado fresco	-ASTM C 1064:2023 o NTP 339.184:2021 – Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. -ASTM C 143:2020 o NTP 339.035:2017 – Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto. -ASTM C 231:2024 o NTP 339.081:2018 – Método de ensayo volumétrico para determinar el contenido de aire del hormigón fresco. -ASTM C 138:2024 o NTP 339.046:2018 – Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire del hormigón (concreto).

Concreto en estado endurecido	-ASTM C 94:2019 – Ensayo de resistencia a la compresión en adoquines de concreto. -ASTM C 39:2024 o NTP 339.034:2021 – Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. -ASTM C 936:2023 o NTP 399.611:2017– Adoquines de concreto para pavimentos. -ASTM C 140:2024 o NTP 399.604:2015 – Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*)	-ASTM C 618:2023 – Especificación normalizada para ceniza volante de carbón y puzolana natural en crudo o calcinada para uso en concreto. -ASTM C 311:2024 – Métodos de ensayo estándar para el muestreo y ensayo de cenizas volantes o puzolanas naturales para su uso en concreto con cemento Portland. -NTP 334.131:2018 – Método de ensayo para el análisis químico de calizas, cal viva y cal hidratada. -ASTM D 854:2023 – Métodos de ensayo estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo mediante el método de desplazamiento de agua. -ASTM D 1125:2023 – Métodos de ensayo para la conductividad eléctrica y resistividad del agua. -ASTM E 70:2024 – Método de ensayo para el pH de soluciones acuosas con el electrodo de vidrio. -ASTM E 1621:2022 – Guía para el análisis elemental mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X dispersiva en longitud de onda.

Nota. Normatividad utilizada. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 4 detalla las normas técnicas, tanto peruanas como internacionales, aplicadas durante la fase experimental para la ejecución de los ensayos.

2.7. Métodos

2.7.1. Método

La investigación se llevó a cabo mediante el **método deductivo**, que, según Hernández et al. (2018), "parte de generalizaciones aceptadas como válidas para llegar a conclusiones particulares aplicables a casos específicos". Este enfoque permitió evaluar la influencia de la adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto convencional con f´c=380 kg/cm2.

Los resultados experimentales mostraron un incremento significativo en la resistencia a la compresión a lo largo del tiempo, estableciendo una relación causal entre la incorporación de ceniza y la resistencia, lo que validó la hipótesis y respaldó la viabilidad técnica de este material en aplicaciones constructivas.

2.7.2. Análisis Estadístico

2.7.2.1. Selección de los Porcentajes de Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*).

2.7.2.1.1. Muestreo Probabilístico: Aleatorio Simple (Selección de Unidades Experimentales).

Según Díaz (2023), “el **muestreo aleatorio simple** es una técnica de muestreo probabilístico utilizada para seleccionar unidades experimentales de una población de manera que cada elemento tenga la misma probabilidad de ser elegido”. En este estudio, se utilizó esta técnica para seleccionar los porcentajes que formarían parte del experimento.

Para el muestreo, se recopilaron un total de 18 datos relacionados con el uso de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), los cuales no fueron obtenidos al azar, sino extraídos de antecedentes documentados en investigaciones previas. Estos valores fueron seleccionados por su relevancia, disponibilidad y por encontrarse dentro del rango especificado por la norma ASTM C 618, que establece los requisitos para materiales puzolánicos utilizados como aditivos o sustitutos parciales del cemento en mezclas de concreto. Según esta norma, en la fase experimental o de caracterización inicial se deben emplear dosis bajas de adición, comprendidas entre 1% y 5% en peso del cemento. Por lo tanto, los datos seleccionados constituyen una base fundamental y representativa para el diseño experimental desarrollado en este estudio.

Tabla 5

Valores de porcentajes de ceniza seleccionados para los niveles de muestreo

Niveles	Porcentajes (%)					
Bajo	1.5%	1.8%	2.0%	2.2%	2.3%	2.4%
Medio	2.5%	2.9%	3.0%	3.1%	3.4%	3.5%
Alto	3.7%	3.8%	3.9%	4.0%	4.2%	4.5%

Nota. Distribución de los 18 datos en 3 niveles (6 elementos por nivel). Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 5 presenta los valores porcentuales de ceniza de *Cocos nucifera* seleccionados para los tres niveles: Bajo, Medio y Alto. El Nivel Bajo comprende 6 porcentajes que oscilan entre 1.5% y 2.4%. El Nivel Medio incluye 6 porcentajes que varían de 2.5% a 3.5%. Finalmente, el Nivel Alto contiene 6 porcentajes que se extienden desde 3.7% hasta 4.5%.

En este muestreo, los porcentajes de ceniza se clasificaron en tres niveles experimentales: bajo, medio y alto. Se seleccionó aleatoriamente una muestra representativa de cada nivel, obteniéndose un total de tres unidades experimentales con valores de 1.5% (mínimo), 3.0% (medio) y 4.5% (máximo), los cuales fueron utilizados en el diseño experimental.

Tabla 6

Porcentajes seleccionados de ceniza de Cocos nucifera para la experimentación

Tamaño muestral total (N)	Mínimo (%)	Medio (%)	Máximo (%)
18	1.5	3.0	4.5

Nota. N = 18 representa el tamaño muestral total de los porcentajes de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 6 detalla los porcentajes seleccionados de ceniza de *Cocos nucifera*, correspondientes a un tamaño muestral total (N) de 18. Los valores de adición abarcan un rango que va desde un mínimo de 1.5%, un valor medio de 3.0% y un máximo de 4.5%.

La elección de los porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5% se justifica por su alineación con los criterios de evaluación de materiales puzolánicos establecidos por normas como la ASTM C 618, que indica que en la fase experimental se deben utilizar porcentajes de adición de entre 1% y 5% en peso del cemento. Según la norma ASTM C 311, los rangos óptimos de sustitución de cenizas orgánicas en concreto suelen encontrarse entre el 2% y el 6%, siendo el 3% un valor intermedio recomendado.

De acuerdo con la norma ACI 211.1, la inclusión de pequeñas adiciones (de hasta 5%) permite evaluar el comportamiento del concreto sin alterar significativamente su relación agua/cemento ni su trabajabilidad. No obstante, las adiciones superiores pueden generar efectos adversos, como el aumento de la porosidad o la disminución de la resistencia mecánica inicial, lo que justifica el uso del 4.5% como límite superior. Asimismo, se seleccionaron estos porcentajes por su correspondencia con rangos óptimos encontrados en investigaciones sobre adiciones orgánicas en concreto y por la necesidad de establecer un intervalo de evaluación experimental seguro y progresivo para determinar el mejor desempeño del concreto con adición de ceniza.

2.7.2.2. Estimación de la Cantidad de Adoquines de Concreto por Tratamiento.

2.7.2.2.1. Diseño Experimental: Arreglo Factorial (Asignación de Tratamientos).

Según Luque (2023), "el **arreglo factorial** se enfoca en cómo se combinan y se asignan los tratamientos (factores y niveles) para evaluar efectos individuales e interacciones". En este caso, los factores considerados fueron el porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) y la edad de curado (en días). Se utilizó un diseño factorial de 4 x 3, lo que indica 4 niveles para el primer factor y 3 niveles para el segundo, dando como resultado un total de 12 combinaciones experimentales. Este diseño permitió asignar de manera estructurada las combinaciones de tratamientos a las unidades experimentales.

Los factores y niveles del diseño factorial fueron los siguientes:

Factor A: Porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).

-Nivel 1: 0%.

-Nivel 2: 1.5%.

-Nivel 3: 3.0%.

-Nivel 4: 4.5%.

Factor B: Edad de curado (días).

-Nivel 1: 7 días.

-Nivel 2: 14 días.

-Nivel 3: 28 días.

Los resultados del diseño experimental factorial implementado se presentan en la Tabla 7, donde se describen las combinaciones resultantes de la manipulación de los factores: proporción de ceniza de *Cocos nucifera* y edad de curado.

Tabla 7

Matriz del diseño experimental factorial con niveles de proporción de ceniza y edad de curado

Tratamientos	Porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	Edad de curado (días)	Combinaciones (%) (días)
T1	0%	7	(0%) (7)
T2	0%	14	(0%) (14)
T3	0%	28	(0%) (28)
T4	1.5%	7	(1.5%) (7)
T5	1.5%	14	(1.5%) (14)
T6	1.5%	28	(1.5%) (28)
T7	3.0%	7	(3.0%) (7)
T8	3.0%	14	(3.0%) (14)
T9	3.0%	28	(3.0%) (28)
T10	4.5%	7	(4.5%) (7)
T11	4.5%	14	(4.5%) (14)
T12	4.5%	28	(4.5%) (28)

Nota. Distribución de los tratamientos experimentales. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 7 presenta la matriz del diseño experimental factorial implementado, detallando 12 tratamientos (T1 a T12) resultantes de la combinación de 4 proporciones de adición de ceniza de fibra de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) y 3 edades de curado (7, 14 y 28 días). Los tratamientos T1, T2 y T3 corresponden al grupo de control (0% de ceniza) evaluado a 7, 14 y 28 días respectivamente. Los tratamientos T4, T5 y T6 representan la adición del 1.5% de ceniza a las mismas edades de curado. De manera análoga, los tratamientos T7, T8 y T9 corresponden a la adición del 3.0%, y los tratamientos T10, T11 y T12 a la adición del 4.5%, ambos evaluados a 7, 14 y 28 días.

Durante la fase experimental, se elaboraron especímenes de adoquines de concreto conforme a las combinaciones definidas por el diseño factorial. La Tabla 8 detalla la cantidad de unidades experimentales preparadas para cada nivel de los factores analizados.

Tabla 8

Estimación de la cantidad de adoquines de concreto por tratamiento experimental

Porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	**Edad de curado (días)**			**Cantidad de unidades experimentales (ud.)**
	7	**14**	**28**	
0%	3	3	3	9
1.5%	3	3	3	9
3%	3	3	3	9
4.5%	3	3	3	9
Población total				36

Nota. 3 = réplicas por curado; 9 = réplicas por dosificación; y 36 = cantidad total. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 8 presenta la distribución de las unidades experimentales de adoquines de concreto generadas a partir del diseño factorial 4 x 3, que combina 4 niveles de porcentaje de ceniza de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3% y 4.5%) con 3 edades de curado (7, 14 y 28 días). Para cada una de las 12 combinaciones factoriales, se elaboraron 3 réplicas, lo que resultó en un total de 9 unidades experimentales por cada nivel de porcentaje de ceniza. La sumatoria de estas réplicas a través de los 4 porcentajes de ceniza constituye una población total de 36 unidades de adoquines de concreto.

Se empleó tres réplicas por cada tratamiento con el fin de garantizar la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión del concreto. Aunque algunas normas técnicas, como la NTP 399.611, no especifican un número mínimo de réplicas para los ensayos de adoquines, el uso de tres unidades es una práctica ampliamente aceptada en normas como la NTP 339.034 y ASTM C 39, que son aplicables al concreto en general.

2.8. Técnicas

En la investigación se aplicaron las técnicas de **observación directa** y **estructurada**, definidas por Tacillo (2023) como "una metodología sistemática para observar fenómenos". La observación directa permitió captar detalles relevantes durante los ensayos, mientras que la observación estructurada facilitó el registro de los procedimientos a través de un protocolo basado en normas técnicas.

Asimismo, se implementó la técnica **experimental**, que Hualpa (2024) describe como "una técnica fundamental en la investigación científica que permite establecer relaciones causales entre variables". Esta metodología permitió manipular deliberadamente la variable independiente (ceniza de fibra de *Cocos nucifera*) para analizar su efecto sobre la variable dependiente (resistencia a la compresión). Los datos generados fueron cuantificables y posteriormente procesados mediante análisis estadístico, lo que contribuyó a una comprensión más profunda de las relaciones entre las variables estudiadas.

2.9. Instrumentos de Recolección de Datos

Se utilizaron formatos estandarizados establecidos en el *Manual de Ensayo de Materiales* del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), los cuales fueron elaborados de acuerdo con los lineamientos técnicos y normativos vigentes. Estos instrumentos permitieron registrar de manera precisa y ordenada los resultados obtenidos durante las diversas fases experimentales.

Se emplearon fichas técnicas para la toma de muestras in situ de los agregados en cantera, utilizadas durante los ensayos de campo. Además, se usaron formatos específicos para el registro sistemático de los resultados obtenidos en el laboratorio. Estos instrumentos fueron aplicados en los ensayos realizados sobre los agregados, el concreto en estado fresco y endurecido, así como en las pruebas de resistencia a la compresión de los adoquines.

2.10. Validez y Confiabilidad

2.10.1. Validez

La validación de los instrumentos de recolección de datos se llevó a cabo mediante la técnica de juicio de expertos. En este proceso, tres ingenieros colegiados y habilitados realizaron una evaluación crítica y cualitativa de la pertinencia, coherencia y claridad de los ítems que conformaban los instrumentos. Al finalizar la evaluación, los expertos determinaron de manera unánime que los instrumentos eran aplicables, otorgándoles una calificación de “Excelente” con un puntaje total de 50, como se detalla en el Anexo 10.

2.10.2. Confiabilidad

La confiabilidad de los ensayos se garantizó mediante la estricta aplicación de los procedimientos establecidos en las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Se verificó la calibración de todos los equipos utilizados, cuyos certificados se encuentran en los Anexos 07 y 08. Además, los laboratorios donde se realizaron los análisis contaban con la acreditación del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y el registro correspondiente en INDECOPI.

El análisis de la ceniza de *Cocos nucifera* se llevó a cabo en el laboratorio “Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.”, acreditado por INACAL con el número LE-211 (certificado emitido el 15 de agosto de 2023) y registrado en INDECOPI bajo el número 0019152-

2023 (vigente hasta el 12 de octubre de 2033).

Los ensayos de agregados se realizaron en el laboratorio “Engineering and Construction S.A.C.”, certificado bajo la norma ISO 9001:2015 por AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD (número AMERI 1653, emitido el 20 de junio de 2024) y registrado en INDECOPI con el número 0004590-2023 (vigente hasta el 4 de abril de 2033).

El análisis estadístico de los datos se realizó con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. Para evaluar la validez de los resultados, se aplicaron pruebas de normalidad, homogeneidad de varianzas, análisis de varianza (ANOVA), post hoc y Tukey.

2.11. Procedimiento de Recolección de Datos

2.11.1. Procedimiento para la Obtención de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera)

Tabla 9

Proceso de producción de la ceniza de fibra de Cocos nucifera

Etapas del procedimiento	Imagen	Descripción
Recolección de cocos (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-Esta etapa comprendió la búsqueda, recolección y transporte de cocos (*Cocos nucifera*) desde la frutería “Frutimax”, ubicada en la avenida Pakamuros, provincia de Jaén. Se seleccionaron frutos en estado óptimo para garantizar la calidad del material.

Selección del tamaño de especímenes de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-Esta etapa contempló la selección de cocos (*Cocos nucifera*) de tamaño mediano y grande, con longitudes aproximadas de entre 20 y 30 cm. Se priorizaron estos tamaños para asegurar la calidad y el rendimiento del producto.
Cuarteo de las muestras de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-Cada coco (*Cocos nucifera*) fue inicialmente seccionado en cuatro partes, y cada uno de estos fragmentos se subdividió posteriormente en cuatro fracciones adicionales, obteniendo unidades con un tamaño promedio de 2" a 3".
Almacenamiento de la fibra de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-En esta etapa, se almacenó la fibra de coco (*Cocos nucifera*) cuarteada en un lugar seco y libre de impurezas. Este procedimiento garantizó la preservación de la calidad del material, evitando la contaminación y asegurando su idoneidad para usos posteriores.

Preparación de la solución química: Óxido de calcio (CaO) + agua (H2O) (ASTM C 618)		-Se mezcló una cucharada de cal (10 g) por cada litro (l) de agua, siguiendo las indicaciones de la norma técnica ASTM C 311. Esta proporción garantizó la correcta concentración de la solución, optimizando su eficacia para el proceso de curado.
Curado de la cáscara de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-Con el objetivo de eliminar microorganismos (hongos y bacterias), así como de ablandar el mesocarpio (fibra) del coco (*Cocos nucifera*), se realizó un proceso de curado mediante la aplicación de cal hidratada (Ca(OH)2). Para ello, se utilizaron dos tanques, donde cada tanque contenía una mezcla de 208 litros de agua (H2O) con 208 gramos de cal viva (CaO).
Sellado del tanque de curado con cinta Film (Polietileno de alta densidad) (ASTM C 618)		-El proceso consistió en sellar completamente la tapa del tanque con cinta film (polietileno de alta densidad) para prevenir la evaporación de la solución, así como su contaminación y pérdida de humedad.

Dejando actuar la cal hidrata (Ca(OH)2) durante 72 horas (ASTM C 618)		-El proceso consistió en permitir que la cal hidratada (Ca(OH)2) actuara durante tres días consecutivos (72 h). Este tiempo de exposición fue fundamental para maximizar la efectividad de la cal (CaO) en la desinfección y el ablandamiento del mesocarpio de los cocos (*Cocos nucifera*), asegurando un curado adecuado.
Secado de la fibra de coco (*Cocos nucifera*) hidratada (ASTM C 618)		-Se dejó secar la fibra de coco (*Cocos nucifera*) durante dos días (48 h) para facilitar su combustión en el horno. Este periodo de secado fue esencial para reducir la humedad de la fibra, optimizando así su rendimiento durante el proceso de quema.
Almacenamiento de la cáscara de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-Con el fin de facilitar su manejo y transporte, las cáscaras de coco (*Cocos nucifera*) fueron recolectadas y almacenadas en sacos (polietileno de alta densidad). Este método de almacenamiento garantizó la protección de las cáscaras.

Transporte de la cáscara de coco (*Cocos nucifera*) hasta el horno artesanal (ASTM C 618)		-Las cáscaras de coco (*Cocos nucifera*) fueron transportadas en sacos (polietileno de alta densidad) hasta el horno ubicado en la Segunda Etapa del sector de Fila Alta (Jaén), para su posterior transformación en ceniza.
Combustión de la cáscara de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-La cáscara de coco (*Cocos nucifera*) fue sometida a un proceso de combustión en un horno de fabricación artesanal, alcanzando temperaturas controladas entre 400 °C y 600 °C, medidas con un pirómetro infrarrojo, durante un periodo de 3 h.
Recojo de la ceniza (ASTM C 618)		-Se recolectaron 50 kg de ceniza de coco (*Cocos nucifera*), la cual fue almacenada en bolsas herméticas (polietileno de baja densidad) para su posterior análisis en el laboratorio.

Tamizado de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (ASTM C 618)		-La ceniza fue sometida a un proceso de tamizado utilizando una malla N° 100, con la finalidad de separar las partículas de carbón y otras impurezas de menor tamaño.
Obtención de la ceniza purificada (ASTM C 618)		-Después del proceso de tamizado, la ceniza purificada fue pesada en una balanza (con aproximación de ± 0,1 g y sensibilidad a ± 0,1%) y almacenada en bolsas herméticas (polietileno de baja densidad), para preservar sus propiedades y asegurar su disponibilidad para los ensayos posteriores.

Nota. Procedimiento experimental para la obtención de la ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 9 resume el protocolo seguido para la obtención de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), el cual comprendió las etapas de recolección de los frutos, secado, incineración controlada, tamizado, almacenamiento en bolsas herméticas para su preservación y posterior ensayo en laboratorio.

2.11.2. Procedimiento de Ensayos de Laboratorio para la Ceniza de Coco (Cocos nucifera)

Los ensayos para determinar las propiedades físico-químicas de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) se llevaron a cabo en el laboratorio SLab Perú S.A.C., bajo la supervisión de la Ing. Quim. Nuria Zoila Julca Izquierdo, profesional responsable del área de análisis químico.

El procedimiento experimental fue ejecutado por el equipo técnico del laboratorio, siguiendo estrictamente los protocolos establecidos por las normas técnicas aplicables, según correspondiera a cada tipo de ensayo.

Para los análisis, se utilizó una muestra representativa de 300 g de ceniza de *Cocos nucifera*, acondicionada según los protocolos establecidos y fraccionada en submuestras controladas conforme a los requerimientos específicos de cada procedimiento analítico. A continuación, se describen los ensayos realizados:

Tabla 10

Análisis físico-químico de la ceniza obtenida de Cocos nucifera según normativas ASTM

Ensayos	Método de referencia
Peso específico (ASTM D 854)	-Gravimetría (g/cm3)
Conductividad eléctrica (ASTM D 1125)	-Electrométrico (mS/cm)
Potencial de Hidrógeno (ASTM E 70)	-Potenciometría (pH)
Composición química por óxidos y elementos (ASTM E 1621)	-Fluorescencia de Rayos X – FRX (%)

Nota. Ensayos para la caracterización de la ceniza de *Cocos nucifera*. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 10 presenta los análisis físico-químicos realizados a la ceniza de *Cocos nucifera*, especificando la normativa ASTM utilizada para cada ensayo y la metodología instrumental empleada en su determinación. Se incluyen la determinación del peso específico mediante gravimetría (ASTM D 854), la conductividad eléctrica por método electrométrico

(ASTM D 1125), el potencial de hidrógeno mediante potenciometría (ASTM E 70) y la composición química elemental y por óxidos a través de fluorescencia de rayos X (ASTM E 1621).

2.11.3. Procedimiento de Ensayos de Laboratorio para el Análisis de los Agregados

En este estudio se emplearon agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra chancada de 1/2") de origen fluvial (río Chamaya), específicamente extraídos de la cantera Manuel Olano. Para la caracterización físico-mecánica de estos materiales, se realizó un conjunto de ensayos, ejecutados conforme a los procedimientos establecidos en las normas técnicas vigentes, tal como se detalla a continuación:

Tabla 11

Normativas de los ensayos para determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados

Ensayos	**Referencias normativas**		
Reducción de muestras	MTC E 103	NTP 400.043	ASTM C 702
Granulometría	MTC E 204	NTP 400.012	ASTM C 136
Contenido de humedad	MTC E 215	NTP 339.185	ASTM C 535
Peso específico y absorción	MTC E 205	NTP 400.022/021	ASTM C 127/128
Peso unitario suelto y compactado	MTC E 203	NTP 400.017	ASTM C 29
Cantidad de material fino que pasa la malla N° 200	MTC E 202	NTP 400.018	ASTM C 117
Resistencia por abrasión en la máquina de Los Ángeles	MTC E 207	NTP 400.019	ASTM C 131

Nota. Ensayos normalizados para la caracterización de los agregados. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 11 sintetiza los ensayos estandarizados utilizados para analizar las propiedades físicas de los agregados pétreos, aplicando las normativas del MTC E, Normas Técnicas Peruanas (NTP) y las directrices de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

Se llevó a cabo un análisis de granulometría con la finalidad de establecer la distribución de tamaños de partículas. Además, se realizaron pruebas de peso específico y absorción para determinar las características de densidad y la capacidad de retención de agua de los materiales. También se midió el contenido de humedad para evaluar la cantidad de agua presente en ellos. De igual manera, se efectuaron mediciones del peso unitario tanto en estado suelto como compactado para conocer la densidad bajo diferentes condiciones. Por último, se cuantificó la cantidad de material que pasaba a través del tamiz N° 200, lo que proporcionó información sobre el contenido de partículas finas.

2.11.3.1. Reducción de las Muestras de Agregados a Tamaño de Ensayo (NTP 400.043). Cabe destacar que, para llevar a cabo los ensayos, se utilizó inicialmente el método de cuarteo (NTP 400.043) del agregado fino y grueso, con el fin de obtener la cantidad mínima necesaria para la realización de cada uno de los ensayos mencionados anteriormente.

a. Materiales y/o equipos

- Agregados: fino (5 kg) y grueso de 1/2" (5 kg).
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Cucharón de despacho de 1 kg (acero inoxidable): 1 ud.
- Horno (temperatura de 110 $\pm$ 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.
- Balanza (con aproximación de $\pm$ 1000 g y exactitud a $\pm$ 0,1%): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.
- Sacos (polietileno de alta densidad): 5 uds.

b. Muestreo

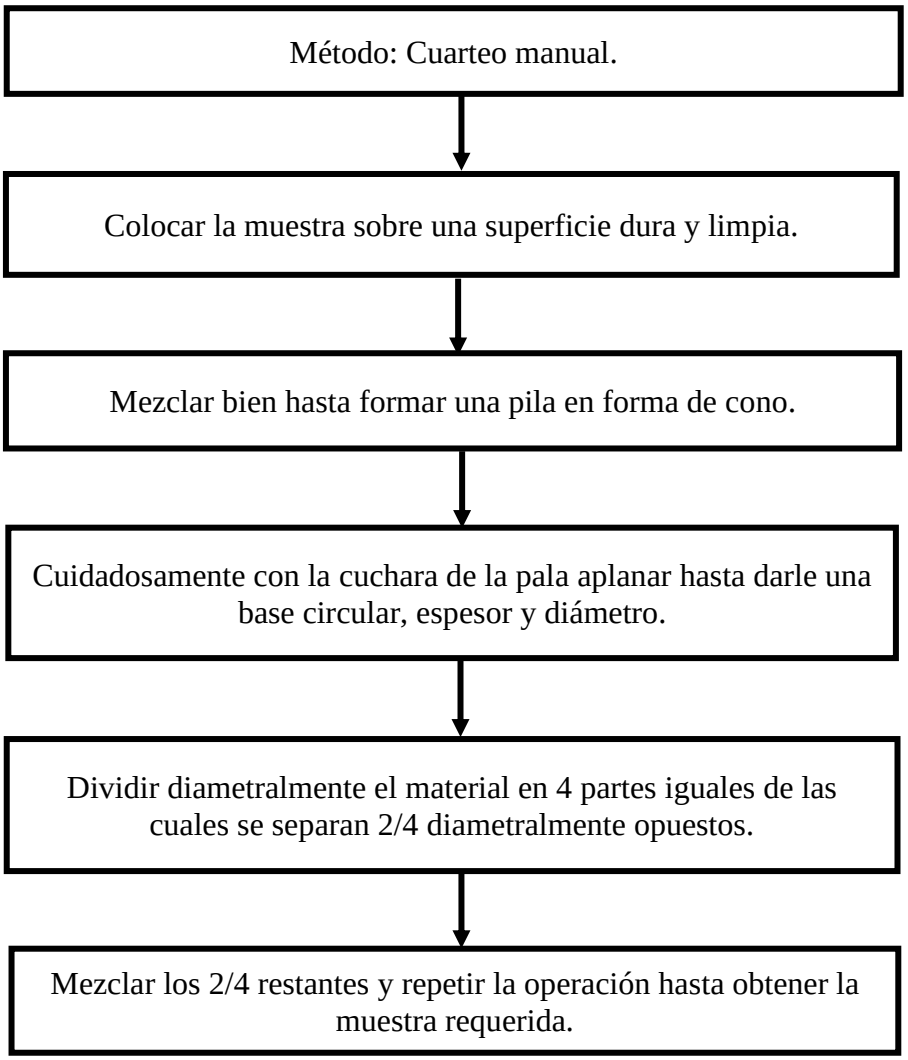
De los agregados traídos de la cantera Manuel Olano se seleccionaron 5 kg de agregado fino y 5 kg de grueso para realizar el muestreo.

c. Procedimiento del ensayo

Inicialmente, se depositó la muestra de campo sobre una superficie plana y limpia para evitar su contaminación. A continuación, se procedió a homogeneizar el material mediante el método de cuarteo, apilando la muestra en forma de cono y dividiéndola en cuatro partes iguales. Se descartaron dos cuartos opuestos, reservando los dos restantes para los ensayos subsiguientes.

Figura 4

Diagrama de flujo del cuarteo manual para la reducción de muestras de los agregados



Nota. Procedimiento para la reducción manual de muestras de agregados. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 4 representa gráficamente el protocolo metodológico del cuarteo manual. El diagrama describe un proceso iterativo que comienza con la disposición y homogeneización del material, seguido de su división geométrica en cuatro partes iguales. La selección y mezcla sucesiva de dos cuadrantes opuestos, con el descarte de los restantes, permite la reducción progresiva del tamaño de la muestra, manteniendo su representatividad granulométrica y composicional hasta alcanzar la masa requerida para los análisis de laboratorio.

Figura 5

Cuarteo manual para la reducción de muestra de agregado fino



Nota. Ilustración del método de cuarteo de agregado fino. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 5 muestra la aplicación del método de cuarteo manual para la reducción del tamaño de muestra de agregado fino.

Figura 6

Cuarteo manual para la reducción de muestra de agregado grueso



Nota. Ilustración del método de cuarteo de agregado grueso. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 6 presenta la aplicación del método de cuarteo manual para la reducción del tamaño de muestra de agregado grueso.

2.11.3.2. Ensayo del Análisis Granulométrico de los Agregados Fino y Grueso (NTP 400.012).

a. Materiales y/o equipos

- Agregados: fino (1000 g) y grueso de 1/2" (2500 g).
- Balanza (con aproximación de ± 0,1 g y sensibilidad a ± 0,1%): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de ± 1 g y exactitud a ± 0,1%): 1 ud.

- Horno (temperatura de 110 ± 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Cucharón de despacho de 1 kg (acero inoxidable): 1 ud.
- Brocha (de 3" con mango de plástico): 1 ud.
- Juego de tamices (con tapa y base): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

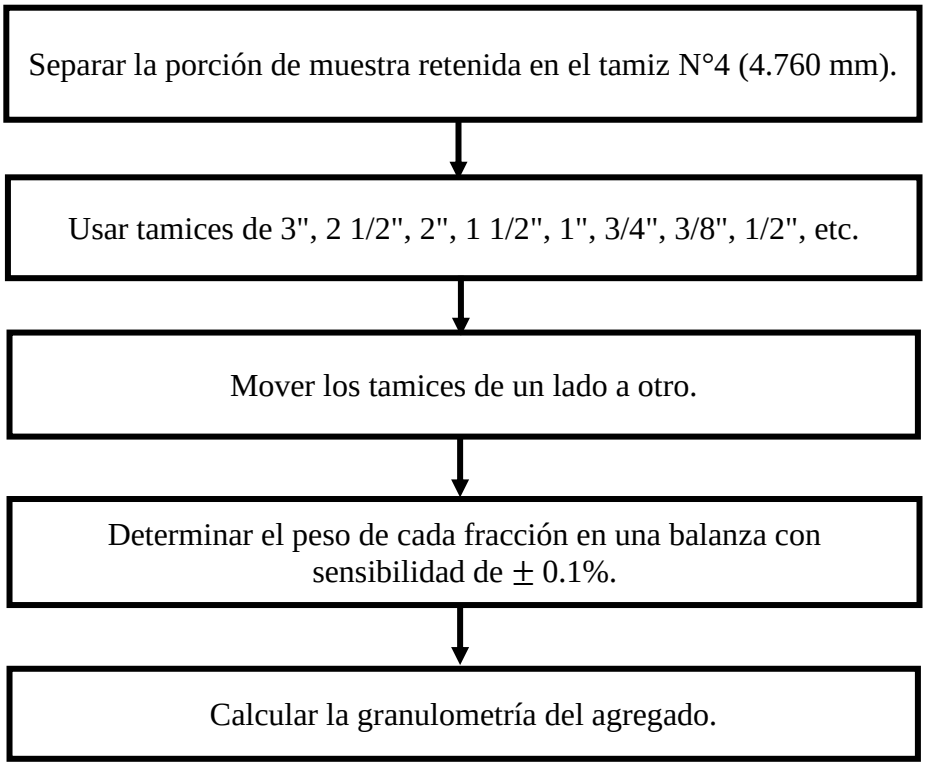
Se utilizó una muestra seca de aproximadamente 1000 gramos de agregado arenoso y 2500 gramos de agregado gravoso.

c. Procedimiento del ensayo

Para determinar la gradación de los agregados de cantera, se llevó a cabo un análisis granulométrico siguiendo las especificaciones técnicas de las normas MTC E 204 y NTP 400.012. Las muestras fueron sometidas a un proceso de secado en horno a una temperatura controlada de 110 ± 5 °C durante 24 horas. Posteriormente, las muestras secas fueron tamizadas en una serie de mallas de diferentes aberturas, y el material retenido en cada malla fue pesado. Con los datos obtenidos, se realizaron los cálculos correspondientes para determinar la distribución de tamaños de las partículas.

Figura 7

Diagrama de flujo del procedimiento para el análisis granulométrico de los agregados



Nota. Secuencia metodológica del análisis granulométrico por tamizado. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 7 muestra el flujograma del análisis granulométrico de agregados pétreos por tamizado, que incluye la separación inicial en el tamiz N° 4 (4,760 mm), clasificación mediante tamices de aberturas decrecientes sometidos a agitación mecánica, determinación gravimétrica de las fracciones retenidas con una precisión de ± 0,1%, y el cálculo de la distribución porcentual de tamaños para la obtención de la curva granulométrica.

Figura 8

Análisis granulométrico del agregado fino por lavado manual y tamizado mecánico



Nota. Procedimiento combinado de lavado y tamizado para granulometría fina. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 8 ilustra el procedimiento combinado para el análisis granulométrico de agregado fino. En el lado izquierdo se observa la etapa de lavado manual, donde se utiliza agua para remover las partículas finas adheridas al agregado. En cambio, en el lado derecho presenta la etapa de tamizado mecánico, donde el agregado previamente lavado se introduce en una batería de tamices apilados con aberturas decrecientes, los cuales son agitados mecánicamente para separar las fracciones granulométricas según su tamaño.

Figura 9

Análisis granulométrico del agregado grueso por lavado manual y tamizado mecánico



Nota. Procedimiento combinado de lavado y tamizado para granulometría gruesa. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 9 ilustra el procedimiento para el análisis granulométrico de agregado grueso, empleando una combinación de lavado manual y tamizado mecánico. La figura izquierda muestra la fase de lavado, donde se utiliza agua para eliminar las partículas finas adheridas al agregado grueso. La figura derecha presenta la fase de tamizado, donde el agregado lavado se introduce en una columna de tamices con aberturas decrecientes, dispuestos para su agitación mecánica.

2.11.3.3. Ensayo de Contenido de Humedad de los Agregados Fino y Grueso (NTP 339.185).

a. Materiales y/o equipos

- Agregados: fino (3000 g) y grueso (3000 g).
- Horno (temperatura de 110 ± 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.
- Balanza (con aproximación de ± 0,1 g y sensibilidad a ± 0,1%): 1 ud.
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

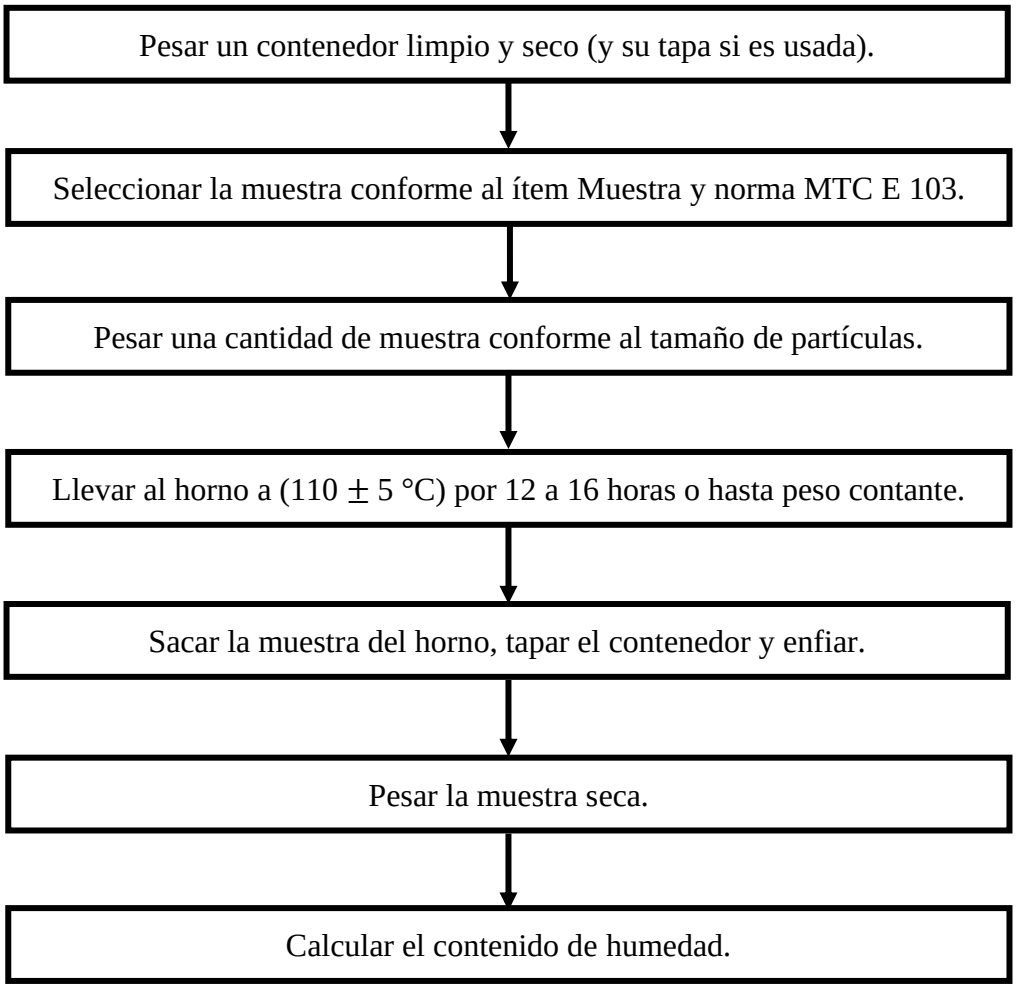
Se empleó 6000 gramos de muestra alterada (agregado fino y grueso) extraída de la cantera de estudio. Las muestras fueron preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D 4220-89.

c. Procedimiento del ensayo

Se llevó a cabo un análisis del contenido de humedad de los agregados finos y gruesos extraídos de la cantera Manuel Olano. Para ello, se tomaron muestras representativas de agregado y se sometieron a un proceso de secado en horno a una temperatura constante de 110 ± 5 °C. Posteriormente, se pesaron las muestras secas para calcular el porcentaje de humedad, estos resultados fueron analizados para determinar su conformidad con la norma NTP 339.185.

Figura 10

Diagrama de flujo del procedimiento para la determinación del contenido de humedad



Nota. Metodología para la cuantificación del contenido de humedad en agregados. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 10 presenta el protocolo experimental para la determinación del contenido de humedad en agregados, el cual comprende el pesaje inicial del contenedor, la selección de una muestra representativa según MTC E 103, el secado en horno a 110 ± 5 °C hasta masa constante (12–16 h), el enfriamiento en recipiente tapado y la determinación gravimétrica del contenido de humedad por diferencia de masas.

Figura 11

Determinación del contenido de humedad del agregado fino

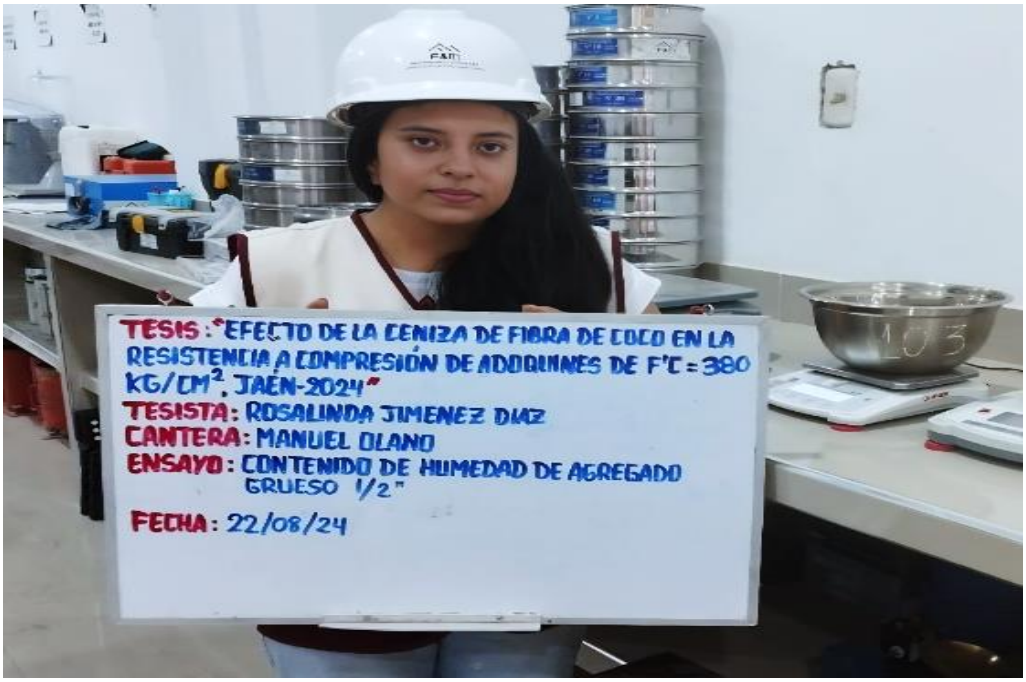


Nota. Pesaje de la muestra de agregado fino post-secado en horno. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 11 ilustra la etapa final del ensayo para la determinación del contenido de humedad en agregado fino mediante el método gravimétrico. Se observa la pesada de la muestra de agregado fino después de su proceso de secado en horno hasta alcanzar masa constante.

Figura 12

Determinación del contenido de humedad del agregado grueso



Nota. Pesaje de la muestra de agregado grueso post-secado en horno. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 12 ilustra la fase final del ensayo para cuantificar el contenido de humedad en agregado grueso mediante el método gravimétrico. Se observa la medición de la masa de la muestra de agregado grueso después de su deshidratación en horno hasta alcanzar una masa constante.

2.11.3.4. Ensayo de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022).

a. Materiales y/o equipos

- Agregado: fino (500 g).
- Horno (temperatura de 110 ± 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.
- Bomba de vacío (de capacidad de 51 l/min): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de ± 0,1 g y sensibilidad a ± 0,1%): 1 ud.

- Picnómetro (con molde cónico y pisón): 1 ud.
- Embudo de plástico (polipropileno): 1 ud.
- Cucharón de despacho de 1 kg (acero inoxidable): 1 ud.
- Recipientes (modelo rectangular): 2 uds.
- Fiola (de vidrio de 1000 ml): 1 ud.
- Agua destilada (H2O): 1000 ml.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

Se utilizó una muestra seca de 500 gramos de agregado fino.

c. Procedimiento del ensayo

Para la muestra de agregado fino, se comenzó remojando el material en agua durante 24 horas, y luego se dejó secar a temperatura ambiente durante un período similar hasta alcanzar un estado saturado superficialmente seco. Para verificar si se había alcanzado este estado, se realizó un ensayo utilizando un cono metálico truncado y un apisonador. Posteriormente, se pesó una tara para colocar la muestra y se pesó la muestra en estado saturado superficialmente seco (500 g) junto con la tara. A continuación, se pesó una fiola, la cual se llenó con agua hasta los 1000 ml, y se volvió a pesar para obtener el peso de la fiola más el agua. Después, se introdujo el agregado fino (500 g) en la fiola con agua y se agitó durante 20 minutos y luego se pesó. Finalmente, el material de la fiola se colocó en una tara y se llevó al horno durante 24 horas, siendo pesado una vez retirado de este.

Figura 13

Determinación del peso específico y absorción del agregado fino



Nota. Ensayo de peso específico y absorción en agregado fino. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 13 ilustra la realización del ensayo para la determinación del peso específico y la absorción de agregado fino (arena). Se observa el uso de un embudo y una fiola, elementos típicos en la medición del volumen desplazado por una masa conocida de agregado saturado superficialmente seco.

2.11.3.5. Ensayo de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021).

a. Materiales y/o equipos

- Agregado: grueso de 1/2" (2500 g).
- Horno (temperatura de 110 ± 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.

- Balanza (con aproximación de ± 1 g y exactitud a ± 0,1%): 1 ud.
- Tamiz N° 4 (4.75 mm): 1 ud.
- Bastidor de soporte (marco rígido de acero): 1 ud.
- Franela (algodón con poliéster): 1 ud.
- Canastilla (acero inoxidable): 1 ud.
- Recipientes (modelo rectangular): 2 uds.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

Se utilizó una muestra seca de 2500 gramos de agregado grueso.

c. Procedimiento del ensayo

La muestra de agregado grueso fue seleccionada y sumergida en agua durante un período de 24 horas. Posteriormente, se secó con una franela para alcanzar un estado de saturación superficialmente seco. Se procedió a pesar una tara para colocar el agregado y luego se pesó la muestra en su estado de condición saturada y seca superficialmente (s.s.s.) junto con la tara. La muestra fue colocada en una canastilla metálica y sumergida en un tanque de agua, sujeta a un gancho que se conectaba a una balanza para obtener el peso sumergido del agregado. Luego, la muestra fue colocada en una tara, pesada y llevada al horno durante 24 horas. Finalmente, se retiró la muestra del horno.

Figura 14

Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso



Nota. Ensayo de peso específico y absorción en agregado grueso. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 14 ilustra el procedimiento experimental para la determinación del peso específico y la absorción de agregado grueso (piedra chancada de 1/2"). Se observa la medición de la masa de una muestra de agregado sumergida en agua, utilizando una balanza suspendida sobre un recipiente.

2.11.3.6. Ensayo de Peso Unitario de los Agregados Fino y Grueso (NTP 400.017).

a. Materiales y/o equipos

- Agregados: fino (7500 g) y grueso de 1/2" (21000 g).
- Balanza (con aproximación de $\pm$ 0,1 g y sensibilidad a $\pm$ 0,1%): 1 ud.

- Horno (temperatura de 110 ± 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Cucharón de despacho de 1 kg (acero inoxidable): 1 ud.
- Varilla compactadora (acero de 30 cm de longitud): 1 ud.
- Recipiente volumétrico (grande y pequeño): 2 uds.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

Se tomó una muestra representativa que consistió en 7500 gramos de agregado fino y 21000 gramos de agregado grueso.

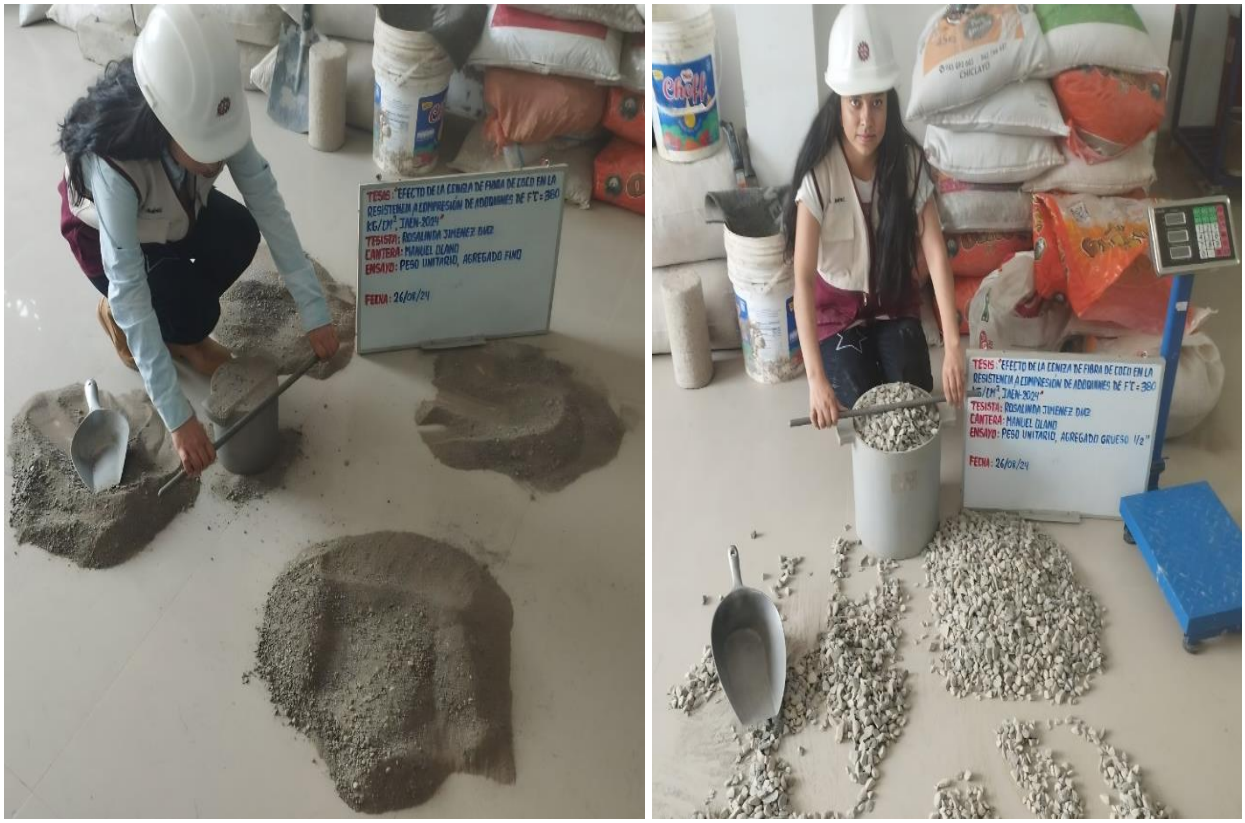
c. Procedimiento del ensayo

c.1. Peso unitario suelto para el agregado fino y grueso

Para determinar el peso unitario de los agregados, se comenzó pesando el molde y colocándolo en una superficie plana sobre una bandeja metálica. A continuación, se vertió el agregado dentro del molde utilizando un cucharón metálico desde una altura no superior a 2 pulgadas. Una vez completado este procedimiento, se niveló la superficie del agregado con una varilla y se pesó el molde con el agregado en su interior, registrando el valor obtenido en kilogramos. Este proceso se repitió dos veces más para cada tipo de agregado, tanto para el fino como para el grueso.

Figura 15

Determinación del peso unitario suelto de agregados fino y grueso



Nota. Ensayo de peso unitario suelto en agregados fino y grueso. Fuente: Elaboración propia (2025).

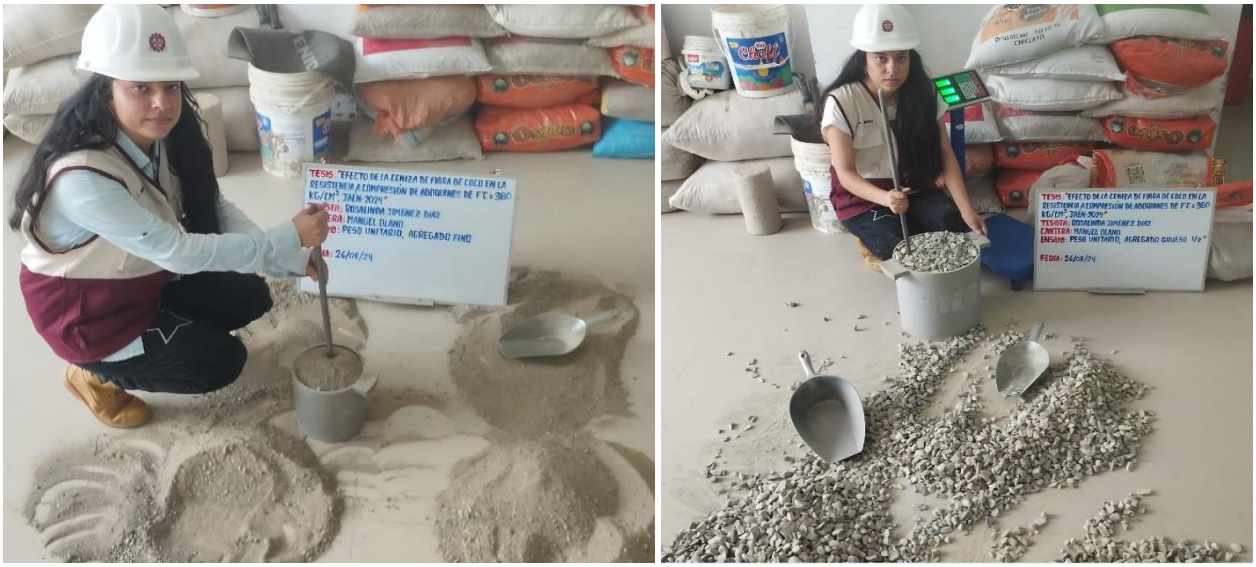
Interpretación: La Figura 15 ilustra el procedimiento para determinar el peso unitario suelto de agregados fino (figura izquierda) y grueso (figura derecha). Se observa el nivelado de la superficie del agregado, enrasando el borde superior del molde con una varilla compactadora.

c.2. Peso unitario compactado para el agregado fino y grueso

Para calcular la densidad de los agregados, se empleó un método de compactación en capas. Se llenó un molde con el agregado, compactando cada capa con 25 golpes de una varilla. Este proceso se repitió tres veces para cada tipo de agregado, tanto fino como grueso, garantizando así la reproducibilidad de los resultados. Finalmente, se pesó el molde con el agregado compactado para determinar la densidad.

Figura 16

Determinación del peso unitario compactado de agregados fino y grueso



Nota. Compactación de agregados fino y grueso para ensayo de peso unitario. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 16 muestra el procedimiento para determinar el peso unitario compactado de agregados fino (figura izquierda) y grueso (figura derecha). Se observa la compactación manual de los agregados dentro del molde utilizando una varilla.

2.11.3.7. Ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por la Malla N° 200 (NTP 400.018).

a. Materiales y/o equipos

- Agregado: fino (1000 g).
- Tamiz N° 200 (0.075 mm): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de ± 0,1 g y sensibilidad a ± 0,1%): 1 ud.
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Horno (temperatura de 110 ± 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.

- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

Se tomó una muestra de 1000 gramos de agregado fino.

c. Procedimiento del ensayo

Una vez que se obtuvo la muestra, se procedió a lavar el material en la malla N° 200 con agua a un flujo constante, con el fin de eliminar las partículas menores a ese tamaño. Posteriormente, se vertió el material en un contenedor y se introdujo en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110 ± 5 °C para eliminar cualquier humedad. Al finalizar el tiempo de secado, se dejó enfriar la muestra y se registró su peso.

Figura 17

Determinación del material fino pasante por el tamiz N° 200



Nota. Cuantificación de finos en agregado mediante tamiz N° 200. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 17 representa el ensayo para determinar la cantidad de material fino que atraviesa el tamiz N° 200 en una muestra de agregado. En la figura izquierda se observa el material fino que ha pasado a través del tamiz, mientras que en la figura derecha se muestra el

proceso de secado en horno del material retenido en el tamiz.

2.11.3.8. Ensayo de la Resistencia a la Degradación en Agregados Gruesos por Abrasión en la Máquina de Los Ángeles (NTP 400.019).

a. Materiales y/o equipos

- Agregado: grueso de 1/2" (5000 g).
- Balanza (con aproximación de $\pm$ 1 g y exactitud a $\pm$ 0,1%): 1 ud.
- Tamiz N° 200 (0.075 mm): 1 ud.
- Máquina de los Ángeles (dimensiones 110.5 x 89 x 80 cm): 1 ud.
- Esferas (acero inoxidable): 11 uds.
- Horno (temperatura de 110 $\pm$ 5 °C): 1 ud.
- Guantes termo protectores (Delta Plus): 2 uds.
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Muestreo

Se recolectó una muestra de 5000 gramos de agregado grueso.

c. Procedimiento del ensayo

Se depositó la muestra de ensayo y la carga correspondiente en el interior de la máquina de Los Ángeles. A continuación, se activó el equipo, el cual hizo girar el contenedor a una velocidad comprendida entre 30 y 33 rpm durante un total de 500 vueltas. Una vez transcurrido este tiempo, se detuvo el equipo y se retiró el material abrasivo. Seguidamente, se realizó una separación preliminar del material mediante un tamiz normalizado de 1,70 mm (Nº 12). La porción más fina que atravesó la malla se analizó siguiendo el procedimiento establecido en la norma MTC

E 204. Por otro lado, las partículas de mayor tamaño que quedaron retenidas en el tamiz fueron sometidas a un proceso de lavado y secado en un horno a una temperatura controlada de 110 ± 5 ºC hasta alcanzar una masa constante. Finalmente, se determinó el peso de esta fracción con una precisión de un gramo (g).

El porcentaje de desgate (*De*) se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$De = \frac{(Wo - Wf)}{Wo} * 100 \quad (1)$$

Donde:

De: porcentaje de desgaste (%).

Wo: peso inicial de la muestra (g).

Wf: peso final de la muestra (g).

Siguiendo los parámetros de la NTP 400.019, se optó por una de las cuatro gradaciones (B) para el material a evaluar, empleando la cantidad de esferas indicada para la gradación seleccionada.

Tabla 12

Gradaciones granulométricas de las muestras de ensayo

Tamiz mm (abertura cuadrada)		**Masa de tamaño indicado (gr)**			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.50 mm (1 1/2")	25.40 mm (1")	1250 ± 25	-	-	-
25.40 mm (1")	19.00 mm (3/4")	1250 ± 25	-	-	-
19.00 mm (3/4")	12.70 mm (1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-

12.70 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.51 mm (3/8")	6.35 mm (1/4")	-	-	2500 ± 10	-
6.35 mm (1/4")	4.76 mm (N° 4)	-	-	2500 ± 10	-
4.76 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-	-	-	5000 ± 10

Nota. Distribución granulométrica de las muestras según su masa. Fuente: NTP 400.019 (2015).

Interpretación: La Tabla 12 presenta las gradaciones granulométricas de las muestras de ensayo, indicando la masa retenida en tamices de abertura cuadrada para cuatro tipos de gradación (A, B, C y D), conforme a los intervalos entre tamices consecutivos.

Tabla 13

Carga abrasiva para ensayo de Los Ángeles según gradación del agregado grueso

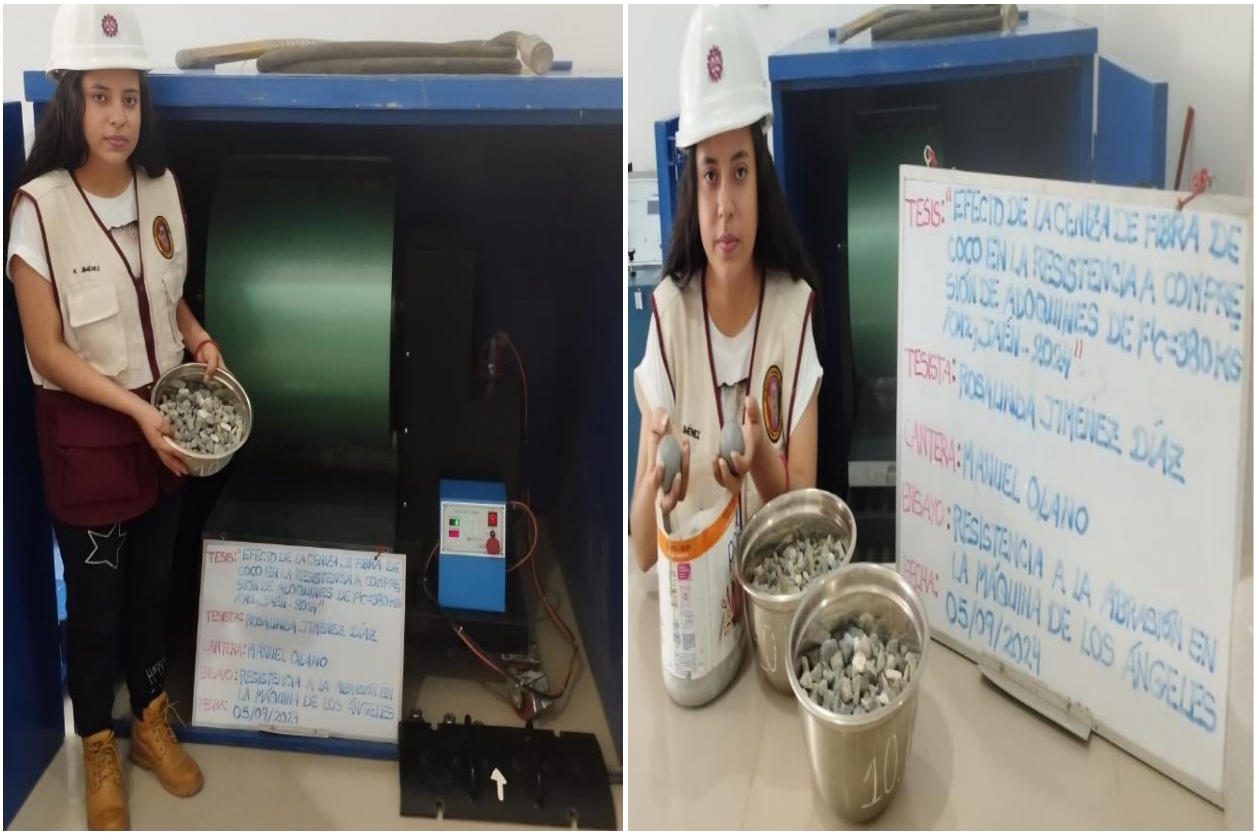
Gradación	Número de esferas	Masa de las esferas
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Nota. Número y masa de esferas abrasivas por gradación. Fuente: NTP 400.019 (2015).

Interpretación: La Tabla 13 presenta la carga abrasiva utilizada en el ensayo de resistencia a la abrasión (máquina de Los Ángeles) para diferentes gradaciones de agregado grueso (A, B, C, y D). Se detalla el número de esferas de acero y la masa total aplicada con su respectiva tolerancia.

Figura 18

Ensayo de resistencia a la abrasión del agregado grueso mediante la máquina de Los Ángeles



Nota. Colocación de agregado y carga abrasiva en la máquina de Los Ángeles. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 18 ilustra el procedimiento para evaluar la resistencia a la abrasión de agregado grueso mediante la máquina de Los Ángeles. En la figura izquierda se presenta la muestra de agregado grueso antes de su introducción en el cilindro de la máquina, mientras que en la figura derecha se observa la incorporación de la carga abrasiva (esferas de acero) junto con el agregado en el cilindro.

2.11.4. Procedimiento de los Ensayos para Evaluar el Concreto Fresco

Se llevaron a cabo ensayos sobre el concreto fresco, siguiendo estrictamente los protocolos establecidos en las normas técnicas pertinentes, tal como se detalla a continuación:

Tabla 14

Normativas de los ensayos para determinar las propiedades físicas del concreto fresco

Ensayos	Referencias normativas		
Asentamiento del concreto (Slump)	MTC E 705	NTP 339.035	ASTM C 143
Contenido de aire	MTC E 706	NTP 339.081	ASTM C 231
Temperatura de la mezcla	MTC E 724	NTP 339.184	ASTM C 1064
Peso unitario del concreto fresco	MTC E 714	NTP 339.046	ASTM C 138

Nota. Ensayos normalizados para la caracterización del concreto fresco. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 14 resume los ensayos estandarizados utilizados para evaluar las propiedades físicas del concreto en estado fresco, detallando las normativas aplicables del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC E), Normas Técnicas Peruanas (NTP) y directrices de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

2.11.4.1. Ensayo de Asentamiento del Concreto o Slump (NTP 339.035).

a. Materiales y/o equipos

- Molde circular (acero inoxidable): 1 ud.
- Varilla compactadora (de 3/8"): 1 ud.
- Martillo (goma): 1 ud.
- Base (acero inoxidable): 1 ud.
- Flexómetro (10 m): 1 ud.
- Cono de Abrams (altura 300 mm, base inferior 200 mm y superior 100 mm): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Procedimiento del ensayo

Para llevar a cabo la prueba de asentamiento del concreto, se inició humedeciendo el molde cónico de Abrams y colocándolo sobre una base de metal estable. A continuación, se vertió la mezcla de concreto en tres capas cubriendo previamente su superficie interna. Seguidamente, se llevó a cabo un proceso de compactación manual, aplicando 25 golpes por capa con una varilla metálica en forma de espiral. Después de cada capa, se eliminó el aire atrapado golpeando la mezcla con un martillo de goma. Finalmente, se retiró cuidadosamente el molde y se midió la diferencia entre la altura del molde y la altura promedio de la superficie del cono de concreto deformado; para ello, se realizó la medición del asentamiento en un lapso no menor a 5 segundos después de retirar el molde.

2.11.4.2. Ensayo de Temperatura de la Mezcla de Concreto (NTP 339.184).

a. Materiales y/o equipos

- Termómetro digital (temperatura entre 0 °C a 50 °C, variación $\pm$ 0.5 °C): 1 ud.
- Molde circular (acero inoxidable): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Procedimiento del ensayo

Se tomó una muestra representativa de la mezcla y se depositó en un recipiente apropiado. A continuación, se introdujo un termómetro digital en la muestra hasta su inmersión total. Después de esperar dos minutos, se procedió a registrar la temperatura una vez que la lectura se estabilizó.

2.11.4.3. Ensayo de Peso Unitario del Concreto Fresco (NTP 339.046).

a. Materiales y/o equipos

- Molde circular (acero inoxidable): 1 ud.
- Martillo (goma): 1 ud.
- Varilla compactadora (de 3/8"): 1 ud.
- Cucharón de despacho de 1 kg (acero inoxidable): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de ± 1 g y exactitud a ± 0,1%): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Procedimiento del ensayo

El procedimiento consistió en llenar el molde metálico en tres capas debidamente compactadas, aplicando 12 golpes con un martillo de goma en cada una de ellas. Se registró previamente el peso del molde vacío y, posteriormente, se registró el peso del molde con concreto. Con el volumen ya definido, se procedió a calcular el peso unitario del concreto en estado fresco.

2.11.5. Procedimiento del Diseño de Mezcla del Concreto (ACI 211.1)

En esta investigación, se diseñó la mezcla de concreto según el método ACI 211.1 para alcanzar una resistencia a la compresión de f´c=380 kg/cm2, cumpliendo así con los requisitos establecidos en la NTP 399.611 para adoquines de Tipo II.

Tabla 15

Clasificación de adoquines de concreto según su uso

Tipos	Usos
Tipo I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal.
Tipo II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero.
Tipo III	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y contenedores.

Nota. Tipología de adoquines de concreto según normativa. Fuente: NTP 399.611 (2017).

Interpretación: La Tabla 15 presenta la clasificación de los adoquines de concreto en tres tipos (I, II y III) según su uso específico, conforme a lo establecido en la normativa técnica NTP 399.611.

Tabla 16

Espesor nominal y resistencia a la compresión mínima de adoquines según tipo

Tipo	**Espesor nominal (mm)**	**Resistencia a la compresión, mín. Mpa (kg/cm2)**	
		Promedio de 3 unidades	**Unidad individual**
I (Peatonal) Tipo B, C y D	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

Nota. Especificaciones de espesor y resistencia por tipo de adoquín. Fuente: NTP 399.611 (2017).

Interpretación: La Tabla 16 detalla el espesor nominal y la resistencia mínima a la compresión requerida para los distintos tipos de adoquines de concreto (Tipos I, II, III, y B, C, D), según la NTP 399.611, especificando los valores mínimos en MPa y kg/cm2 para el promedio de tres unidades y para unidades individuales.

Tabla 17

Clasificación y usos del concreto según su resistencia a la compresión

Resistencia	Resistencia (Mpa)	Usos
Normal	7 - 70	Prefabricados de alta resistencia.
Alta	70 - 140	Elementos estructurales esbeltos.
Ultra alta resistencia	> 140	Elementos muy esbeltos, pilotes.

Nota. Aplicaciones del concreto según su resistencia. Fuente: Adaptado de ACI 211.1 (2022).

Interpretación: La Tabla 17 clasifica el concreto en tres categorías (normal, alta y ultra alta resistencia) según su resistencia a la compresión (MPa) y describe sus aplicaciones típicas.

2.11.5.1. Determinación de la Resistencia Promedio Requerida (Norma E.060).

Tabla 18

Resistencia promedio a la compresión requerida para diseño según resistencia especificada

Resistencia especificada a la compresión		Resistencia promedio requerida a la compresión	
f´c (MPa)	f´c (kg/cm2)	f´cr (MPa)	f´cr (kg/cm2)
$f'c < 21$	$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 7{,}0$	$f'cr = f'c + 70$
$21 \leq f'c \leq 35$	$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 8{,}5$	$f'cr = f'c + 84$
$f'c > 35$	$f'c > 350$	$f'cr = 1{,}1\ f'c + 5{,}0$	$f'cr = f'c + 98$

Nota. Cálculo de f´cr para concreto f´c=380 kg/cm2 según norma. Fuente: Norma E.060 Concreto Armado (2023).

Interpretación: La Tabla 18 establece los criterios para determinar la resistencia promedio a la compresión requerida para el diseño (f´cr) en función de la resistencia especificada a la compresión (f´c) del concreto. Se presentan ecuaciones y valores adicionales conforme a los requisitos normativos.

Según el método ACI 211.1, se estableció que, si no había datos de registro de obras anteriores para la resistencia requerida, se debía sumar un factor a la resistencia nominal que se buscaba. Por lo tanto, para una resistencia nominal de f´c=380 kg/cm2, según la tabla adjunta, se le debían añadir 98 kg/cm2. De esta manera, la resistencia a la compresión promedio resultante fue de f´cr=478 kg/cm2.

2.11.5.2. Medición del Asentamiento del Concreto Fresco (NTP 339.035). Dada la necesidad de obtener un concreto de fácil manejo y alta resistencia, se optó por una consistencia plástica estándar, con un asentamiento de 3 a 4 pulgadas, una característica típica de los concretos empleados en la fabricación de adoquines.

Tabla 19

Relación entre consistencia, asentamiento y trabajabilidad del concreto

Tipo de consistencia	Asentamiento		Trabajabilidad	Método de compactación
	pulg	cm		
Seca	0 - 2	0 - 2.5	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3 - 4	7.5 - 12.5	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	≥ 5	≥ 19.0	Muy trabajable	Chuzeado

Nota. Correlación entre asentamiento (slump) y consistencia del concreto. Fuente: NTP 339.035 (2017).

Interpretación: La Tabla 19 establece la correlación entre el tipo de consistencia del concreto (seca, plástica, fluida), el rango de asentamiento (en pulg y cm), la trabajabilidad cualitativa y el método de compactación recomendado.

Tabla 20

Numero de capas y golpes requeridos para la compactación de especímenes según dimensiones

Dimensiones del espécimen (mm)	Número de capas de aproximadamente igual altura	Número de golpes por capa
100	2	25
150	3	25
225	4	50

Nota. Requisitos de capas para análisis de especímenes. Fuente: NTP 339.035 (2017).

Interpretación: La Tabla 20 indica el procedimiento de compactación de especímenes de concreto según su altura, estableciendo el número de capas de igual espesor y los golpes por capa requeridos. Para especímenes de 100 mm, se aplican 2 capas con 25 golpes cada una; para los de 150 mm, 3 capas con 25 golpes; y para los de 225 mm, 4 capas con 50 golpes.

2.11.5.3. Selección del Tamaño Máximo del Agregado (ACI 211.1). Para caracterizar los agregados, se llevó a cabo un ensayo de granulometría, el cual permitió conocer su tamaño máximo, tamaño máximo nominal y módulo de finura.

Tabla 21

Clasificación del concreto según tamaño máximo de agregado y sus usos

Tipo de concreto	Tamaño máximo (mm)	Usos
De grava fina	4.75 - 19	Columnas, muros, elementos esbeltos.
De grava común	19 - 37.5	Estructuras convencionales.
De grava gruesa	37.5 - 150	Pavimentos, presas.
Ciclópeo	> 150	Cimentaciones, rellenos.

Nota. Aplicaciones del concreto según tamaño máximo de agregado. Fuente: Adaptado de ACI 211.1 (2022).

Interpretación: La Tabla 21 clasifica los tipos de concreto (de grava fina, de grava común, de grava gruesa y ciclópeo) en función del tamaño máximo de su agregado, expresado en milímetros, y describe sus usos típicos.

2.11.5.4. Estimación del Contenido de Agua y Aire en la Mezcla (ACI 211.1). El tamaño máximo, la forma y la gradación de los agregados determinaban la cantidad de agua por m3 necesaria para lograr un asentamiento dado.

Tabla 22

Volumen de agua de mezclado para concreto con y sin aire incorporado según asentamiento y tamaño máximo de agregado

Asentamiento (pulg)	**Volumen de agua en litros por metro cúbico (l/m3) para el tamaño nominal máximo del agregado grueso y consistencia especificada**							
	3/8"	**1/2"**	**3/4"**	**1"**	**1 1/2"**	**2"**	**3"**	**6"**
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota. Relación agua-tamaño máximo de agregado para concreto. Fuente: Adaptado de ACI 211.1 (2022).

Interpretación: La Tabla 22 presenta el volumen de agua de mezclado aproximado (en l/m3) requerido para alcanzar diferentes rangos de asentamiento, en función del tamaño nominal máximo del agregado grueso y la presencia o ausencia de aire incorporado.

Para un tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso de 1/2" y un asentamiento de 3" a 4" sin aire incorporado, se determinó un volumen de 216 l/m3 de agua para el diseño de mezcla, tal como se especificó en la tabla anterior.

2.11.5.5. Selección de la Relación Agua/Cemento (a/c) (ACI 211.1). Respecto a la elección de la relación agua-cemento (a/c), se optó por el valor más bajo, dentro de los límites permitidos por las especificaciones técnicas, como se detalla a continuación:

Tabla 23

Relación a/c y resistencia a la compresión a 28 días para concreto con y sin aire incorporado

Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm2)	Relación a/c de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
420	0.41	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
280	0.57	0.48
250	0.62	0.53
210	0.68	0.59
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71
140	0.82	0.74

Nota. Relación a/c y resistencia a 28 días con cemento Portland Tipo I. Fuente: Adaptado de ACI 211.1 (2022).

Interpretación: La Tabla 23 presenta la relación típica entre la relación agua/cemento (a/c) en peso y la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado para mezclas con y sin aire incorporado.

Utilizando el método de interpolación, se estimó la relación agua-cemento necesaria para alcanzar una resistencia a la compresión de 380 kg/cm2, donde se obtuvo un valor de 0.56. Como se observó en la tabla anterior, a medida que la resistencia aumentaba, la relación de a/c disminuía.

2.11.5.6. Cálculo del Contenido de Cemento (ACI 211.1). La cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto se calculó dividiendo la cantidad de agua entre la relación agua-cemento, utilizando la siguiente ecuación.

$$C = \frac{a}{R_{a/c}} \quad (2)$$

Donde:

C = cantidad de cemento por unidad de volumen (kg/m3).

a = cantidad de agua por unidad de volumen estimada (kg/m3).

$R_{a/c}$ = relación agua-cemento seleccionada.

2.11.5.7. Contenido de Aire Atrapado (ACI 211.1). A pesar de que el concreto no iba a tener aire incorporado, se consideró que siempre habrá un porcentaje de aire atrapado en la mezcla, la cual dependió de las características de los agregados utilizados. Para medir con exactitud el volumen de aire atrapado en el concreto fresco y el contenido total de aire en una mezcla, se utilizaron los procedimientos de ensayo definidos en la norma NTP 339.081.

Tabla 24

Contenido de aire atrapado en concreto según tamaño máximo nominal del agregado

Tamaño máximo nominal del agregado (pulg)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Cantidad de aire atrapado (%)
3/8"	9.5	3.0
1/2"	12.5	2.5
3/4"	19	2.0
1"	25	1.5
1 1/2"	37.5	1.0
2"	50	0.5
3"	75	0.3
6"	150	0.2

Nota. Relación entre tamaño máximo de agregado y aire atrapado. Fuente: NTP 339.081 (2018).

Interpretación: La Tabla 24 presenta la cantidad de aire atrapado en mezclas de concreto en función del tamaño máximo nominal del agregado (TMN), expresado tanto en pulgadas (pulg) como en milímetros (mm).

Se estableció un contenido de aire del 2.5% para las mezclas, dado que el tamaño máximo nominal del agregado grueso utilizado fue de 1/2". En la tabla anterior, se observó que existía una relación directa entre el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el contenido de aire atrapado.

2.11.5.8. Estimación del Contenido de Agregado Grueso (ACI 211.1). A continuación, se presentó una relación entre el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, el módulo de finura del agregado fino y el volumen de agregado grueso por metro cúbico de concreto, con una trabajabilidad específica. Estos parámetros fueron esenciales para el diseño de mezclas de concreto.

Asimismo, para determinar el contenido de agregado grueso en la mezcla, se empleó la siguiente ecuación:

$$\begin{matrix} Cantidad\ de \\ A.\ grueso \end{matrix}_{(kg)} = \begin{bmatrix} Vol.\ de\ agregado \\ grueso \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} Peso\ unitario\ seco \\ y\ compactado\ del \\ A.\ grueso\ (kg/m3) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Tabla 25

Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen de concreto según tamaño máximo nominal y módulo de finura del agregado fino

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		**Volumen de agregado grueso compactado por unidad de volumen para concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino**			
(pulg)	(mm)	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	12.5	0.59	0.57	0.55	0.53

3/4"	19	0.66	0.64	0.62	0.59
1"	25	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	37.5	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	50	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	75	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	150	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto. Fuente: Adaptado de ACI 211.1 (2022).

Interpretación: La Tabla 25 presenta el volumen recomendado de agregado grueso, en estado compactado, por unidad de volumen de concreto. Los valores se proporcionan para varios tamaños máximos nominales del agregado grueso (en pulg y mm) y diferentes módulos de finura del agregado fino (de 2.40 a 3.00).

Para calcular el peso total, se multiplicó el peso unitario compactado del agregado grueso por un factor que variaba según el módulo de finura.

2.11.5.9. Volumen Absoluto del Concreto (ACI 211.1). Al realizar un recuento de los materiales y sus pesos previamente calculados, se determinó el volumen de los materiales que conformaron el metro cúbico de concreto. Este proceso se llevó a cabo utilizando las siguientes ecuaciones:

$$Vol.Abs.cemento\ (m^3) = \frac{Contenido\ de\ cemento\ (kg/m^3)}{Peso\ especifico\ del\ cemento\ (g/cm^3) * 1000} \quad (4)$$

$$Vol.Abs.A.grueso\ (m^3) = \frac{Peso\ unitario\ A.grueso\ (kg)}{Peso\ especifico\ del\ A.grueso\ (g/cm^3) * 1000} \quad (5)$$

$$Vol.Abs.agua\ (m^3) = \frac{Volumen\ unitario\ del\ agua\ (lt/m^3)}{1000} \quad (6)$$

$$Vol.Abs.aire\ (m^3) = \frac{Contenido\ de\ aire\ atrapado}{100} \quad (7)$$

El volumen absoluto del agregado fino por metro cúbico de concreto se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$Vol.Abs.fino\ (m^3) = 1 - \sum(Vol.cemento + Vol.agua + Vol.aire + Vol.A.grueso) \quad (8)$$

Con el volumen absoluto del agregado fino (m3), se determinó el peso seco del agregado, tal como se muestra a continuación en la ecuación:

$$Peso\ del\ A.fino\ (kg) = Vol.A.fino\ (m^3) * \left[Peso\ especifico\ del\ A.fino\ \left(\frac{g}{cm^3}\right) * 1000\right] \quad (9)$$

2.11.5.10. Corrección por Humedad de los Agregados (ACI 211.1). La cantidad de agua necesaria en la mezcla de concreto se ajustó en base a la capacidad de absorción de los agregados, la cual dependió de su humedad natural. Este calculó se realizó mediante las siguientes ecuaciones:

$$A.fino\ corregido = \left[\begin{matrix}Peso\ unitario\ del \\ A.fino\end{matrix}_{(kg)}\right] * \left[1 + \frac{\%\ Humedad\ del\ A.\ fino}{100}\right] \quad (10)$$

$$A.grueso\ corregido = \left[\begin{matrix}Peso\ unitario\ del \\ A.grueso\end{matrix}_{(kg)}\right] * \left[1 + \frac{\%\ Humedad\ del\ A.\ grueso}{100}\right] \quad (11)$$

2.11.5.11. Corrección por Absorción de los Agregados (ACI 211.1). La corrección por absorción, también conocida como ajuste por humedad superficial del agregado, se llevó a cabo utilizando la siguiente ecuación:

$$Agua\ del\ A.fino\ (l/m^3) = Peso\ del\ A.fino\ (kg) * \left[\frac{\%\ Absorcion\ -\ \%\ Humedad}{100}\right] \quad (12)$$

$$Agua\ del\ A.grueso\ (l/m^3)$$

$$= Peso\ del\ A.grueso\ (kg) * \left[\frac{\%\ Absorcion\ -\ \%\ Humedad}{100}\right] \quad (13)$$

A partir de los datos obtenidos, se calculó el volumen de agua libre utilizando la siguiente ecuación:

$$Agua\ libre\ (l/m^3) = Agua\ del\ A.fino\ (l/m^3) + Agua\ del\ A.grueso\ (l/m^3) \quad (14)$$

De igual manera, se determinó el agua efectiva utilizando la siguiente ecuación:

$$Cantidad\ de\ agua\ efectiva\ (l/m^3) = Vol.unitario\ del\ agua + agua\ libre \quad (15)$$

2.11.5.12. Proporciones en Peso de los Agregados (ACI 211.1). Se utilizaron las siguientes proporciones de agregados en la mezcla de concreto: cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, como se detalla a continuación:

$$\frac{Cont.de\ cemento\ (kg/m^3)}{Cont.de\ cemento\ (kg/m^3)} : \frac{A.fino\ corregido\ (kg)}{Cont.de\ cemento\ (kg/m^3)} : \frac{A.grueso\ corregido\ (kg)}{Cont.de\ cemento\ (kg/m^3)} : \frac{Cantidad\ de\ agua\ efectiva\ (l/m^3)}{Cont.de\ cemento\ (kg/m^3)}$$

2.11.5.13. Proporciones en Volumen de los Agregados (ACI 211.1). Se determinaron los volúmenes de los agregados del concreto en estado suelto utilizando las siguientes ecuaciones:

a. Cemento:

$$Vol.del\ cemento\ (m^3) = \frac{Peso\ del\ cemento\ (kg)}{Peso\ unitario\ suelto\ del\ cemento\ (1500\ kg/m^3)} \quad (16)$$

b. Agregado fino:

$$Vol.del\ A.fino\ (m^3) = \frac{Peso\ del\ A.fino\ corregido\ (kg)}{Peso\ unitario\ suelto\ del\ A.fino\ (kg/m^3)} \quad (17)$$

c. Agregado grueso:

$$Vol.del\ A.grueso\ (m^3) = \frac{Peso\ del\ A.grueso\ corregido\ (kg)}{Peso\ unitario\ suelto\ del\ A.grueso\ (kg/m^3)} \quad (18)$$

d. Agua:

Para facilitar la dosificación, el agua se cuantificó en litros por cada unidad de cemento (l/bl), utilizando la siguiente ecuación:

$$Agua\ (lt/bl) = \left[\frac{Cantidad\ de\ agua\ efectiva\ por\ m^3\ de\ concreto}{\left(\frac{Contenido\ de\ cemento\ por\ m^3\ de\ concreto}{Peso\ del\ cemento\ por\ bolsa\ (42.5\ kg)}\right)}\right] \quad (19)$$

En consecuencia, las proporciones de los agregados en la mezcla fueron las siguientes:

$$\frac{Vol.de\ cemento}{Vol.de\ cemento} : \frac{Vol.A.fino}{Vol.de\ cemento} : \frac{Vol.A.grueso}{Vol.de\ cemento} : Agua\ (l/bl)$$
$$(kg/m^3) \qquad (kg) \qquad (kg)$$
$$(kg/m^3) \qquad (kg/m^3) \qquad (kg/m^3)$$

2.11.5.14. Diseño de Mezcla para la Elaboración del Concreto (ACI 211.1). Se optó por el método ACI 211.1 para el diseño de la mezcla, dado que este es un procedimiento establecido que detalla los pasos necesarios para el dosificado de concretos. Este método considera las correcciones por humedad de los agregados y permite realizar ajustes basados en mezclas de prueba.

a. Materiales y/o equipos

- Agregados: fino (118 kg) y grueso de 1/2" (94 kg).
- Cemento Pacasmayo (Tipo I): 41.28 kg.
- Agua (E.P.S. Marañón): 28 l.
- Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera):* 929 g.
- Mezcladora de concreto (Marca: Ingco), (Modelo: CM30-1220V): 1 ud.
- Molde circular (acero inoxidable): 1 ud.
- Balde de plástico (polietileno de alta densidad) (capacidad 20 l): 3 uds.

- Cucharón de despacho de 1 kg (acero inoxidable): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de ± 1 g y exactitud a ± 0,1%): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Procedimiento del ensayo

Se elaboró una mezcla patrón de concreto, diseñada para alcanzar una resistencia a la compresión de f'c=380 kg/cm2, utilizando el método de diseño por peso volumétrico establecido por el ACI 211.1. Para la dosificación, se emplearon los siguientes materiales: cemento Portland Tipo I (marca Pacasmayo), agregado fino y agregado grueso con un tamaño máximo nominal de 1/2", ambos procedentes de la cantera Manuel Olano, y agua potable suministrada por la empresa EPS Marañón.

Todos los materiales se incorporaron en una mezcladora de concreto eléctrica, lo que garantizó una mezcla homogénea y una distribución uniforme de los componentes. Posteriormente, se diseñaron tres mezclas adicionales utilizando los mismos materiales base, pero se incorporó ceniza de fibra de coco *(Cocos nucifera)*. Esta adición se realizó en proporciones de 1.5% (155 g), 3.0% (310 g) y 4.5% (464 g), calculadas en función del peso total del cemento.

2.11.5.15. Elaboración de los Adoquines de Concreto (NTP 339.183). La elaboración de los adoquines de concreto de dimensiones 6 x 10 x 20 cm se basó en los procedimientos establecidos en las normas NTP 339.183, NTP 399.611 y NTP 399.604. Para ello, se fabricaron 9 adoquines convencionales (muestra patrón) y 27 especímenes con la adición de ceniza de fibra de coco.

a. Materiales y/o equipos

- Moldes de madera (6 x 10 x 20 cm): 36 uds.

- Brocha (3" con mango de plástico): 1 ud.
- Vibradora eléctrica (frecuencia de 2800 RPM): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de ± 1000 g y exactitud a ± 0,1%): 1 ud.
- Recipientes (modelo circular): 2 uds.
- Varilla compactadora (de 3/8"): 1 ud.
- Martillo (goma): 1 ud.
- Espátula (hoja de acero inoxidable y mango de polietileno): 1 ud.
- Flotador de mano (30 cm de longitud): 1 ud.
- Escalímetro (sección triangular de aluminio (Al)): 1 ud.

b. Procedimiento del ensayo

Tabla 26

Procedimiento de elaboración de los adoquines de concreto

Procedimiento	Imagen	Descripción
Engrasar los moldes (NTP 339.183)		-Los moldes de madera (pino) fueron engrasados con grasa de litio (Li) multiusos (EP-2 Roja Vistony) para evitar la adhesión del concreto a las paredes del molde. Este procedimiento resultó fundamental para facilitar el desmoldeo de los adoquines, asegurando que mantuvieran su forma y superficie adecuada.

Pesar el concreto fresco (NTP 339.183)		-Antes del llenado de los moldes, se pesó individualmente cada porción de la mezcla de concreto, siguiendo las especificaciones del diseño de mezcla establecidas por el American Concrete Institute (ACI 211.1).
Introducir el material en los moldes (NTP 339.183)		-Se vertió la mezcla de concreto en los moldes hasta alcanzar una altura de 6 cm (NTP 339.183). Este procedimiento aseguró que los adoquines cumplieran con las especificaciones dimensionales requeridas.
Compactar el concreto en el molde (NTP 339.183)		-Se compactó cada capa de la mezcla de concreto dentro del molde utilizando una varilla metálica graduada, lo que permitió eliminar las burbujas de aire y asegurar una mayor densidad, así como una distribución homogénea de la mezcla (NTP 339.183).

Pulir la superficie del molde (NTP 339.183)		-Se niveló y pulió la superficie del molde utilizando una plancha metálica, lo que aseguró una distribución uniforme del concreto (NTP 339.183).
Desmoldar los adoquines (NTP 339.183)		-Transcurridas 24 h $\pm$ 8 h después del vaciado, se desmoldaron los especímenes y fueron sumergidos en una tina (polipropileno) de curado para iniciar el proceso de endurecimiento. Posteriormente, fueron retirados a los 7, 14 y 28 días (NTP 339.183).

Nota. Proceso de elaboración de adoquines de concreto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 26 detalla los procedimientos realizados en la elaboración de los adoquines de concreto, describiendo cada etapa del proceso de manera ordenada y sistemática.

2.11.5.16. Curado de los Especímenes de Concreto (NTP 339.183). Los adoquines de concreto fueron curados de acuerdo con las directrices establecidas en la NTP 339.183, que especifica las condiciones óptimas para el curado del concreto. El proceso se llevó a cabo para un total de 36 adoquines, aplicando los procedimientos indicados en la norma a diferentes edades de endurecimiento.

a. Materiales y/o equipos

- Agua (E.P.S. Marañón): 100 l.
- Adoquines de concreto (6 x 10 x 20 cm): 36 uds.
- Bandejas para curado (Marca: Rey), (Modelo: ovalado): 4 uds.
- Termómetro digital (temperatura entre 0 °C a 50 °C, variación $\pm$ 0.5 °C): 1 ud.

b. Procedimiento del ensayo

Una vez desmoldados, los adoquines fueron curados en un cuarto de humedad a una temperatura constante de 23 °C $\pm$ 2 °C, manteniendo una humedad relativa no menor al 95%. Se garantizó la estabilidad de la temperatura del agua mediante el uso de un termómetro digital. Además, se evitó la exposición directa de los especímenes a la luz solar y al viento, así como a chorros o corrientes de agua, condiciones que podrían haber acelerado la evaporación del agua, tal como lo estipula la NTP 339.183.

Durante las primeras 48 horas del curado, el almacenamiento se realizó en un ambiente libre de vibraciones, lo que contribuyó a un proceso de endurecimiento uniforme. El curado se llevó a cabo utilizando una tina de plástico (polipropileno) para el almacenamiento de agua, cumpliendo con los requisitos establecidos en la NTP 334.077. Este proceso se extendió por un período de 28 días, con retiradas programadas de los especímenes a los 7, 14 y 28 días para evaluar su progreso en el endurecimiento.

2.11.6. Procedimiento del Ensayo para Analizar el Concreto en Estado Endurecido

2.11.6.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto (NTP 399.034). Si bien la resistencia a la compresión del concreto se evalúa comúnmente a los 28 días. Sin embargo, en esta investigación se evaluó la resistencia a los 7, 14 y 28 días con el fin de analizar la evolución de las propiedades del concreto con diferentes adiciones de ceniza a lo largo del tiempo de curado. El procedimiento para determinar la resistencia del concreto sometido a compresión se desarrolló de acuerdo a lo establecido en las normas vigentes.

Tabla 27

Normativas del ensayo para determinar las propiedades mecánicas del concreto endurecido

Ensayo	**Referencias normativas**		
Resistencia a la compresión	MTC E 704	NTP 339.034	ASTM C39

Nota. Ensayo normalizado para la caracterización del concreto endurecido. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 27 resume el ensayo estandarizado utilizado para evaluar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido, detallando las normativas aplicables del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC E), Normas Técnicas Peruanas (NTP) y directrices de la American Society for Testing and Materials (ASTM).

a. Materiales y/o equipos

- Adoquines de concreto (6 x 10 x 20 cm): 36 uds.
- Prensa de concreto (Marca: PINZUAR), (Modelo: PC-42): 1 ud.
- Balanza (con aproximación de $\pm$ 1 g y exactitud a $\pm$ 0,1%): 1 ud.
- Guantes de látex (policloruro de vinilo): 2 uds.
- Lentes de plástico (resina de policarbonato): 1 ud.
- Calibrador Vernier (Marca: INSIZE), (Modelo:1108-200W): 1 ud.

- Libreta de apuntes (Marca: Moleskine), (Modelo: Classic): 1 ud.
- Pizarra acrílica (pequeña): 1 ud.
- Plumones acrílicos (rojo y azul): 2 uds.

b. Procedimiento del ensayo

Antes de iniciar el ensayo de compresión, se colocó cuidadosamente el bloque de rotura en el cabezal de la máquina. A continuación, se procedió a limpiar meticulosamente las superficies de contacto entre los bloques y el adoquín, con el fin de garantizar una distribución uniforme de la carga. Se verificó la alineación precisa de los ejes del adoquín con el centro de la rótula del bloque superior, y se ajustó el indicador de carga a cero. Posteriormente, la carga de compresión se aplicó de manera controlada, a una velocidad estándar de 0.25 ± 0.05 MPa/s, hasta alcanzar la fractura completa y limpia del espécimen. Una vez finalizado el ensayo, se registraron los valores de resistencia obtenidos para cada adoquín, tanto aquellos elaborados con diferentes porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como el adoquín patrón (sin adición).

Para determinar la resistencia a la compresión, según lo establecido en la norma NTP 339.034, se consideró la relación directa entre la carga de ruptura de un adoquín y su resistencia. Es decir, la capacidad de un adoquín para soportar fuerzas se evaluó en función de la carga máxima que podía resistir antes de fracturarse. Los resultados obtenidos se expresaron en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm2) o en megapascales (MPa). La ecuación utilizada para calcular la resistencia, conforme a lo indicado por la norma, fue la siguiente:

$$f_c' = \frac{P\ máx}{A} \tag{20}$$

Donde:

f_c' = resistencia a la compresión (kg/cm2).

P máx. = fuerza máxima de rotura (kg o MPa).

A = promedio de áreas de las superficies superiores o inferiores del adoquín (cm2).

En el contexto del ensayo de resistencia a la compresión del concreto, se consideraron diversos criterios normativos, como las edades de ensayo y las tolerancias permisibles, establecidos por la norma NTP 339.034, según se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 28

Edades de ensayo y tolerancias permisibles para la prueba de resistencia a la compresión

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
1 d	± 0.5 h o 2.1%
3 d	± 2 h o 2.8%
7 d	± 6 h o 3.6%
14 d	± 12 h o 3.6%
28 d	± 20 h o 3.0%
56 d	± 24 h o 1.8%
90 d	± 48 h o 2.2%

Nota. Tolerancias por edad en ensayo de resistencia a compresión. Fuente: NTP 339.034 (2021).

Interpretación: La Tabla 28 muestra las edades de ensayo recomendadas para evaluar la resistencia a la compresión del concreto, expresadas en días (1 d, 3 d, 7 d, 14 d, 28 d, 56 d y 90 d). Además, se indican las tolerancias admisibles en el tiempo de ensayo, tanto en porcentaje como en horas. Estas tolerancias representan el margen de aceptación respecto a la edad nominal del ensayo. Es decir, para cada edad de ensayo, la norma NTP 339.034 permite una desviación específica, expresada en porcentaje, con el fin de garantizar la validez del resultado.

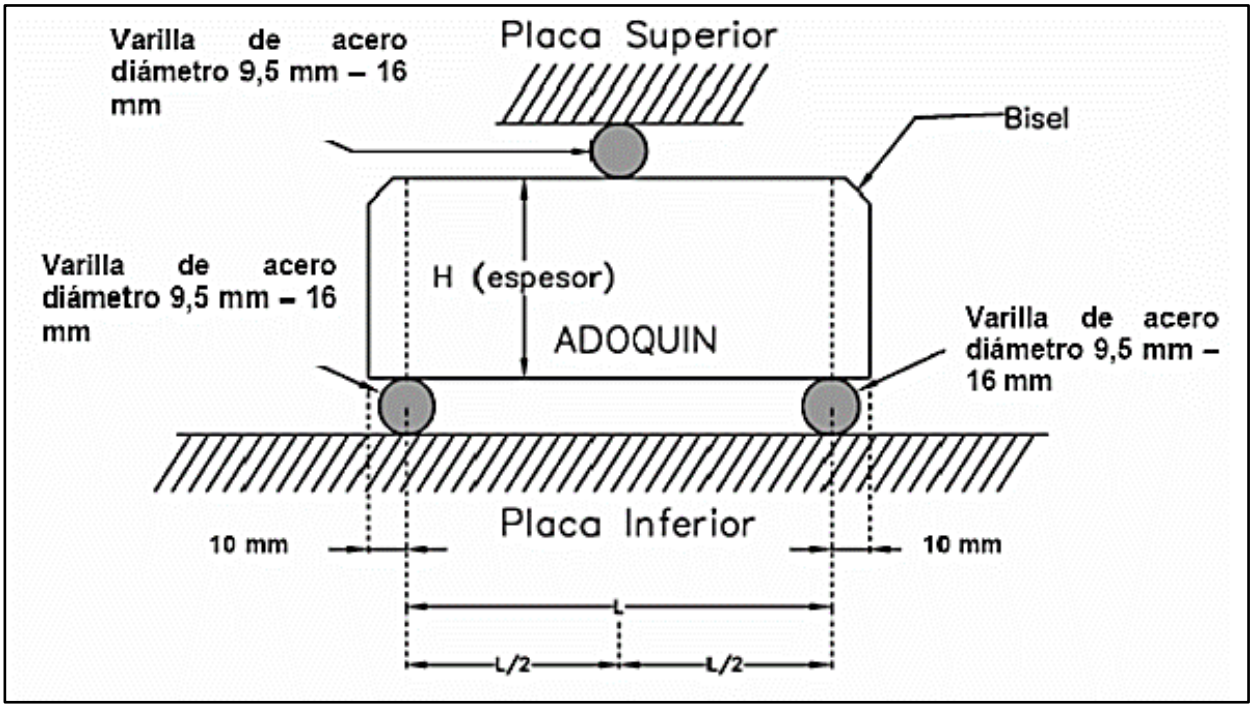
En esta investigación se seleccionaron las edades de ensayo de 7, 14 y 28 días para evaluar la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, conforme a lo establecido en la NTP 339.034, la cual permite realizar ensayos a distintas edades según los fines del control de calidad o evaluación del concreto endurecido. La edad de 7 días se empleó para analizar la resistencia temprana, permitiendo verificar el adecuado desarrollo inicial de las propiedades mecánicas del

concreto. Por su parte, la edad de 14 días se consideró un punto intermedio útil para monitorear el progreso del curado y anticipar su comportamiento posterior. Finalmente, se seleccionó la edad de 28 días por tratarse de la referencia normativa estándar para la resistencia especificada del concreto (f'c) y ser el criterio aceptado para su evaluación estructural. Esta elección permite realizar un seguimiento técnico y normativo del desempeño del material a lo largo del proceso de curado, en cumplimiento de la normativa vigente.

Mediante el ensayo de resistencia a la compresión, se evaluó la capacidad de un adoquín para soportar cargas aplicadas perpendicularmente a su superficie, simulando las condiciones reales de un pavimento sometido al tránsito vehicular, el cual genera esfuerzos de compresión que pueden provocar fisuras. En el caso de los adoquines rectangulares, se consideró el eje longitudinal de simetría como la sección crítica para el análisis de compresión.

Figura 19

Esquema del montaje para el ensayo de compresión en adoquines de concreto



Nota. Representación simplificada del ensayo de compresión en adoquines. Fuente: NTP 399.604 (2002).

Interpretación: La Figura 19 ilustra el montaje del ensayo de compresión en adoquines, donde un adoquín de espesor H se coloca entre dos placas metálicas. La carga se aplica mediante una varilla de acero, con un diámetro entre 9,5 mm y 16 mm, centrada sobre la cara superior del adoquín, mientras que la base de apoyo consta de dos varillas paralelas del mismo diámetro, separadas por una distancia L y con voladizos de 10 mm en cada extremo. Las placas metálicas actúan como soporte para mantener el espécimen en posición horizontal, mientras que las varillas de acero aseguran una distribución uniforme y estable de la carga. La luz libre, definida como la distancia entre los apoyos inferiores, y la carga aplicada en el punto medio del adoquín simulan las condiciones de esfuerzo que el adoquín experimentaría en un pavimento real.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis Descriptivo

Con el propósito de presentar de manera clara y detallada los resultados obtenidos, se inició la investigación con una revisión exhaustiva de los objetivos que habían sido establecidos al comienzo del estudio. Esto permitió contextualizar adecuadamente los logros alcanzados y evaluar el cumplimiento de las metas planteadas durante el proceso.

3.1.1. Caracterizar las Propiedades Físico-Mecánicas de los Agregados Fino y Grueso Conforme a las Normativas Técnicas Vigentes

En el laboratorio Engineering and Construction S.A.C. (F&M) se llevaron a cabo un conjunto de pruebas con el fin de caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los agregados. Los resultados de estos ensayos se muestran a continuación:

3.1.1.1. Análisis Granulométrico por Tamizado del Agregado Fino y Grueso (NTP 400.012).

3.1.1.1.1. Agregado Fino (NTP 400.012).

Tabla 29

Resultados del ensayo de análisis granulométrico por tamizado en agregado fino

Tamices		Peso retenido (g)	% Retenido parcial	% Acumulado retenido	% Pasante acumulado
(pulg)	(mm)				
1/2"	12.500	0.00	0.000	0.000	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.000	0.000	100.00
1/4"	6.300	0.00	0.000	0.000	100.00
N° 4	4.750	30.00	3.142	3.142	96.86
N° 8	2.360	117.00	12.250	15.393	84.61

N° 10	2.000	18.80	1.964	17.357	82.64
N° 16	1.180	75.30	7.884	25.241	74.76
N° 20	0.850	70.10	7.338	32.578	67.42
N° 30	0.600	113.00	11.836	44.415	55.59
N° 40	0.420	287.70	30.134	74.549	25.45
N° 50	0.300	48.00	5.024	79.572	20.43
N° 60	0.250	105.50	11.048	90.620	9.38
N° 100	0.150	54.00	5.659	96.279	3.72
N° 200	0.075	35.00	3.661	99.940	0.06
< N° 200	Fondo	0.57	0.060	100.000	0.00
Módulo de fineza				2.6	
Abertura de malla de referencia				1/2"	

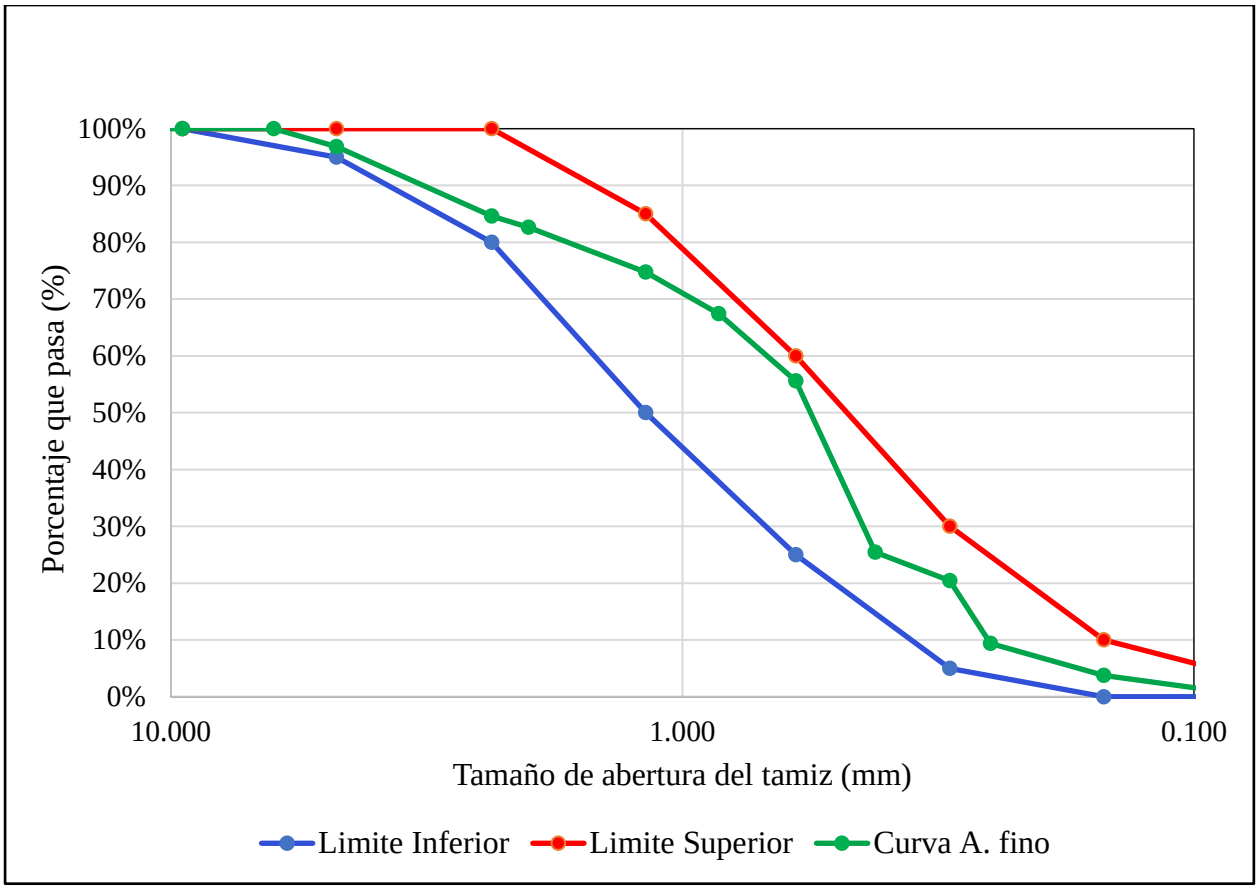
Nota. Datos granulométricos de agregado fino. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 29 expone los resultados del análisis granulométrico por tamizado correspondiente a una muestra de agregado fino. En ella se consignan los pesos retenidos en cada uno de los tamices de la serie estándar, especificándose sus aberturas tanto en pulgadas como en milímetros. Asimismo, se incluyen los porcentajes retenidos parciales y acumulados, así como el porcentaje pasante acumulado. El módulo de fineza obtenido para esta muestra es de 2.6, calculado con base en una abertura de malla de referencia de 1/2".

De acuerdo con la Norma NTP 400.037, el agregado fino se considera aceptable para la elaboración del concreto cuando su módulo de fineza se encuentra en el rango de 2.3 a 3.1. En este contexto, el agregado fino proveniente de la cantera “Manuel Olano” presentó un módulo de fineza de 2.6, valor que se sitúa dentro del intervalo permitido, lo que evidenció su conformidad con los criterios técnicos establecidos. Asimismo, el porcentaje de material que atravesó el tamiz N.º 200 (0.06%) fue inferior al 1%, cumpliendo también con el límite máximo (<3%) estipulado por la misma norma, lo que refuerza la calidad del agregado evaluado.

Figura 20

Curva granulométrica del agregado fino y limites normativos



Nota. Distribución del tamaño de partículas del agregado fino. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Figura 20 presenta la curva granulométrica del agregado fino (línea verde) en relación con los límites granulométricos superior (línea roja) e inferior (línea azul) normativamente establecidos. El eje horizontal representa el tamaño de partículas (abertura de tamiz en mm) y el eje vertical indica el porcentaje pasante.

En los tamices con abertura superior a 2 mm, la curva se aproxima al límite superior, indicando una mayor proporción de partículas gruesas permitidas. En el rango intermedio (2 mm–0.3 mm), la curva presenta una caída pronunciada, sugiriendo una deficiencia en las fracciones medias. Por otro lado, en los tamices más finos (<0.3 mm), el contenido de partículas se mantiene

dentro de los rangos establecidos, aunque con porcentajes pasantes reducidos, lo que refleja una baja proporción de finos. La distribución granulométrica del agregado fino analizado cumple con los criterios establecidos por la NTP 400.012.

3.1.1.1.2. Agregado Grueso (NTP 400.012).

Tabla 30

Resultados del ensayo de análisis granulométrico por tamizado en agregado grueso

Tamices		**Peso retenido (g)**	**% Retenido parcial**	**% Acumulado retenido**	**% Pasante acumulado**
(pulg)	**(mm)**				
2"	50.000	0.00	0.000	0.000	100.00
1 1/2"	38.000	0.00	0.000	0.000	100.00
1"	25.000	0.00	0.000	0.000	100.00
3/4"	19.000	18.00	0.804	0.804	99.20
1/2"	12.700	1243.00	55.508	56.312	43.69
3/8"	9.520	696.10	31.086	87.398	12.60
N° 4	4.750	282.20	12.602	100.000	0.00
N° 8	2.360	0.00	0.000	100.000	0.00
N° 16	1.180	0.00	0.000	100.000	0.00
N° 50	0.300	0.00	0.000	100.000	0.00
Fondo		0.00	0.000	100.000	0.00
Tamaño máximo				1"	
Tamaño máximo nominal				1/2"	
Módulo de fineza				4.9	

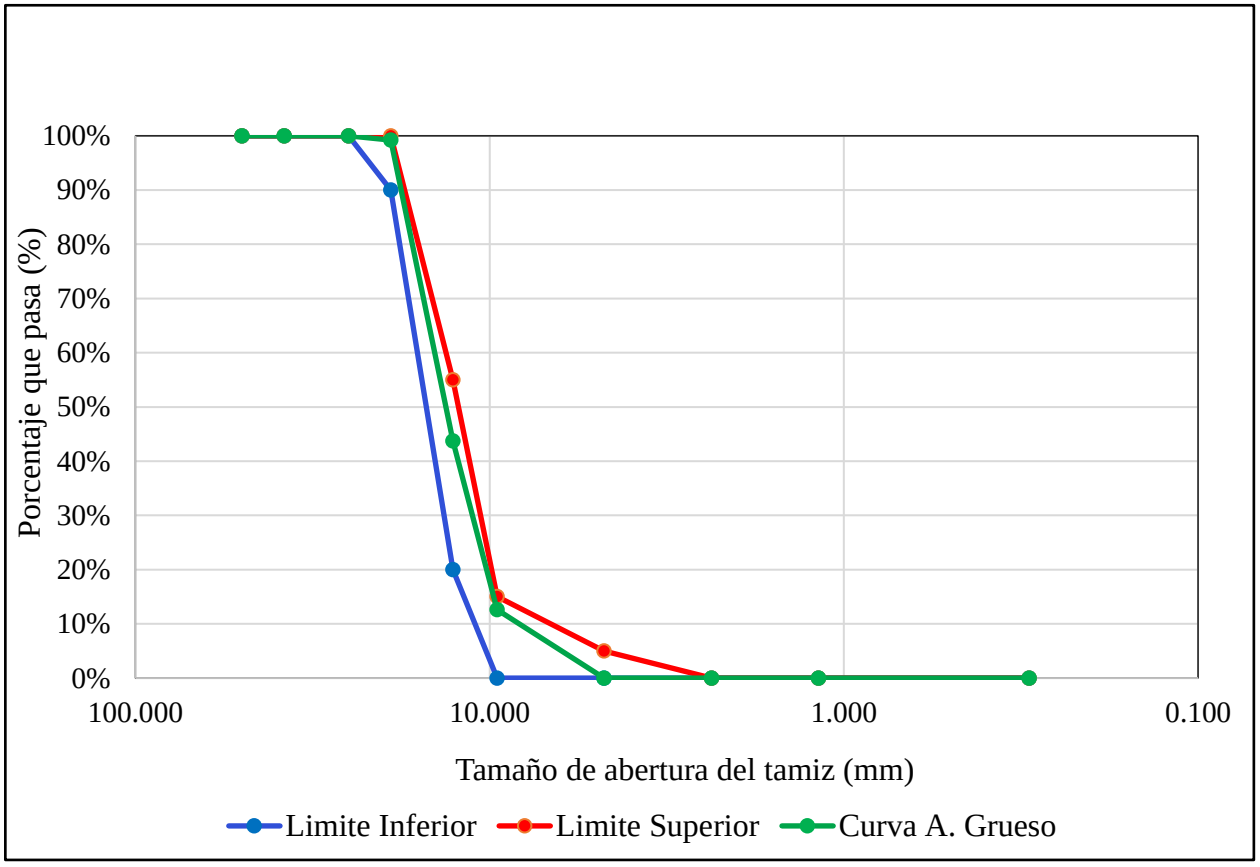
Nota. Datos granulométricos de agregado grueso. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 30 detalla los resultados del análisis granulométrico por tamizado de una muestra de agregado grueso (1/2"), indicando el peso retenido en cada tamiz de la serie estándar (con aberturas en pulgadas y milímetros), así como los porcentajes retenido parcial, acumulado y pasante acumulado.

Se realizó el análisis granulométrico del agregado grueso siguiendo los lineamientos de la NTP 400.012. En este procedimiento, se emplearon tamices con aberturas de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y Nº 4. El tamizado arrojó un módulo de fineza (MF) de 4.9, tamaño máximo (TM) de 1" y tamaño máximo nominal (TMN) de 1/2". Los datos obtenidos evidenciaron que la distribución granulométrica del agregado grueso se encontraba dentro de los rangos especificados por la NTP 400.037, lo que confirmó su idoneidad para su uso en mezclas de concreto.

Figura 21

Curva granulométrica del agregado grueso y limites normativos



Nota. Distribución del tamaño de partículas del agregado grueso. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Figura 21 ilustra la curva granulométrica del agregado grueso (línea verde) en relación con los límites granulométricos normativos superior (línea roja) e inferior (línea azul). El eje horizontal representa el tamaño de partículas (abertura de tamiz en mm) y el eje

vertical indica el porcentaje pasante.

En los tamices de mayor abertura (>12,5 mm), se evidencia una adecuada proporción de partículas gruesas. Sin embargo, en los rangos intermedios (12,5 mm–5 mm) y finos (<5 mm), la curva se aproxima al límite inferior, sugiriendo una deficiencia relativa de partículas menores. No obstante, la distribución del agregado grueso analizado cumple con los requisitos granulométricos y los límites establecidos por la NTP 400.012 para su clasificación nominal correspondiente.

3.1.1.2. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022) y Grueso (NTP 400.021).

3.1.1.2.1. Agregado Fino (NTP 400.022).

Tabla 31

Resultados del ensayo de peso específico y absorción en agregado fino

Peso específico y absorción del agregado fino	
Peso específico de masa	2.74 g/cm3
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.76 g/cm3
Peso específico aparente	2.80 g/cm3
Porcentaje de absorción	0.67%

Nota. Valores del ensayo de peso específico y absorción en agregado fino. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 31 muestra los valores del peso específico del agregado fino en condición suelta (2.74 g/cm3), saturado superficialmente seco (2.76 g/cm3) y aparente (2.80 g/cm3), así como su absorción (0.67%). Estos resultados, obtenidos según la NTP 400.022, indican que el material cumple con los criterios normativos para su uso en el diseño de mezclas de concreto, garantizando una adecuada compacidad y baja porosidad.

3.1.1.2.2. Agregado Grueso (NTP 400.021).

Tabla 32

Resultados del ensayo de peso específico y absorción en agregado grueso

Peso específico y absorción del agregado grueso	
Peso específico de masa	2.63 g/cm3
Peso específico de masa saturado superficialmente seco	2.66 g/cm3
Peso específico aparente	2.70 g/cm3
Porcentaje de absorción	0.98%

Nota. Valores del ensayo de peso específico y absorción en agregado grueso. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 32 presenta los valores obtenidos del peso específico del agregado grueso en condición de masa (2.63 g/cm3), saturado superficialmente seco (2.66 g/cm3) y aparente (2.70 g/cm3), junto con su absorción (0.98%). Conforme a la NTP 400.021, estos resultados verifican la conformidad del material con los requisitos técnicos para su uso en mezclas de concreto, garantizando una adecuada densidad, compacidad y desempeño en condiciones estructurales.

3.1.1.3. Contenido de Humedad de los Agregados (NTP 339.185).

3.1.1.3.1. Agregado Fino (NTP 339.185).

Tabla 33

Resultados del ensayo de humedad en agregado fino

Contenido de humedad del agregado fino		
Peso de muestra húmeda	2955 g	1108.2 g
Peso de muestra seca	2908.1 g	1105.2 g
Peso de recipiente	213.7 g	210.2 g
Contenido de humedad	1.7%	0.3%
Contenido de humedad (promedio)	1.0%	

Nota. Determinación del contenido de humedad en agregado fino. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 33 expone los resultados del ensayo de contenido de humedad en dos muestras de agregado fino, con valores individuales de 1.7% y 0.3%, y un promedio de 1.0%. Los datos incluyen los pesos del material en estado húmedo, seco y del recipiente, conforme a los procedimientos establecidos en la NTP 339.185. El contenido de humedad promedio se encuentra dentro del límite normativo (≤8%), lo que indica que el agregado es adecuado para su uso en la dosificación de mezclas de concreto.

3.1.1.3.2. Agregado Grueso (NTP 339.185).

Tabla 34

Resultados del ensayo de humedad en agregado grueso

Contenido de humedad del agregado grueso		
Peso de muestra húmeda	2969.9 g	3003.9 g
Peso de muestra seca	2956.6 g	2994.9 g
Peso de recipiente	214.44 g	219.48 g
Contenido de humedad	0.5%	0.3%
Contenido de humedad (promedio)	0.4%	

Nota. Determinación del contenido de humedad en agregado grueso. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 34 muestra los resultados del ensayo de contenido de humedad en dos muestras de agregado grueso, con valores individuales de 0.5% y 0.3%, y un promedio de 0.4%. El cálculo se realizó a partir de los pesos del material en estado húmedo, seco y del recipiente, conforme a la NTP 339.185. El contenido de humedad obtenido se encuentra ampliamente dentro del límite normativo (≤8%), lo que confirma la aptitud del material para su empleo en la dosificación de concreto.

3.1.1.4. Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados (NTP 400.017).

3.1.1.4.1. Agregado Fino (NTP 400.017).

Tabla 35

Resultados del ensayo de peso unitario del agregado fino

Peso unitario suelto	
Peso unitario suelto húmedo (promedio)	2305 kg/m3
Peso unitario suelto seco (promedio)	2281 kg/m3
Peso unitario compactado	
Peso unitario compactado húmedo (promedio)	2436 kg/m3
Peso unitario seco compactado (promedio)	2411 kg/m3

Nota. Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado fino. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 35 presenta los valores promedio del peso unitario del agregado fino, tanto en estado suelto como compactado, en condiciones húmedas y secas. Los resultados obtenidos fueron 2305 kg/m3 y 2281 kg/m3 para el peso unitario suelto, y 2436 kg/m3 y 2411 kg/m3 para el compactado, respectivamente. Estos valores, derivados de dos muestras, indican que la compactación aumenta la densidad del material al reducir los vacíos, lo que permite un mayor contenido de agregado por unidad de volumen. Los valores obtenidos están dentro de los rangos establecidos por la NTP 400.017 para agregados finos.

3.1.1.4.2. Agregado Grueso (NTP 400.017).

Tabla 36

Resultados del ensayo de peso unitario del agregado grueso

Peso unitario suelto	
Peso unitario suelto húmedo (promedio)	1360 kg/m3
Peso unitario suelto seco (promedio)	1355 kg/m3
Peso unitario compactado	
Peso unitario compactado húmedo (promedio)	1427 kg/m3
Peso unitario seco compactado (promedio)	1422 kg/m3

Nota. Determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 36 detalla los valores promedio del peso unitario del agregado grueso en estado suelto y compactado, tanto en condiciones húmedas como secas. Los resultados obtenidos fueron 1360 kg/m3 y 1355 kg/m3 para el peso unitario suelto, y 1427 kg/m3 y 1422 kg/m3 para el compactado, respectivamente. Estos valores cumplen con los rangos establecidos por la NTP 400.017 para agregados gruesos, lo que indica su conformidad para su uso en la producción de concreto.

3.1.1.5. Resistencia al Desgaste del Agregado Grueso en la Máquina de Los Ángeles (NTP 400.019).

3.1.1.5.1. Agregado Grueso (NTP 400.019).

Tabla 37

Resultados del ensayo de resistencia al desgaste por abrasión (Maquina de Los Ángeles) en agregado grueso

Resistencia al desgaste del agregado grueso		
Gradación		B
2"	1 1/2"	2505 g
1 1/2"	1"	2503 g
Masa total		5008 g
N° de esferas		11
N° de revoluciones		500
Retenido en tamiz N° 12 (1)		4774
Retenido en tamiz N° 12 (2)		3956
Uniformidad		5%
Desgaste		21%

Nota. Datos del ensayo de abrasión de Los Ángeles en agregado grueso. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 37 presenta los resultados del ensayo de abrasión del agregado grueso, realizado con la Máquina de Los Ángeles, utilizando una gradación específica (tamaño máximo de 2" y 1 1/2") y una masa total de 5008 g. Se aplicaron 500 revoluciones con 11 esferas de acero. En la primera y segunda determinación, el material retenido en el tamiz N.º 12 fue de 4774 g y 3956 g, respectivamente, lo que resultó en un desgaste del 21% y una uniformidad del 5%. De acuerdo con la NTP 400.037, que establece un límite máximo de desgaste del 50% para agregados destinados a concreto, los resultados obtenidos indican que el material cumple con los requisitos técnicos, siendo apto para su incorporación en mezclas de concreto.

Tabla 38

Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos realizados en agregados fino y grueso

Descripción	Agregado fino	Agregado grueso
Forma	Circular y de tamaño homogéneo	Angular y de tamaño heterogéneo
Textura	Superficie áspera	Superficie lisa
Módulo de fineza (Mf)	2.6	4.9
Tamaño máximo nominal (TMN) (pulg)	–	1/2"
Material fino que pasa el Tamiz N° 200 (g)	0.06	–
Peso específico seco de masa (g/cm3)	2.74	2.63
Absorción (%)	0.67	0.98
Contenido de humedad (% w)	1.0%	0.4%
Peso unitario suelto seco (kg/m3)	2281	1355
Peso unitario seco compactado (kg/m3)	2411	1422
Resistencia a la abrasión (% desgaste)	–	21%

Nota. Caracterización físico-mecánica de los agregados fino y grueso. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 38 resume los resultados de las propiedades físico-mecánicas evaluadas en los agregados fino y grueso. El agregado fino presenta partículas de forma circular y tamaño homogéneo, con textura superficial áspera y módulo de finura de 2.6. El material pasante por el tamiz N° 200 es de 0.06 g. Su peso específico seco de masa es 2.74 g/cm3, con una absorción de 0.67% y contenido de humedad de 1.0%. Los pesos unitarios seco suelto y compactado son 2281 kg/m3 y 2411 kg/m3, respectivamente.

En contraste, el agregado grueso exhibe forma angular y tamaño heterogéneo, con textura superficial lisa y un módulo de finura de 4.9. Su tamaño máximo nominal es 1/2". El peso específico seco de masa es 2.63 g/cm3, la absorción es de 0.98% y el contenido de humedad es 0.4%. Los pesos unitarios seco suelto y compactado son 1355 kg/m3 y 1422 kg/m3, respectivamente, con una resistencia a la abrasión del 21% de desgaste.

3.1.2. Establecer la Composición Físico-Química de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) Mediante Ensayos de Laboratorio

En el laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. (SLab Perú) se realizaron ensayos con la finalidad de caracterizar las propiedades físico-químicas de la ceniza obtenida de la fibra de coco (*Cocos nucifera*). Los resultados de estos análisis se presentan a continuación:

3.1.2.1. Peso Específico (ASTM D 854), Conductividad Eléctrica (ASTM D 1125) y Potencial de Hidrógeno (ASTM E 70).

Tabla 39

Caracterización físico-química de ceniza proveniente de la fibra de Cocos nucifera

Ensayos	Método de referencia	Resultados		
		Unidad	LCM	Valores
Propiedades físicas				
Peso específico	Gravimetría	g/cm3	N.A.	0.73
Conductividad eléctrica	Electrométrico	mS/cm	0.10	11.94
Propiedades químicas				
Potencial de Hidrógeno	Potenciometría	pH	0.10	11.95

Nota. LCM = límite de cuantificación del método; y N.A. = no aplica. Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Tabla 39 presenta los resultados de ensayos para la caracterización físico-química de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). Dentro de las propiedades físicas, se determinó un peso específico de 0.73 g/cm3 mediante el método gravimétrico y una conductividad eléctrica de 11.94 mS/cm utilizando un método electrométrico, con un límite de cuantificación del método (LCM) de 0.10 mS/cm. En cuanto a las propiedades químicas, el potencial de hidrógeno (pH) arrojó un valor de 11.95, medido por potenciometría con un LCM de 0.10 unidades de pH.

3.1.2.2. Composición Química por Elementos (ASTM E 1621).

Tabla 40

Resultados de la composición química de ceniza expresada como elementos

Ensayos/ método de referencia	Componente químico	Resultados		
		Unidad	Límite de cuantificación de método (LCM)	Valores
Composición Química por Elementos/ Fluorescencia de Rayos X – FRX	Calcio (Ca)	%	0.001	40.36
	Potasio (K)	%	0.001	37.77
	Cloro (Cl)	%	0.001	14.24
	Silicio (Si)	%	0.001	2.60
	Hierro (Fe)	%	0.001	1.35
	Azufre (S)	%	0.001	1.22
	Fósforo (P)	%	0.001	0.97
	Bario (Ba)	%	0.001	0.74
	Zinc (Zn)	%	0.001	0.21
	Estroncio (Sr)	%	0.001	0.19
	Manganeso (Mn)	%	0.001	0.10
	Titanio (Ti)	%	0.001	0.10
	Rubidio (Rb)	%	0.001	0.08
	Cobre (Cu)	%	0.001	0.04
	Bromo (Br)	%	0.001	0.04
	Iridio (Ir)	%	0.001	0.00

Nota. Análisis elemental de ceniza expresado en porcentaje (determinada por FRX). Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Tabla 40 detalla la composición química elemental de la ceniza analizada, expresada en porcentaje en peso, mediante la técnica de Fluorescencia de Rayos X (FRX). Los resultados revelan la presencia de diversos elementos, siendo los mayoritarios el Calcio (Ca) con 40.360% y el Potasio (K) con 37.773%. Otros elementos significativos incluyen el Cloro (Cl) con 14.236% y el Silicio (Si) con 2.602%. Elementos como Hierro (Fe), Azufre (S) y Fósforo (P) se presentan en proporciones menores, seguidos por una serie de elementos traza con concentraciones inferiores al 1%. El límite de cuantificación del método (LCM) para todos los elementos reportados es de 0.001%.

3.1.2.3. Composición Química por Óxidos (ASTM E 1621).

Tabla 41

Resultados de la composición química de ceniza expresada como óxidos

Ensayos/ método de referencia	Componente químico	Resultados		
		Unidad	Límite de cuantificación de método (LCM)	Valores
Composición Química por Óxidos/ Fluorescencia de Rayos X – FRX	Óxido de Calcio (CaO)	%	0.001	41.08
	Óxido de Potasio (K2O)	%	0.001	35.27
	Cloro (Cl)	%	0.001	11.74
	Óxido de Silicio (SiO2)	%	0.001	4.85
	Óxido de Azufre (SO3)	%	0.001	2.56
	Óxido de Fósforo (P2O5)	%	0.001	1.90
	Óxido de Hierro (Fe2O3)	%	0.001	1.35
	Óxido de Bario (BaO)	%	0.001	0.58

	Óxido de Zinc (ZnO)	%	0.001	0.18
	Óxido de Estroncio (SrO)	%	0.001	0.16
	Óxido de Titanio (TiO2)	%	0.001	0.11
	Óxido de Manganeso (MnO)	%	0.001	0.09
	Óxido de Rubidio (Rb2O)	%	0.001	0.06
	Óxido de Cobre (CuO)	%	0.001	0.04
	Bromo (Br)	%	0.001	0.03
	Óxido de Iridio (Ir2O3)	%	0.001	0.00

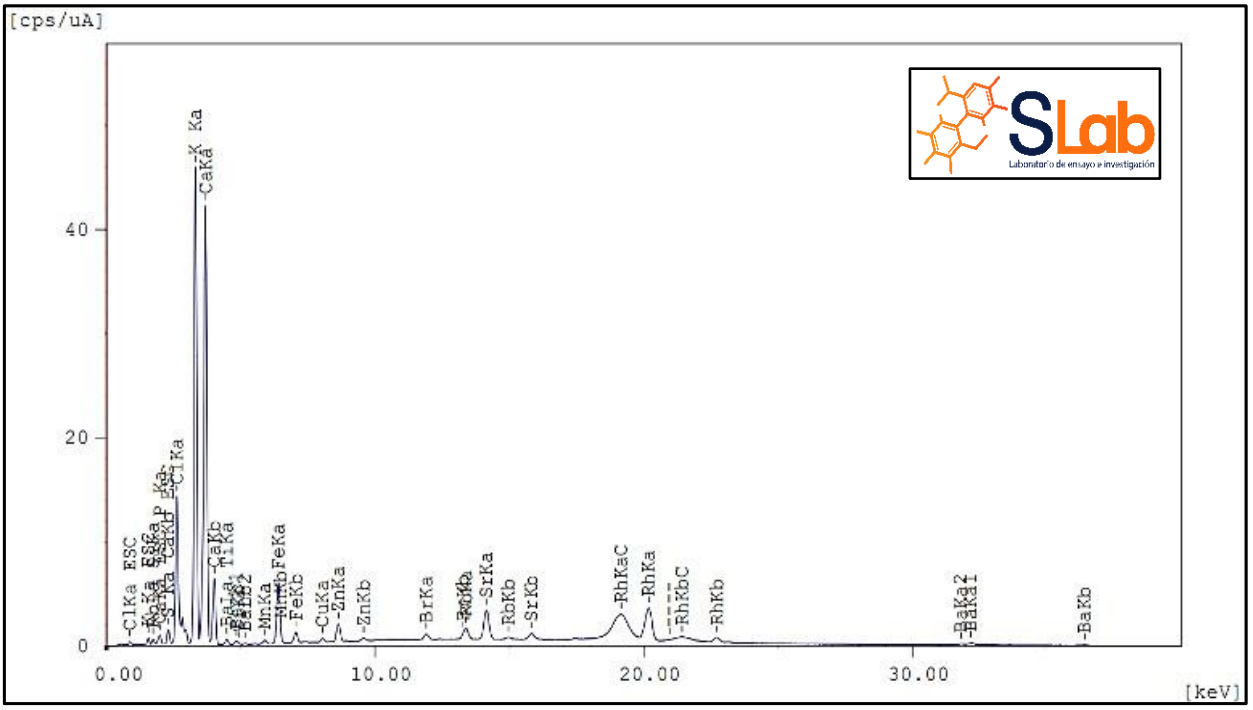
Nota. Análisis de óxidos en ceniza determinada por FRX (balance al 100%). Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Tabla 41 describe la composición química de la ceniza analizada, expresada como porcentaje en peso de óxidos, mediante la técnica de Fluorescencia de Rayos X (FRX). Los óxidos mayoritarios identificados son el Óxido de Calcio (CaO) con 41.082% y el Óxido de Potasio (K2O) con 35.274%. Otros óxidos presentes en proporciones significativas incluyen el Cloro (Cl) con 11.744% y el Óxido de Silicio (SiO2) con 4.847%. Además, se identificaron óxidos en menores concentraciones, como el Óxido de Azufre (SO3), Óxido de Fósforo (P2O5) y Óxido de Hierro (Fe2O3), entre otros. El límite de cuantificación del método (LCM) para todos los óxidos reportados es de 0.001%.

3.1.2.4. Espectro de Fluorescencia de Rayos X en la Composición Química de la Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*).

Figura 22

Espectro de Fluorescencia de Rayos X (FRX) para el análisis elemental de la ceniza



Nota. Espectro energético utilizado en el análisis elemental de ceniza. Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Figura 22 muestra el espectro energético obtenido mediante Fluorescencia de Rayos X (FRX), técnica utilizada para identificar y cuantificar la composición elemental de la muestra de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). En el gráfico, los picos de intensidad corresponden a las transiciones electrónicas características de cada elemento, cuya altura se relaciona directamente con su concentración relativa. Se identificaron elementos mayoritarios, como calcio (Ca Kα) y potasio (K Kα), así como otros en menor proporción, incluidos hierro (Fe Kα), zinc (Zn Kα), bario (Ba Kα), silicio (Si Kα) y cloro (Cl Kα). La ausencia de picos en ciertas regiones del espectro sugiere la no presencia de elementos en esas zonas o concentraciones por debajo del límite de detección del equipo.

En el espectro, el eje X representa la energía característica de los rayos X emitidos, expresada en kiloelectronvoltios (keV), mientras que el eje Y indica la intensidad de la señal, expresada en cuentas por segundo por microamperio (cps/μA), lo que refleja la cantidad de rayos X detectados a una energía específica. Cuanto mayor es la intensidad del pico, mayor es la concentración del elemento correspondiente. Los picos están etiquetados con los símbolos químicos y las líneas espectrales respectivas (Ca Kα, Fe Kα).

3.1.3. Diseñar Mezclas de Concreto con Incorporaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera)

3.1.3.1. Diseño de Mezcla del Concreto por el Método ACI 211.1. El diseño de la mezcla de concreto se realizó de acuerdo a las especificaciones del método ACI 211.1, el cual permitió cuantificar y determinar la combinación más adecuada de los materiales necesarios para la elaboración del concreto.

Se desarrolló una mezcla de concreto diseñada para alcanzar una resistencia característica de f'c=380 kg/cm2. En este diseño se utilizaron los siguientes materiales: cemento Pacasmayo Tipo I, agregado fino (arena), agregado grueso (piedra chancada de 1/2") de la cantera Manuel Olano y agua potable (EPS. Marañón). El proceso de diseño de mezclas comenzó con la realización de una mezcla de prueba. Luego, se ajustaron las proporciones de la mezcla hasta obtener las condiciones deseadas. Finalmente, se diseñó una mezcla patrón (sin adición) y mezclas con adiciones para evaluar su resistencia a la compresión. A continuación, se muestran los resultados:

Tabla 42

Dosificación de materiales corregidos por humedad para 1 m3 de mezcla de concreto patrón

Material	Unidad	Concreto de f´c=380 kg/cm2
Cemento	kg/m3	344
A. Fino	kg/m3	977
A. Grueso	kg/m3	785
Agua	l/m3	226
Contenido de aire atrapado	%	2.50
Slump	pulg	3 - 4

Nota. Proporciones de materiales para 1 m3 de concreto patrón. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 42 detalla la dosificación corregida por humedad para la producción de 1 m3 de concreto patrón con una resistencia (f´c) de 380 kg/cm2. Se detallan las cantidades de cemento (344 kg/m3), agregado fino (977 kg/m3), agregado grueso (785 kg/m3) y agua (226 l/m3). Adicionalmente, se indica el contenido de aire atrapado de 2.50% y un asentamiento (slump) de 3 a 4 pulgadas.

Tabla 43

Diseño de mezcla para concreto patrón y con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera

Material	Unidad	Concreto patrón	Adición porcentual de ceniza		
		0%	1.5%	3.0%	4.5%
Cemento	kg/m3	344	344	344	344
A. Fino	kg/m3	977	977	977	977
A. Grueso	kg/m3	785	785	785	785
Agua	l/m3	226	226	226	226
Ceniza de fibra de coco	kg/m3	0.00	5.16	10.32	15.48

Nota. Dosificación del concreto patrón para una resistencia de f´c=380 kg/cm2. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 43 presenta el diseño de mezcla para 1 m3 de concreto patrón (0% de adición) y para concretos con adiciones porcentuales de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) de 1.5%, 3.0% y 4.5%. Se mantienen constantes las cantidades de cemento (344 kg/m3), agregado fino (977 kg/m3), agregado grueso (785 kg/m3) y agua (226 l/m3) para todas las mezclas. La ceniza se incorpora en proporciones crecientes de 5.16 kg/m3, 10.32 kg/m3 y 15.48 kg/m3.

Las proporciones de los materiales se determinaron a través del diseño de mezclas, considerando un volumen de 0.03 m3 de concreto, correspondiente a la capacidad de una tanda en la mezcladora del laboratorio utilizado para el estudio.

Tabla 44

Dosificación de materiales para una tanda de 0.03 m3 de concreto patrón y con adiciones de ceniza de Cocos nucifera

Material	Unidad	Concreto patrón	Adición porcentual de ceniza		
		0%	1.5%	3.0%	4.5%
Cemento	kg	10.32	10.32	10.32	10.32
A. Fino	kg	29.31	29.31	29.31	29.31
A. Grueso	kg	23.55	23.55	23.55	23.55
Agua	l	6.78	6.78	6.78	6.78
Ceniza de fibra de coco	kg	0.00	0.155	0.310	0.464

Nota. Cantidades de materiales para una tanda de concreto patrón y con ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 44 detalla las cantidades de materiales requeridas para la elaboración de una tanda de 0.03 m3 de concreto patrón y con adiciones porcentuales de ceniza del 1.5%, 3.0% y 4.5%. Las cantidades de cemento (10.32 kg), agregado fino (29.31 kg), agregado grueso (23.55 kg) y agua (6.78 l) se mantienen constantes. La ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) se incorpora en cantidades proporcionales a la adición porcentual (0.155 kg, 0.310 kg y 0.464 kg).

En el diseño de la mezcla para el concreto patrón, con una resistencia de 380 kg/cm2, se definió una relación volumétrica en peso y volumen entre los componentes de la dosificación. Por lo tanto, las cantidades establecidas por tanda fueron las siguientes:

Tabla 45

Relación volumétrica y peso de los materiales corregidos para el concreto patrón

Proporción	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
Peso	1.00	2.84	2.28	0.65
Volumen	1.00	3.24	2.71	2.07

Nota. Proporciones en peso/volumen de materiales para concreto patrón. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 45 presenta la relación volumétrica y peso de los materiales corregidos empleados en el diseño de la mezcla del concreto patrón, utilizando el método ACI 211.1. Tomando el peso y volumen del cemento como unidad base (1.00), se establecen las proporciones relativas del agregado fino (2.84 en peso y 3.24 en volumen), el agregado grueso (2.28 en peso y 2.71 en volumen) y el agua (0.65 en peso y 2.07 en volumen).

Cabe destacar que, para las distintas dosificaciones con adiciones del 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), se utilizó como base el diseño de mezcla del concreto patrón. A este se incorporaron los porcentajes correspondientes de ceniza, calculados en función del peso del cemento.

3.1.3.2. Ensayos para Determinar las Propiedades Físicas del Concreto Fresco.

3.1.3.2.1. Análisis del Asentamiento (Slump) del Concreto Fresco (NTP 339.035). El ensayo se llevó a cabo de acuerdo con la norma técnica NTP 339.035, y los resultados fueron los siguientes:

Tabla 46

Resultados del ensayo de asentamiento (cono de Abrams) en concreto fresco

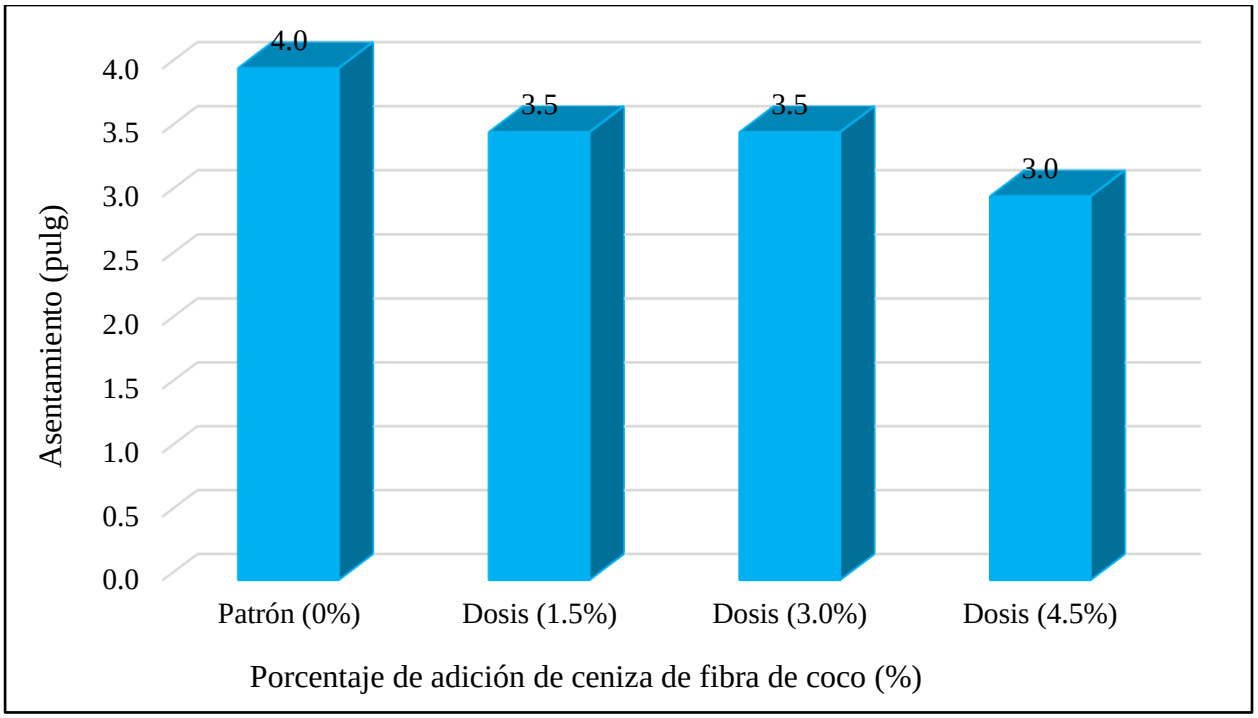
Porcentaje de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	**Asentamiento del concreto fresco**	
	pulg	**cm**
Patrón (0%)	4.0	10.16
Dosis (1.5%)	3.5	8.89
Dosis (3.0%)	3.5	8.89
Dosis (4.5%)	3.0	7.62

Nota. Variación del asentamiento del concreto fresco con diferentes dosis de ceniza. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 46 presenta los valores de asentamiento del concreto fresco, expresados en pulgadas (pulg) y centímetros (cm), correspondientes a diferentes porcentajes de adición de ceniza de *Cocos nucifera*. El concreto patrón (0%, sin adición) registró un asentamiento de 4.0 pulg (10.16 cm). Con la incorporación del 1.5% de ceniza, el asentamiento disminuyó a 3.5 pulg (8.89 cm), valor que se mantuvo constante con una adición del 3.0%. Finalmente, al alcanzar el mayor porcentaje de adición (4.5%), el asentamiento se redujo a 3.0 pulg (7.62 cm). Cabe señalar que todos los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de asentamiento especificado para el diseño (3 a 4 pulgadas), de acuerdo con lo establecido en la NTP 339.035.

Figura 23

Distribución del asentamiento del concreto fresco en función del porcentaje de ceniza añadida



Nota. Asentamiento del concreto fresco según el porcentaje de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 23 ilustra la distribución del asentamiento del concreto fresco (pulgadas) en relación con el porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%). Se observa que el concreto patrón (0%) exhibe el mayor asentamiento con 4.0 pulgadas. Con una adición del 1.5% y 3.0% de ceniza, el asentamiento disminuye a 3.5 pulgadas en ambos casos. Finalmente, con la adición del 4.5%, el asentamiento alcanza el valor más bajo de 3.0 pulgadas. La tendencia observada sugiere una relación inversa entre el porcentaje de adición de ceniza y la trabajabilidad del concreto fresco, de modo que, a medida que aumenta el contenido de ceniza, el asentamiento registrado tiende a disminuir.

3.1.3.2.2. Análisis del Peso Unitario del Concreto Fresco (NTP 339.046). El ensayo se realizó conforme a lo establecido en la norma técnica peruana NTP 339.046. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 47

Resultados del ensayo de peso unitario en concreto fresco

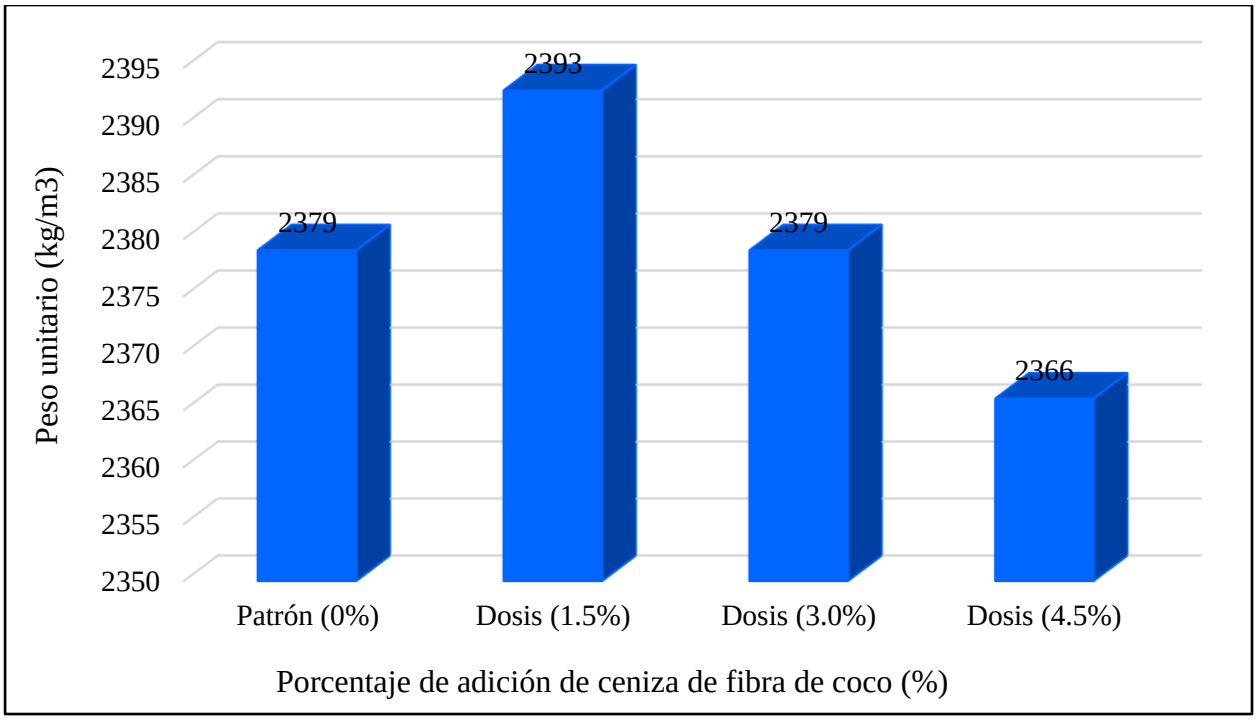
Porcentaje de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	**Peso unitario del concreto fresco (kg/m3)**
Patrón (0%)	2379
Dosis (1.5%)	2393
Dosis (3.0%)	2379
Dosis (4.5%)	2366

Nota. Peso unitario del concreto fresco con diferentes dosis de ceniza. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 47 presenta los valores del peso unitario del concreto fresco (kg/m3) correspondientes a diferentes porcentajes de adición de ceniza de *Cocos nucifera*. El concreto patrón (0%, sin adición) registró un peso unitario de 2379 kg/m3. Con una adición del 1.5% de ceniza, el valor fue de 2393 kg/m3. Para el 3.0% de adición, se obtuvo nuevamente 2379 kg/m3, mientras que con el 4.5% se alcanzó un valor de 2366 kg/m3. Todos los valores obtenidos se encuentran dentro del rango (2240–2460 kg/m3) establecido por la NTP 339.046.

Figura 24

Distribución del peso unitario del concreto fresco en función del porcentaje de ceniza añadida



Nota. Peso unitario del concreto fresco según el porcentaje de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 24 ilustra la distribución del peso unitario del concreto fresco (kg/m3) en relación con el porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%). Se observa que el concreto patrón (0%) presenta un peso unitario de 2379 kg/m3. Con una adición del 1.5% de ceniza, el peso unitario se incrementa a 2393 kg/m3. Al aumentar la dosificación de ceniza al 3.0%, el peso unitario regresa a 2379 kg/m3. Finalmente, con la adición del 4.5% de ceniza, el peso unitario disminuye a 2366 kg/m3. La tendencia sugiere una relación no lineal, donde una adición baja de ceniza genera un ligero aumento en el peso unitario, mientras que una adición mayor provoca una leve disminución en comparación con el concreto sin adiciones.

3.1.3.2.3. Análisis de la Temperatura de la Mezcla de Concreto Fresco (NTP 339.184).

Los ensayos de temperatura del concreto en estado fresco se llevaron a cabo de acuerdo con la norma NTP 339.184, cuyos resultados se muestran a continuación:

Tabla 48

Resultados del ensayo de temperatura en conceto fresco

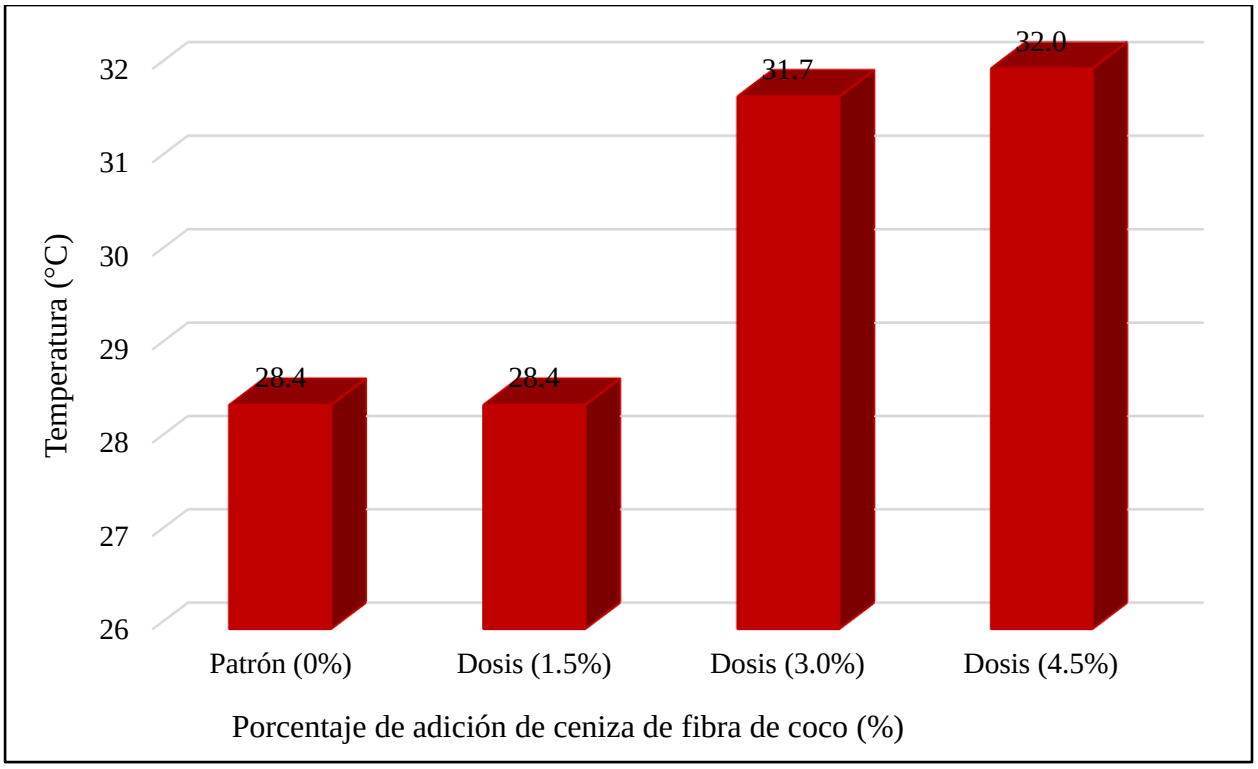
Temperatura del concreto fresco	**Porcentaje de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)**			
	Patrón (0%)	**Dosis (1.5%)**	**Dosis (3.0%)**	**Dosis (4.5%)**
°C	28.4	28.4	31.7	32.0

Nota. Temperatura del concreto fresco con diferentes dosis de ceniza. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 48 muestra la temperatura del concreto fresco (en °C) correspondiente a diferentes porcentajes de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). El concreto patrón (0%, sin adición) registra una temperatura de 28.4 °C. Con una adición del 1.5%, la temperatura se mantiene constante (28.4 °C). Sin embargo, al incrementar la adición a 3.0% y 4.5%, se observa un aumento en la temperatura del concreto fresco, alcanzando 31.7 °C y 32.0 °C, respectivamente. Estos valores se encuentran dentro del límite establecido por la NTE E.060, en su capítulo 5.11.2 indica que la temperatura máxima de colocación del concreto fresco en el Perú es de 32 °C.

Figura 25

Variación de la temperatura del concreto fresco en función del porcentaje de ceniza añadida



Nota. Temperatura del concreto fresco según el porcentaje de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 25 muestra la variación de la temperatura del concreto fresco (°C) en relación con el porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%). Se observa que el concreto patrón (0% ceniza) y la mezcla con 1.5% de ceniza registran una temperatura similar de 28.4 °C. Al aumentar la dosificación de ceniza al 3.0%, la temperatura se eleva a 31.7 °C. Finalmente, con la adición del 4.5% de ceniza, la temperatura alcanza el valor más alto de 32.0 °C. La tendencia sugiere una correlación positiva entre el porcentaje de adición de ceniza y la temperatura del concreto fresco, donde a mayor porcentaje de adición, mayor es la temperatura de la mezcla.

3.1.4. Determinar la Resistencia a Compresión de los Adoquines Elaborados con las Distintas Proporciones de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) a los 7, 14 y 28 Días de Curado

3.1.4.1. Ensayos para Determinar las Propiedades Mecánicas del Concreto Endurecido (NTP 339.034).

3.1.4.1.1. Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto (NTP 339.034). Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión en los adoquines de concreto, de acuerdo con la norma NTP 339.034, tanto en aquellos sin adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como en los que sí contenían ceniza, los cuales fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 49

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto patrón

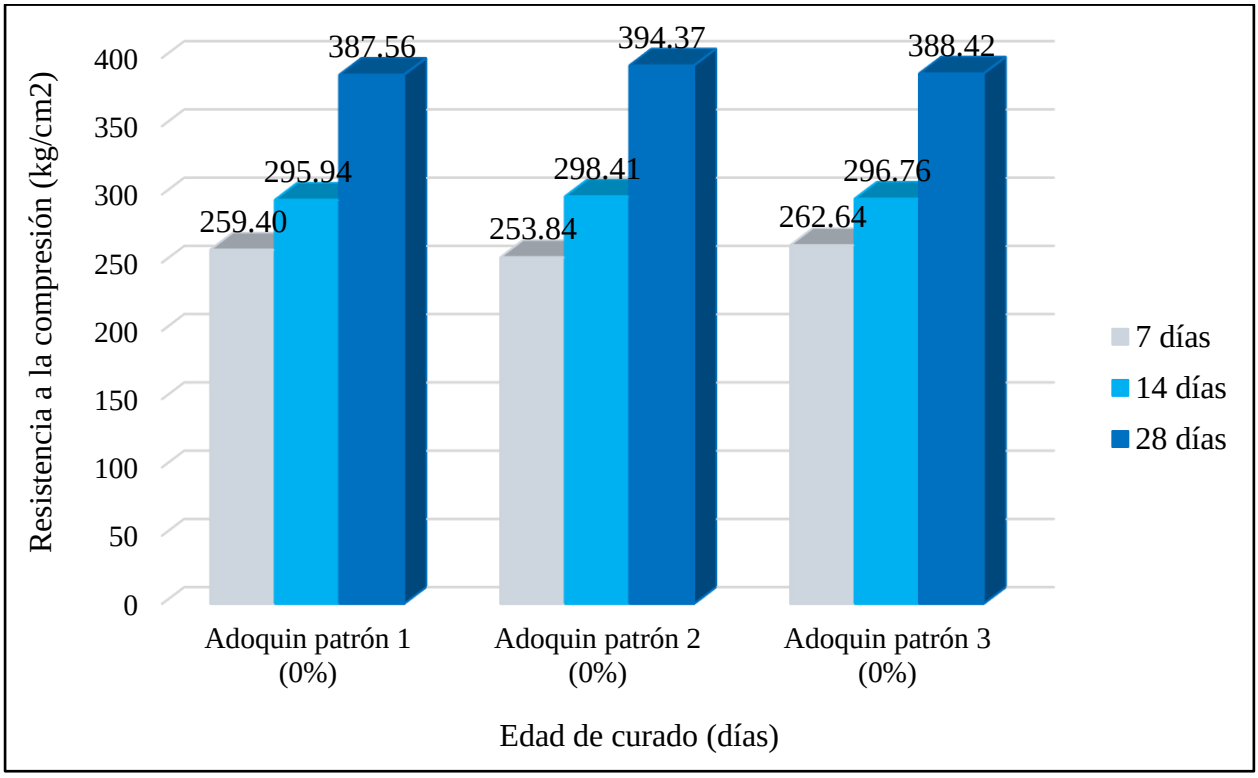
Edad de curado (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)
7 días	259.40	258.63
	253.84	
	262.64	
14 días	295.94	297.04
	298.41	
	296.76	
28 días	387.56	390.12
	394.37	
	388.42	

Nota. Resistencia a compresión del concreto patrón a 7, 14 y 28 días de curado. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 49 presenta la resistencia a la compresión de tres especímenes de concreto patrón curados a diferentes edades. A los 7 días, se registraron valores individuales de resistencia de 259.40 kg/cm2, 253.84 kg/cm2 y 262.64 kg/cm2, lo que da como resultado una resistencia promedio de 258.63 kg/cm2. Al aumentar el periodo de curado a 14 días, se observa un notable incremento en la resistencia, con valores individuales de 295.94 kg/cm2, 298.41 kg/cm2 y 296.76 kg/cm2, alcanzando una resistencia promedio de 297.04 kg/cm2. Finalmente, a los 28 días, los valores individuales se elevaron a 387.56 kg/cm2, 394.37 kg/cm2 y 388.42 kg/cm2, resultando en una resistencia promedio significativamente superior de 390.12 kg/cm2.

Figura 26

Variación de la resistencia a la compresión del concreto patrón (0%) en función de la edad de curado



Nota. Resistencia a compresión de adoquines patrones. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 26 ilustra la evolución de la resistencia a la compresión en tres muestras de adoquín patrón (sin adición) según la edad de curado. A los 28 días, los adoquines alcanzaron sus valores máximos: muestra 2 obtuvo la mayor resistencia (394.37 kg/cm2), seguida por la muestra 3 (388.42 kg/cm2) y la muestra 1 (387.56 kg/cm2). En comparación, a los 7 días los valores fueron considerablemente menores (muestra 1: 259.40 kg/cm2; muestra 2: 253.84 kg/cm2; muestra 3: 262.64 kg/cm2), lo cual refleja una tendencia general al incremento progresivo de la resistencia con el paso del tiempo.

Tabla 50

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con adición de 1.5% de ceniza

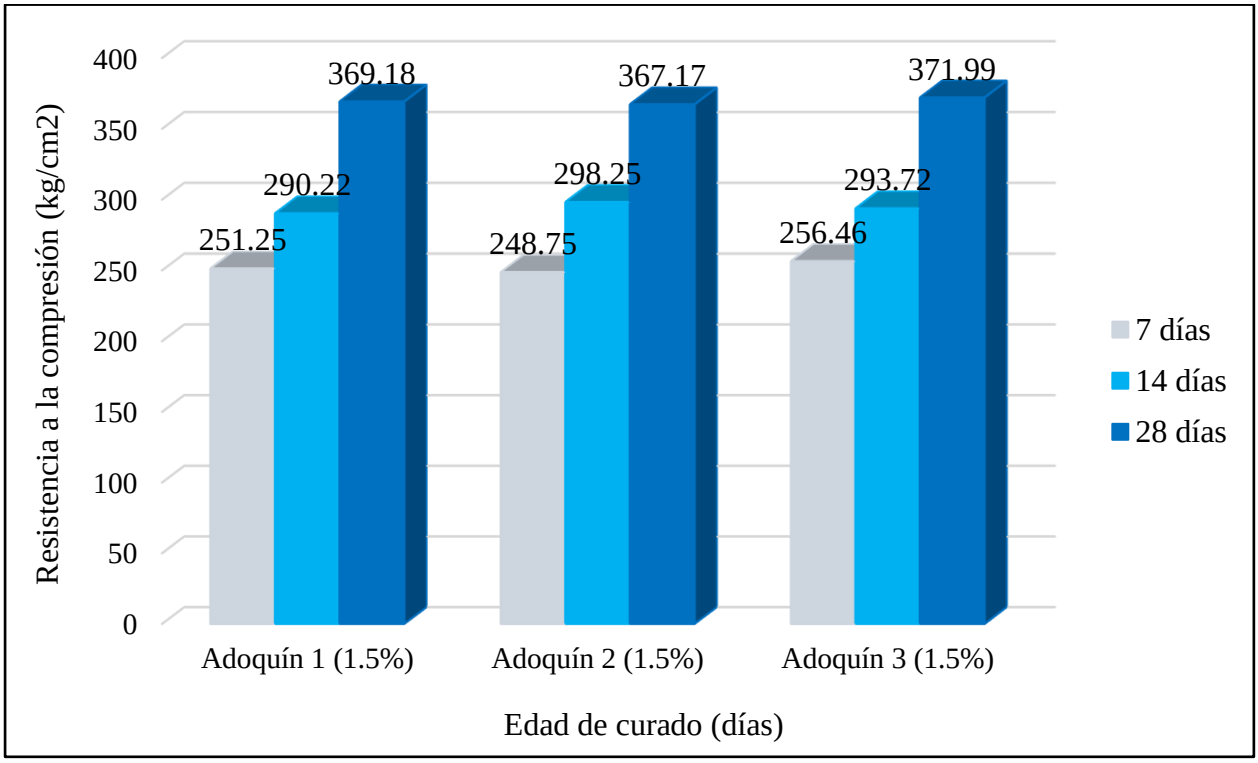
Edad de curado (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)
7 días	251.25	252.15
	248.75	
	256.46	
14 días	290.22	294.07
	298.25	
	293.72	
28 días	369.18	369.45
	367.17	
	371.99	

Nota. Resistencia a compresión de concreto con 1.5% de ceniza a 7, 14 y 28 días de curado. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 50 muestra la resistencia a la compresión de tres especímenes de concreto con 1.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), curados a distintas edades. A los 7 días, se registraron valores individuales de resistencia de 251.25 kg/cm2, 248.75 kg/cm2 y 256.46 kg/cm2, lo que da como resultado una resistencia promedio de 252.15 kg/cm2. Al aumentar el periodo de curado a 14 días, se observa un incremento en la resistencia, con valores individuales de 290.22 kg/cm2, 298.25 kg/cm2 y 293.72 kg/cm2, alcanzando una resistencia promedio de 294.07 kg/cm2. Finalmente, a los 28 días, los valores individuales se elevaron a 369.18 kg/cm2, 367.17 kg/cm2 y 371.99 kg/cm2, resultando en una resistencia promedio de 369.45 kg/cm2.

Figura 27

Variación de la resistencia a compresión del concreto con 1.5% de ceniza en función de la edad de curado



Nota. Resistencia a compresión de adoquines con 1.5% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 27 ilustra la resistencia a la compresión de tres muestras de adoquín con 1.5% de ceniza, evaluadas a distintas edades de curado. A los 28 días, se observa un aumento notable en la resistencia, con la muestra 3 alcanzando el valor más alto (371.99 kg/cm2), seguida por la muestra 1 (369.18 kg/cm2) y la muestra 2 (367.17 kg/cm2). Al comparar estos resultados con los obtenidos a los 7 días (muestra 1: 251.25 kg/cm2; muestra 2: 248.75 kg/cm2; muestra 3: 256.46 kg/cm2), se evidencia un incremento progresivo y uniforme en la resistencia de las tres muestras a lo largo del periodo de curado.

Tabla 51

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con adición de 3.0% de ceniza

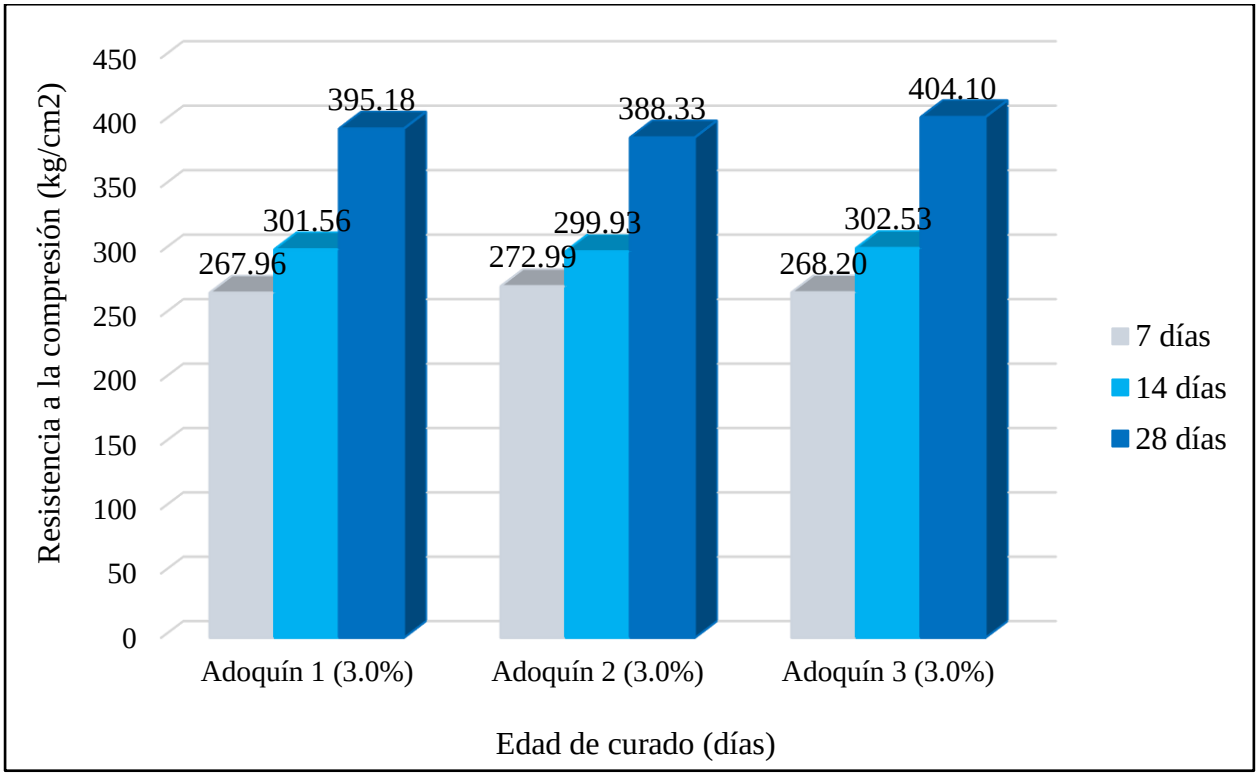
Edad de curado (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)
7 días	267.96	269.72
	272.99	
	268.20	
14 días	301.56	301.34
	299.93	
	302.53	
28 días	395.18	395.87
	388.33	
	404.10	

Nota. Resistencia a compresión de concreto con 3.0% de ceniza a 7, 14 y 28 días de curado. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 51 presenta la resistencia a la compresión de tres especímenes de concreto con 3.0% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), curados a diferentes edades. A los 7 días, los valores individuales de resistencia fueron 267.96 kg/cm2, 272.99 kg/cm2 y 268.20 kg/cm2, lo que resulta en una resistencia promedio de 269.72 kg/cm2. Al extender el periodo de curado a 14 días, se observó un incremento en la resistencia, con valores individuales de 301.56 kg/cm2, 299.93 kg/cm2 y 302.53 kg/cm2, alcanzando una resistencia promedio de 301.34 kg/cm2. Finalmente, a los 28 días, los valores individuales se elevaron a 395.18 kg/cm2, 388.33 kg/cm2 y 404.10 kg/cm2, resultando en una resistencia promedio notablemente superior de 395.87 kg/cm2.

Figura 28

Variación de la resistencia a compresión del concreto con 3.0% de ceniza en función de la edad de curado



Nota. Resistencia a compresión de adoquines con 3.0% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 28 ilustra la resistencia a la compresión de tres muestras de adoquín con 3.0% de ceniza, evaluadas a distintas edades de curado. A los 28 días, la muestra 3 alcanzó la mayor resistencia (404.10 kg/cm2), seguida por la muestra 1 (395.18 kg/cm2) y la muestra 2 (388.33 kg/cm2). Comparando estos valores con los obtenidos a los 7 días (muestra 1: 267.96 kg/cm2; muestra 2: 272.99 kg/cm2; muestra 3: 268.20 kg/cm2), se observa un aumento progresivo y constante en la resistencia a lo largo del tiempo.

Tabla 52

Resultados del ensayo de resistencia a la compresión de los adoquines de concreto con adición de 4.5% de ceniza

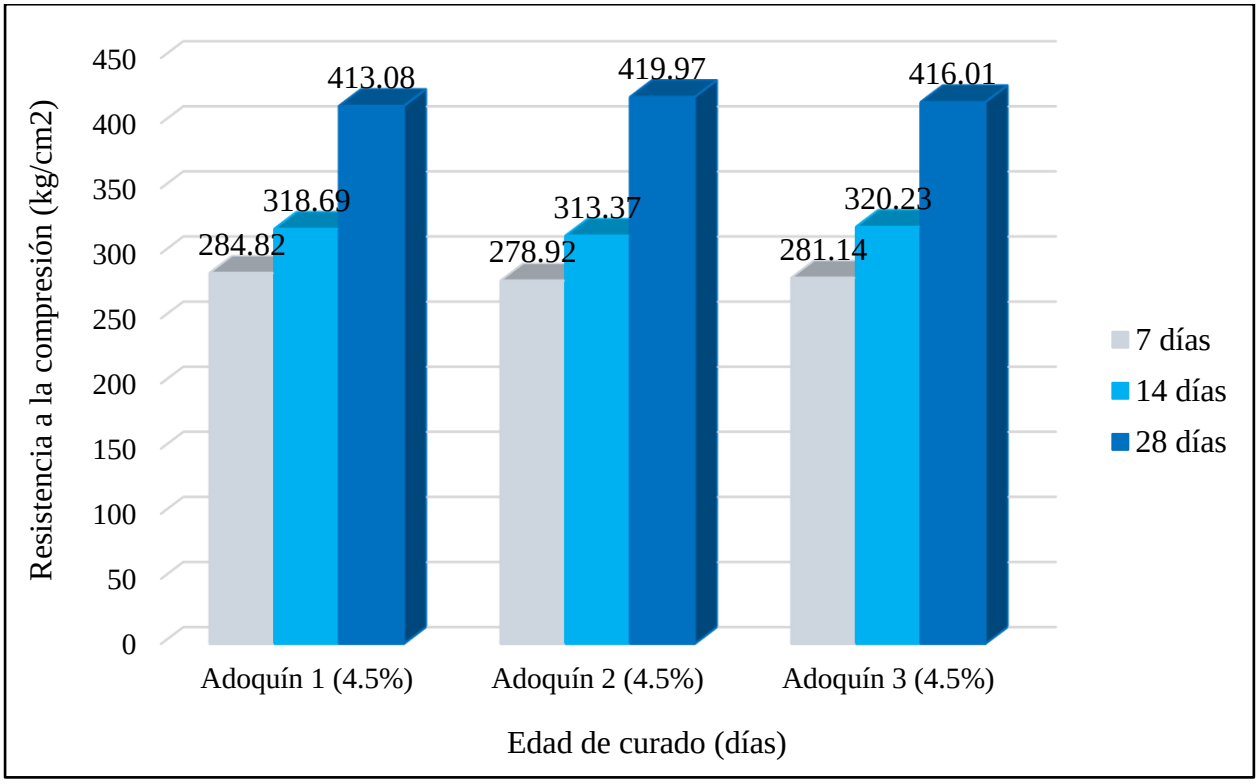
Edad de curado (días)	Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Resistencia promedio (kg/cm2)
7 días	284.82	281.62
	278.92	
	281.14	
14 días	318.69	317.43
	313.37	
	320.23	
28 días	413.08	416.35
	419.97	
	416.01	

Nota. Resistencia a compresión de concreto con 4.5% de ceniza a 7, 14 y 28 días de curado. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 52 muestra la resistencia a la compresión de tres especímenes de concreto con 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), curados a distintas edades. A los 7 días, se registraron valores individuales de resistencia de 284.82 kg/cm2, 278.92 kg/cm2 y 281.14 kg/cm2, lo que da como resultado una resistencia promedio de 281.62 kg/cm2. Al aumentar el periodo de curado a 14 días, se observa un incremento en la resistencia, con valores individuales de 318.69 kg/cm2, 313.37 kg/cm2 y 320.23 kg/cm2, alcanzando una resistencia promedio de 317.43 kg/cm2. Finalmente, a los 28 días, los valores individuales se elevaron a 413.08 kg/cm2, 419.97 kg/cm2 y 416.01 kg/cm2, resultando en una resistencia promedio significativamente superior de 416.35 kg/cm2.

Figura 29

Variación de la resistencia a compresión del concreto con 4.5% de ceniza en función de la edad de curado



Nota. Resistencia a compresión de adoquines con 4.5% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 29 ilustra la resistencia a la compresión de tres muestras de adoquín con 4.5% de ceniza, evaluadas a distintas edades de curado. A los 28 días, la muestra 2 alcanzó el valor más alto (419.97 kg/cm2), seguida por la muestra 3 (416.01 kg/cm2) y la muestra 1 (413.08 kg/cm2). Al comparar estos valores con los obtenidos a los 7 días (muestra 1: 284.82 kg/cm2; muestra 2: 278.92 kg/cm2; muestra 3: 281.14 kg/cm2), se evidencia un incremento constante en la resistencia a medida que avanza el tiempo de curado.

Tabla 53

Resistencia a compresión promedio de los adoquines de concreto en función del porcentaje de adición de ceniza

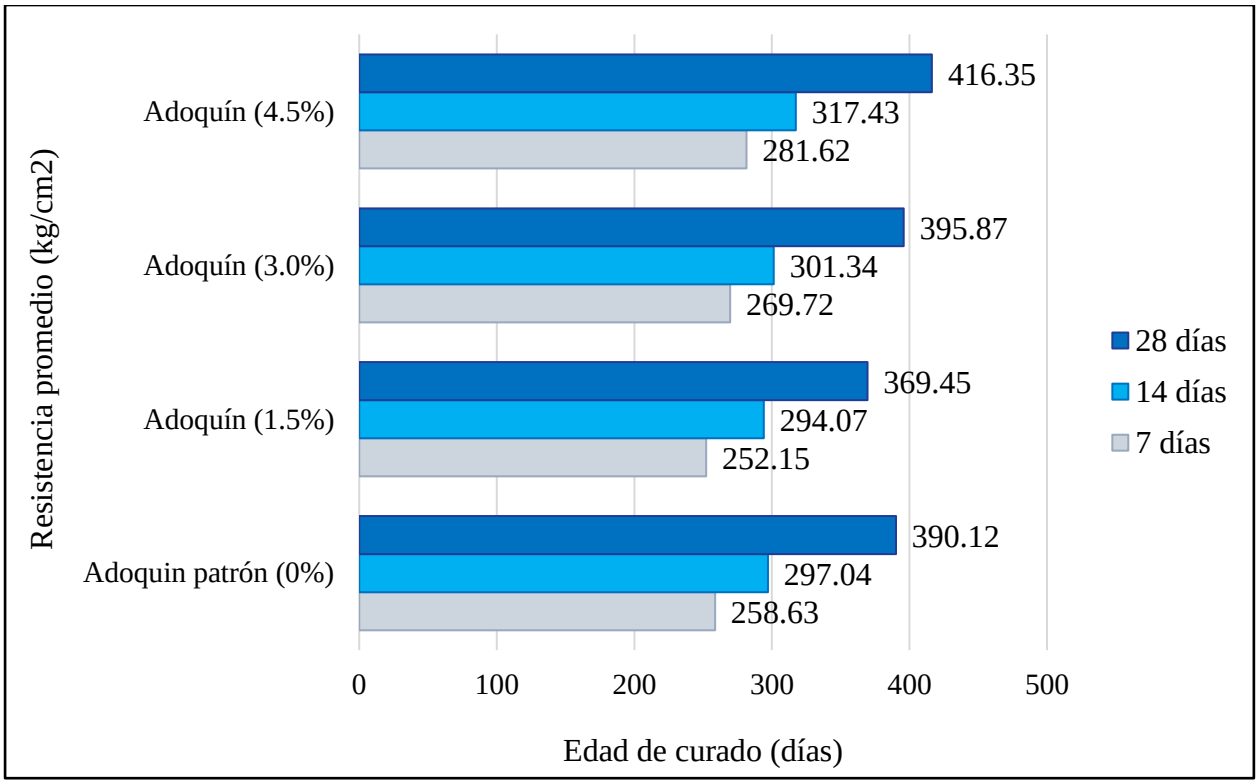
Adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	**Resistencia a la compresión promedio (kg/cm2)**			**Incremento porcentual (%)**
	7 días	**14 días**	**28 días**	
Adoquín patrón (0%)	258.63	297.04	390.12	0.00
Adoquín (1.5%)	252.15	294.07	369.45	−5.30
Adoquín (3.0%)	269.72	301.34	395.87	+1.47
Adoquín (4.5%)	281.62	317.43	416.35	+6.72

Nota. Los signos (+) y (−) indican aumento o disminución de la resistencia. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 53 presenta los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos en adoquines de concreto con distintos porcentajes de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), evaluados a los 7, 14 y 28 días de curado. El adoquín patrón (sin adición) alcanzó resistencias de 258.63 kg/cm2 a los 7 días, 297.04 kg/cm2 a los 14 días y 390.12 kg/cm2 a los 28 días. Con la incorporación del 1.5% de ceniza, las resistencias observadas fueron de 252.15 kg/cm2, 294.07 kg/cm2 y 369.45 kg/cm2 (disminución de 5.30%), respectivamente. Al adicionar 3.0%, se obtuvieron valores de 269.72 kg/cm2, 301.34 kg/cm2 y 395.87 kg/cm2 (aumento de 1.47%). Finalmente, con la adición del 4.5%, las resistencias alcanzadas fueron de 281.62 kg/cm2, 317.43 kg/cm2 y 416.35 kg/cm2 (incremento de 6.72% respecto al patrón) a los 7, 14 y 28 días.

Figura 30

Resistencia a la compresión promedio del concreto con diferentes adiciones de ceniza y curado



Nota. kg/cm2 = unidad de medida de la resistencia a la compresión del concreto. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 30 ilustra un análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio de adoquines de concreto con diferentes porcentajes de ceniza (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%) a distintas edades de curado. A los 28 días, el concreto con 4.5% de adición alcanzó la mayor resistencia, con un valor de 416.35 kg/cm2, seguido por el de 3.0%, que mostró 395.87 kg/cm2, ambos superando al concreto patrón, que presentó 390.12 kg/cm2. En contraste, el adoquín con 1.5% mostró una resistencia inferior de 369.45 kg/cm2. En general, los especímenes con 3.0% y 4.5% evidencian una mejora progresiva en la resistencia a medida que aumenta el tiempo de curado, superando consistentemente al concreto sin adición. Aunque el adoquín con 1.5% presenta un incremento en la resistencia con el tiempo, se mantuvo por debajo de los valores del concreto patrón en todas las edades evaluadas.

3.2. Análisis Estadístico Inferencial

El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando el software IBM SPSS Statistics con el propósito de evaluar el efecto de diferentes tratamientos con adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) sobre la resistencia a la compresión de adoquines curados a 7, 14 y 28 días. Para este estudio, se estableció un grupo patrón sin adición de ceniza (0%) y tres grupos experimentales con dosificaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5%.

3.2.1. Comparar Estadísticamente la Resistencia a la Compresión de Adoquines con Diferentes Porcentajes de Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) y Edades de Curado

3.2.1.1. Efecto del Porcentaje de Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*).

3.2.1.1.1. Prueba de Normalidad. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para evaluar si los datos se ajustan a una distribución normal. Se optó por esta prueba debido a que el tamaño de la muestra (n = 36) era inferior a 50 ($n \leq 50$), criterio bajo el cual se recomienda el uso de Shapiro-Wilk. En caso de haber contado con una muestra mayor ($n > 50$), se habría considerado el uso de la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Para analizar la normalidad de los datos, se planteó una prueba de hipótesis con la siguiente formulación:

-Hipótesis nula (H_0): Los datos siguen una distribución normal.

-Hipótesis alternativa (H_a): Los datos no siguen una distribución normal.

Criterios de decisión:

-Si $\boldsymbol{p \leq 0.05}$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se considera la hipótesis alternativa (H_a).

-Si $\boldsymbol{p > 0.05}$, se considera la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

Tabla 54

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la resistencia a la compresión según el porcentaje de ceniza de Cocos nucifera

Variable dependiente	Porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Patrón (0%)	,813	9	,059
	Dosis (1.5%)	,838	9	,054
	Dosis (3.0%)	,802	9	,052
	Dosis (4.5%)	,798	9	,059

Nota. gl = grados de libertad; y Sig. = nivel de significancia (valor *p*). Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

Interpretación: La Tabla 54 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a los datos de resistencia a la compresión (kg/cm2), en función del porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%). Para el patrón (0% de ceniza), el estadístico fue .813 (gl = 9; p = .059). Respecto a la dosis de 1.5%, se obtuvo un valor de .838 (gl = 9; p = .054); en el grupo con 3.0%, el resultado fue .802 (gl = 9; p = .052); y en la concentración de 4.5%, se registró .798 (gl = 9; p = .059). Considerando un nivel de significancia de 0.05, los valores p obtenidos en todas las muestras superan este umbral ($p > 0.05$). En consecuencia, bajo esta prueba, no se encuentra evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0), lo que indica que los datos de resistencia a la compresión siguen una distribución normal en todos los grupos analizados.

3.2.1.1.2. Prueba de Análisis de Varianza (ANOVA). Dado que los datos cumplieron con el supuesto de normalidad, es decir, que se ajustan a una distribución normal, se justificó el uso de la prueba ANOVA para evaluar si existían diferencias significativas entre al menos dos de las medias correspondientes a las distintas dosificaciones de ceniza.

Para la aplicación del análisis de varianza (ANOVA), se plantearon las siguientes hipótesis:

-Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre los distintos tratamientos con ceniza de fibra de *Cocos nucifera*; es decir, las medias de los grupos son iguales ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$).

-Hipótesis alternativa (H_a): Al menos uno de los tratamientos con ceniza de fibra de *Cocos nucifera* genera una diferencia significativa en la resistencia a la compresión; es decir, al menos una de las medias difiere de las demás ($\mu_1 \neq \mu_2$).

Criterios de decisión:

-Si $\boldsymbol{p \leq 0.05}$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se considera la hipótesis alternativa (H_a).

-Si $\boldsymbol{p > 0.05}$, se considera la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

Tabla 55

Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a la compresión en función del porcentaje de ceniza de Cocos nucifera

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5282,623	3	1760,874	,542	,657
Dentro de grupos	104052,828	32	3251,651		
Total	109335,451	35			

Nota. gl = grados de libertad; y F = estadístico de prueba F. Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

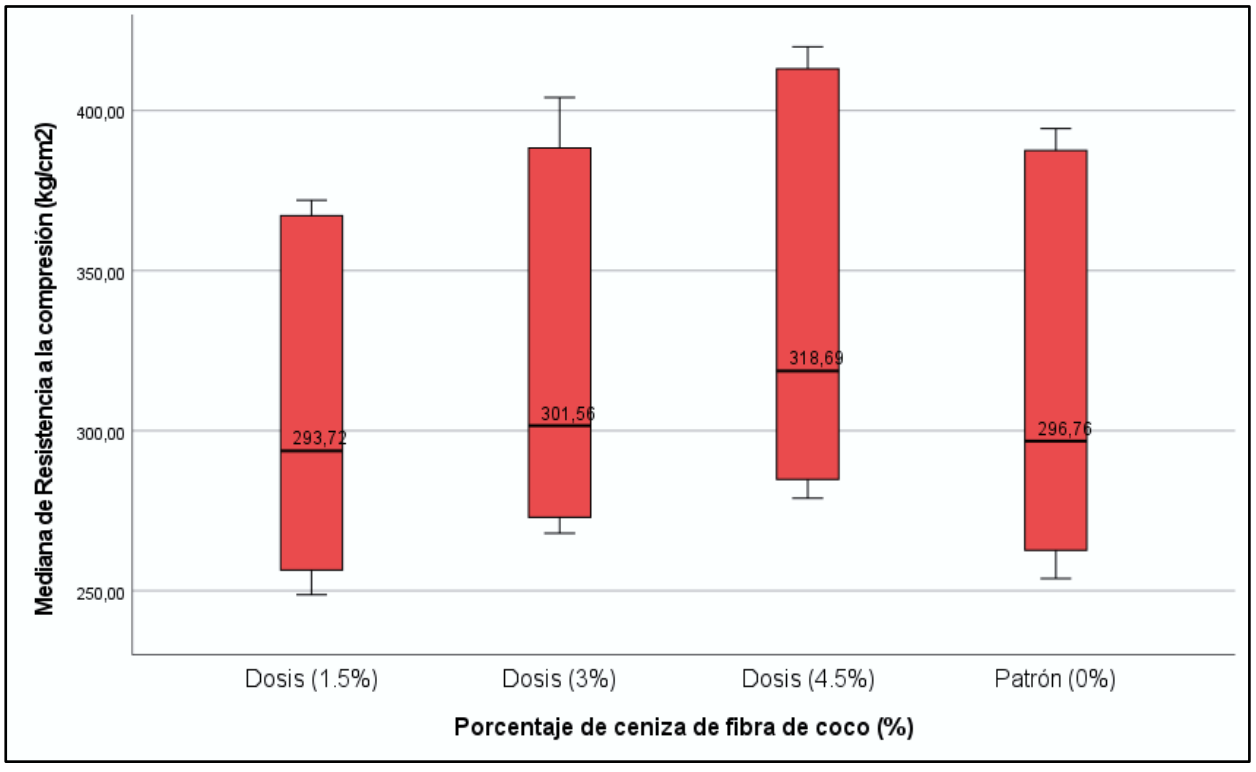
Interpretación: La Tabla 55 muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a la resistencia a la compresión, en función del porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera*. Se obtuvo un valor de $F = .542$, con $gl = 3$ entre grupos y $gl = 32$ dentro de los grupos, y un valor de $p = .657$. Dado que este valor superó el umbral de significancia ($p > 0.05$), se aceptó la hipótesis nula (H_0). Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión entre los distintos porcentajes de adición de ceniza evaluados.

Además, la suma de cuadrados entre grupos (5282.623) fue considerablemente menor que la suma de cuadrados dentro de los grupos (104052.828), lo que sugiere que la mayor parte de la variabilidad observada en la resistencia a la compresión se debe principalmente a factores internos de cada grupo de tratamiento, y no al efecto de los diferentes porcentajes de adición de ceniza. En consecuencia, no se encontró evidencia estadística suficiente para afirmar que la variación en el porcentaje de ceniza tuvo un impacto significativo sobre la resistencia a la compresión de los adoquines analizados. Por lo tanto, no fue necesaria la aplicación de pruebas post hoc para comparar pares de medias, dado que el ANOVA no reveló diferencias significativas entre los grupos.

3.2.1.1.3. Diagrama de Cajas y Bigotes.

Figura 31

Diagrama de cajas y bigotes de la distribución de datos de resistencia a la compresión según el porcentaje de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Mediana y dispersión de la resistencia por porcentaje de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 31 presenta la mediana de la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, según los distintos porcentajes de adición de ceniza de *Cocos nucifera* (1.5%, 3.0%, 4.5% y patrón sin adición, 0%). Las barras de color rojo ilustran la dispersión de los datos de cada grupo de tratamiento, donde la línea horizontal dentro de cada barra representa la mediana, y las líneas verticales que se extienden desde la parte superior e inferior de la caja (los bigotes) indican los datos fuera de los rangos intercuartílicos. La altura de cada caja representa el rango intercuartílico, que abarca el 50% de las muestras centrales. El patrón (0%) presenta una mediana de 296.76 kg/cm2, mientras que con 1.5% de ceniza, esta desciende ligeramente a 293.72 kg/cm2. Con una dosis de 3.0%, la mediana aumenta a 301.56 kg/cm2, y con 4.5%, alcanza el valor más alto: 318.69 kg/cm2.

En general, los resultados sugieren que la adición de ceniza influye en la resistencia a la compresión, con una tendencia creciente en la mediana a medida que se incrementa el porcentaje de adición, aunque con una leve disminución inicial en la dosis de 1.5% en comparación con el patrón.

3.2.1.2. Efecto de la Edad de Curado.

3.2.1.2.1. Prueba de Normalidad. Se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para evaluar si los datos se ajustan a una distribución normal. Se optó por esta prueba debido a que el tamaño de la muestra (n = 36) era inferior a 50 ($n \leq 50$), criterio bajo el cual se recomienda el uso de Shapiro-Wilk. En caso de haber contado con una muestra mayor ($n > 50$), se habría considerado el uso de la prueba de Kolmogórov-Smirnov.

Con el propósito de evaluar la normalidad de los datos, se planteó las siguientes hipótesis:

-Hipótesis nula (H_0): Los datos siguen una distribución normal.

-Hipótesis alternativa (H_a): Los datos no siguen una distribución normal.

Criterios de decisión:

-Si $\boldsymbol{p \leq 0.05}$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se considera la hipótesis alternativa (H_a).

-Si $\boldsymbol{p > 0.05}$, se considera la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

Tabla 56

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la resistencia a la compresión según la edad de curado

Variable dependiente	Edad de curado (días)	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm2)	7 días	,951	12	,645
	14 días	,870	12	,065
	28 días	,936	12	,452

Nota. gl = grados de libertad; y Sig. = nivel de significancia (valor *p*). Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

Interpretación: La Tabla 56 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a los datos de resistencia a la compresión (kg/cm2) para diferentes edades de curado: 7, 14 y 28 días. Para 7 días, el estadístico fue .951 (gl = 12; p = .645); a los 14 días, se obtuvo un valor de .870 (gl = 12; p = .065); y a los 28 días, se registró .936 (gl = 12; p = .452). Considerando un nivel de significancia de 0.05, los valores p obtenidos para las tres edades de curado son superiores a este umbral (p > 0.05). Por tanto, no se encontró evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (H_0) de normalidad en ninguna de las edades evaluadas, lo que sugiere que los datos siguen una distribución normal en los tres periodos analizados.

3.2.1.2.2. Prueba de Análisis de Varianza (ANOVA). Al confirmarse que los datos se ajustan a una distribución normal, se consideró apropiado aplicar la prueba ANOVA con el fin de determinar la existencia de diferencias significativas entre al menos dos de las medias grupales correspondientes a las distintas edades de curado.

Para la aplicación del análisis de varianza (ANOVA), se plantearon las siguientes hipótesis:

-Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre las distintas edades de curado; es decir, las medias de los grupos son iguales ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$).

-Hipótesis alternativa (H_a): Al menos una de las edades de curado produce una diferencia significativa en la resistencia a la compresión; es decir, al menos una de las medias difiere de las demás ($\mu_1 \neq \mu_2$).

Criterios de decisión:

-Si $\boldsymbol{p \leq 0.05}$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se considera la hipótesis alternativa (H_a).

-Si $\boldsymbol{p > 0.05}$, se considera la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

Tabla 57

Análisis de varianza (ANOVA) para la resistencia a compresión en función de la edad de curado

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	103142,366	2	51571,183	274,798	,000
Dentro de grupos	6193,085	33	187,669		
Total	109335,451	35			

Nota. gl = grados de libertad; y F = estadístico de prueba F. Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

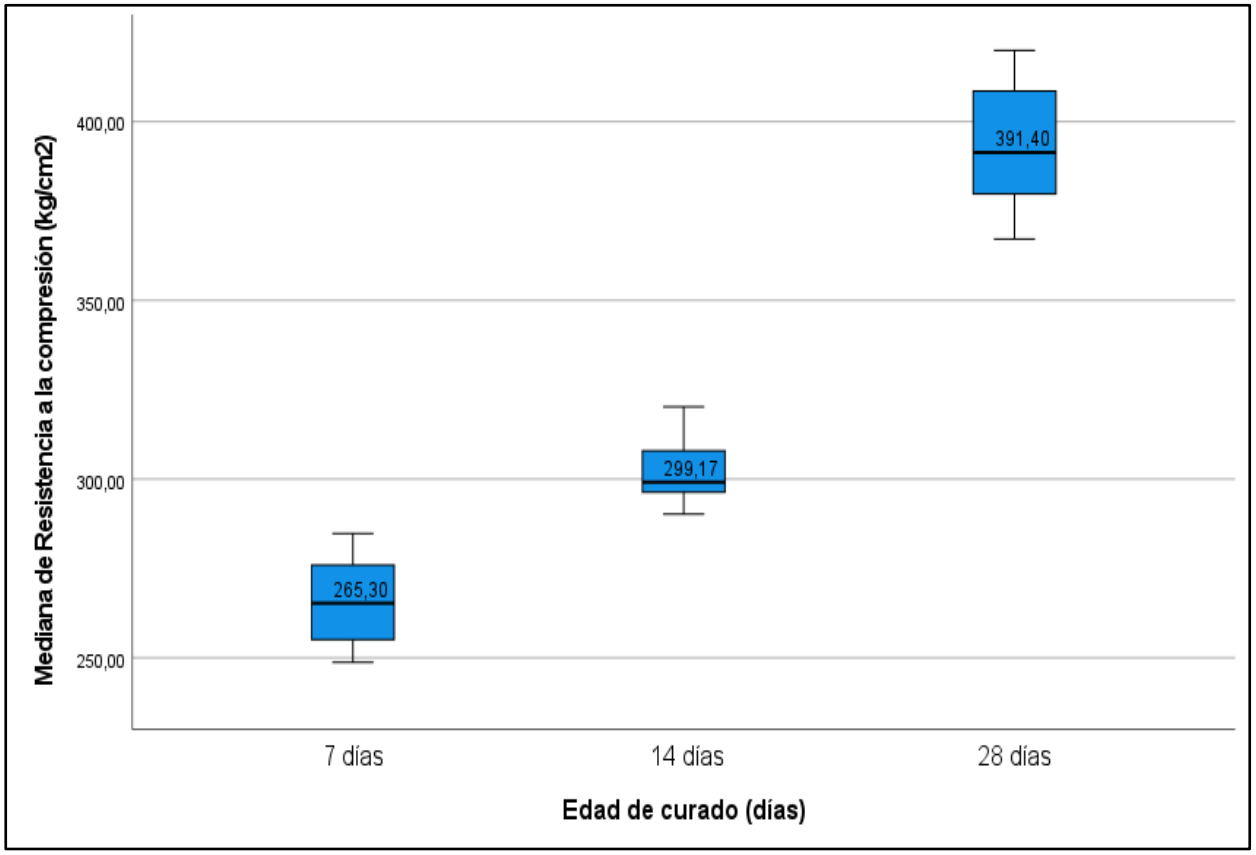
Interpretación: La Tabla 57 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) aplicado a los datos de resistencia a la compresión según la edad de curado. Se obtuvo un valor de F = 274.798, con gl = 2 (entre grupos) y gl = 33 (dentro de los grupos), y un valor de p = .000. Dado que este valor fue inferior al nivel de significancia establecido ($p < 0.05$), se rechazó la hipótesis nula (H_0), lo que indica la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión entre al menos dos de las edades de curado.

Además, la suma de cuadrados entre grupos (103,142.366) fue considerablemente mayor que la suma de cuadrados dentro de los grupos (6,193.085), lo que sugiere que una parte importante de la variabilidad observada se debe al efecto de la edad de curado. En consecuencia, se encontró evidencia estadística suficiente para afirmar que este factor tuvo un impacto significativo sobre la resistencia a la compresión de los adoquines analizados. Por lo tanto, se justificó la aplicación de la prueba de Tukey para identificar cuáles edades de curado presentan diferencias significativas entre sí.

3.2.1.2.3. Diagrama de Cajas y Bigotes.

Figura 32

Diagrama de cajas y bigotes de la distribución de datos de resistencia a la compresión según la edad de curado



Nota. Mediana y dispersión de la resistencia por edad de curado. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 32 ilustra la mediana y la dispersión (barras de color azul) de la resistencia a la compresión (kg/cm2) de adoquines de concreto en función de la edad de curado (7, 14 y 28 días). La línea horizontal dentro de cada caja indica la mediana, mientras que las líneas superior e inferior representan el primer y el tercer cuartil, es decir, el rango intercuartílico. Se observa una tendencia ascendente en la mediana de la resistencia a la compresión conforme aumenta la edad de curado: 265.30 kg/cm2 a los 7 días, 299.17 kg/cm2 a 14 días y 391.40 kg/cm2 a los 28 días. La mayor longitud de la caja correspondiente a los 28 días sugiere una mayor dispersión de los datos en comparación con las otras edades. En conjunto, estos resultados evidencian una relación positiva entre la edad de curado y la resistencia a la compresión, lo que indica que un mayor tiempo de curado contribuye a una mejora en las propiedades mecánicas de los adoquines.

3.3. Evaluación Técnica, Ambiental y Económica del Uso de Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*) en Adoquines de Concreto

3.3.1. Evaluación Técnica

3.3.1.1. Análisis de la Variación Dimensional de los Adoquines de Concreto (NTP 399.611).

Las dimensiones de los adoquines podían presentar ciertas variaciones, siempre que se mantuvieran dentro de los límites permitidos por la NTP 399.611.

Tabla 58

Tolerancias dimensionales máximas permitidas en adoquines

Largo mm (cm)	Ancho mm (cm)	Espesor mm (cm)
±1.6 (±0.16)	±1.6 (±0.16)	± 3.2 (±0.32)

Nota. Variación dimensional máxima de adoquines según diseño. Fuente: NTP 399.611 (2018).

Interpretación: La Tabla 58 especifica las tolerancias dimensionales máximas permitidas en adoquines, de acuerdo con la NTP 399.611. Se establecen márgenes de variación respecto a las dimensiones nominales de diseño para el largo, ancho y espesor de los adoquines. Para el largo y ancho, la tolerancia máxima es de ± 1.6 mm (± 0.16 cm). Para el espesor, la tolerancia máxima permitida es de ± 3.2 mm (± 0.32 cm).

Se analizaron 36 adoquines de concreto para pavimentos de tránsito vehicular ligero, con dimensiones de diseño de 20 x 10 x 6 cm (ver Anexo 05), calculándose la variación dimensional de cada uno mediante la ecuación correspondiente:

$$VD = DO - DP \tag{21}$$

Donde:

VD = variación dimensional (cm).

DO = dimensiones obtenidas (cm).

DP = dimensiones propuestas (cm).

3.3.1.1.1. Variación Dimensional Promedio de los Adoquines. Los resultados del promedio aritmético para cada grupo de especímenes, obtenidos conforme a los lineamientos de la Norma Técnica Peruana 399.611, se presentan a continuación:

Tabla 59

Promedio de dimensiones de adoquines con y sin adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera

Porcentaje de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	**Largo (cm)**	**Ancho (cm)**	**Espesor (cm)**
0%	20.11	10.09	6.09
1.5%	20.14	10.10	6.25
3.0%	20.13	10.09	6.29
4.5%	20.10	10.10	6.16

Nota. Valores promedio de variación dimensional de adoquines de concreto. Fuente: Elaboración propia (2025).

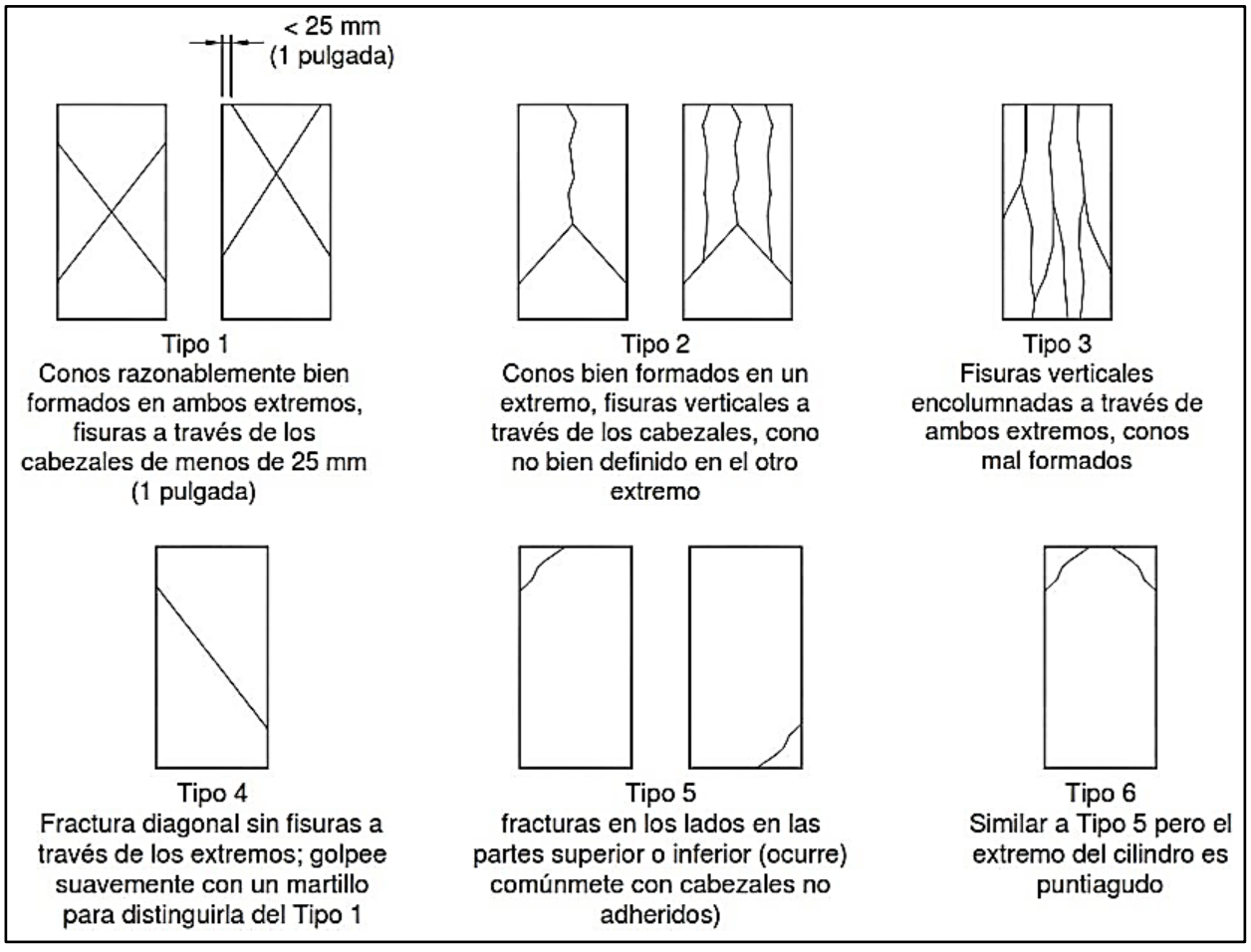
Interpretación: La Tabla 59 presenta el promedio de las dimensiones (largo, ancho y espesor, en cm) de los adoquines de concreto fabricados con diferentes porcentajes de adición de ceniza de fibra de *Cocos nucifera* (0%, 1.5%, 3.0% y 4.5%). Para el largo, los valores promedio oscilan entre 20.10 cm y 20.14 cm. El ancho promedio se mantiene relativamente constante alrededor de 10.09 cm y 10.10 cm. El espesor promedio exhibe una mayor variabilidad, con valores que van desde 6.09 cm para el concreto patrón hasta 6.29 cm con la adición del 3.0% de ceniza.

3.3.1.2. Análisis del Tipo de Falla de los Adoquines de Concreto (NTP 339.034).

Durante las pruebas de resistencia a la compresión de los adoquines, se identificaron y registraron distintos tipos de fallas características, en concordancia con lo establecido por la norma NTP 339.034. Para su clasificación, se empleó el sistema tipológico descrito en la figura adjunta, el cual permite categorizar las fallas según su forma, dirección de propagación y comportamiento mecánico observado durante la rotura.

Figura 33

Esquema de patrones característicos de fractura en ensayos de compresión de concreto



Nota. Clasificación de seis tipos de fractura en especímenes de concreto comprimidas. Fuente: NTP 339.034 (2021).

Interpretación: La Figura 33 presenta seis tipos de fractura observados en muestras de concreto sometidas a ensayos de compresión. Cada tipo, numerado del 1 al 6, se ilustra esquemáticamente y se acompaña de una descripción textual que detalla el modo de falla. Los esquemas muestran la vista lateral del espécimen, representando las grietas o planos de rotura mediante líneas sólidas o discontinuas. Las descripciones destacan características como la formación de conos en los extremos, la orientación de las fisuras (verticales o diagonales) y el estado de los cabezales del cilindro. En el Tipo 1, el símbolo "< 25 mm (1 pulgada)" indica fisuras en los cabezales con una longitud inferior a 25 milímetros.

Se realizó un análisis detallado de todos los especímenes sometidos a compresión, considerando los distintos porcentajes de adiciones y las edades de curado evaluadas (7, 14 y 28 días). Los resultados correspondientes a los tipos de falla observados se presentan de forma sistematizada en la siguiente tabla:

Tabla 60

Tipos y porcentajes de fallas típicas registradas en el ensayo de resistencia a la compresión

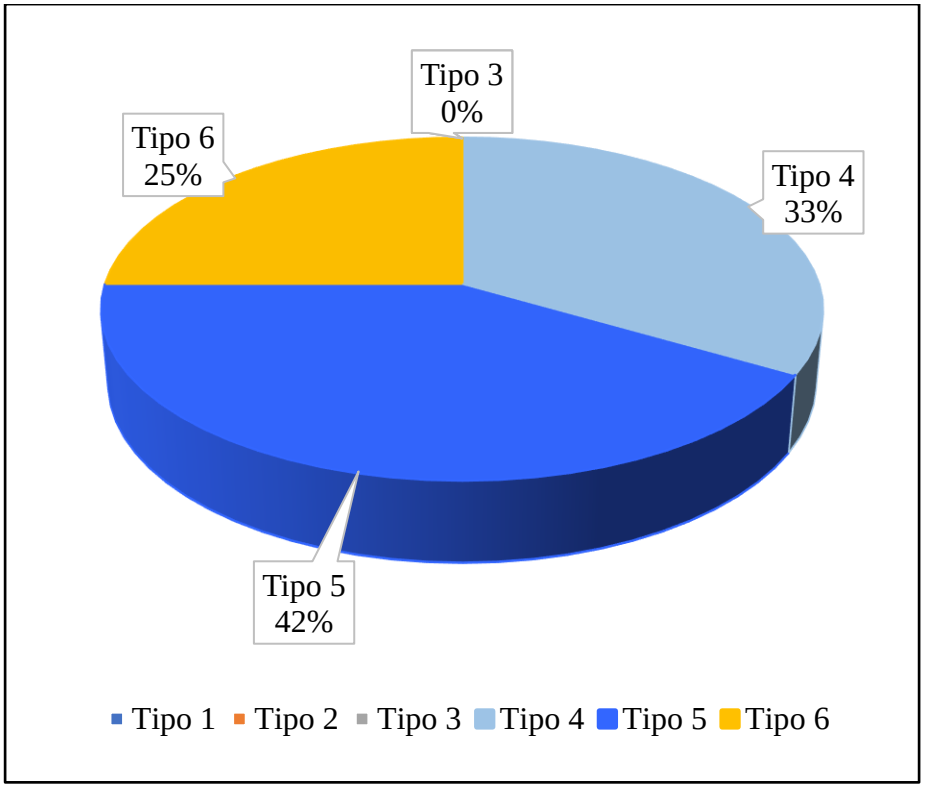
Tipo de falla	Cantidad	Porcentaje (%)
Tipo 1	0	0%
Tipo 2	0	0%
Tipo 3	0	0%
Tipo 4	12	33%
Tipo 5	15	42%
Tipo 6	9	25%
Total	36	100%

Nota. Análisis de tipos de fractura en ensayos de compresión de adoquines. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 60 muestra la distribución de los tipos de falla observados durante los ensayos de compresión en adoquines de concreto. De los seis tipos de falla identificados, los Tipos 1, 2 y 3 no registraron ocurrencias (0%). Las fallas más frecuentes corresponden al Tipo 5, con 15 incidencias (42%), seguidas del Tipo 4 con 12 incidencias (33%) y del Tipo 6 con 9 incidencias (25%).

Figura 34

Distribución de los tipos de fallas típicas registradas en el ensayo a compresión del concreto



Nota. Distribución porcentual de fallas en adoquines según la NTP 339.034. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 34 ilustra la distribución porcentual de los tipos de fallas observadas en los adoquines de concreto durante el ensayo de compresión. Se evidencia la predominancia del Tipo 5, que representa el 42% de las fallas (fractura lateral con desprendimiento de cabezales). A continuación, el Tipo 4 presenta un 33% (fractura diagonal sin fisuras) y el Tipo 6 un 25% (fractura lateral con extremo apuntado). En contraste, los Tipos 1 (conos bien formados

con fisura central), 2 (cono en un extremo y fisuras verticales) y 3 (fisuras verticales y conos mal formados) no mostraron ocurrencias (0% cada uno), lo que indica que dichos modos de fractura no fueron representativos en la población de especímenes evaluados.

3.3.2. Evaluación Ambiental: Análisis del Beneficio Ambiental del Uso de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) en Adoquines de Concreto

La incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la fabricación de adoquines de concreto no solo mejoró propiedades técnicas como la resistencia mecánica y la durabilidad, sino que también evidenció un impacto ambiental positivo. Este residuo agroindustrial, que habitualmente sería dispuesto en vertederos o sometido a incineración, fue valorizado como materia prima alternativa, lo que permitió evitar prácticas que comúnmente contribuyen a la emisión de contaminantes.

El uso de ceniza como aditivo redujo la dependencia de materiales convencionales con elevada huella de carbono, como el cemento, lo que a su vez contribuyó a la disminución de las emisiones de dióxido de carbono (CO2) generadas durante el proceso de producción. Esta estrategia no solo mitigó los impactos negativos asociados a la gestión inadecuada de residuos agrícolas, sino que también promovió la aplicación de principios de economía circular en el ámbito constructivo.

En este contexto, el aprovechamiento de la ceniza facilitó una gestión más eficiente de los recursos, favoreció la reutilización de materiales residuales y disminuyó la presión sobre los ecosistemas naturales, al reducir la necesidad de extraer recursos naturales vírgenes. Este enfoque aportó beneficios ambientales tangibles y fomentó la adopción de prácticas sostenibles en el sector de la construcción, consolidando a este material como una alternativa ecológica viable para la conservación de los recursos naturales y la reducción de la contaminación ambiental.

3.3.3. Evaluación Económica: Análisis Costo-Beneficio del Uso de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) en la Producción de Adoquines de Concreto

Se evaluó el impacto económico de la propuesta de adoquín elaborado con adiciones de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), mediante un análisis de viabilidad basado en la relación costo-beneficio. Esta evaluación contempló la comparación entre los costos de producción y los beneficios potenciales del adoquín con aditivo, en relación con un adoquín de concreto patrón.

Tabla 61

Costo unitario de producción del adoquín patrón (0%)

Material	Unidad	Cantidad	Costo material	Costo por unidad
Cemento	kg	0.413	S/ 0.83	S/ 1.10
Agregado fino	kg	1.172	S/ 0.07	
Agregado grueso	kg	0.942	S/ 0.07	
Agua	l	0.271	S/ 0.10	

Nota. Análisis de costos del adoquín de concreto convencional. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 61 muestra un análisis detallado del costo unitario de un adoquín patrón (0% de adiciones). Se observó que el cemento representó el componente de mayor costo, utilizando 0.413 kg a un precio de S/ 0.83. De agregado fino se requirió 1.172 kg, mientras que del agregado grueso se necesitó 0.942 kg, ambos con un costo de S/ 0.07. Por último, se utilizaron 0.271 litros de agua. El análisis concluyó que el costo total por unidad del adoquín patrón ascendió S/ 1.10.

Tabla 62

Costo unitario del adoquín con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera al 1.5%

Material	Unidad	Cantidad	Costo material	Costo por unidad
Cemento	kg	0.413	S/ 0.83	
Agregado fino	kg	1.172	S/ 0.07	
Agregado grueso	kg	0.942	S/ 0.07	S/ 1.30
Agua	l	0.271	S/ 0.10	
Ceniza (1.5%)	g	0.006	S/ 0.14	

Nota. Análisis de costos del adoquín de concreto mejorado. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 62 especifica que se necesitó 0.413 kg de cemento, cuyo costo fue de S/ 0.83. Para el agregado fino, se usaron 1.172 kg, con un costo de S/ 0.07. El agregado grueso también tuvo un costo de S/ 0.07, con una cantidad de 0.942 kg. Se necesitó 0.271 litros de agua. Se añadió ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en una proporción del 1.5%, lo que representó 0.006 gramos, con un costo de S/ 0.14. El costo total por unidad del adoquín, considerando todos los materiales, fue de S/ 1.30.

Tabla 63

Costo unitario del adoquín con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera al 3.0%

Material	Unidad	Cantidad	Costo material	Costo por unidad
Cemento	kg	0.413	S/ 0.83	
Agregado fino	kg	1.172	S/ 0.07	
Agregado grueso	kg	0.942	S/ 0.07	S/ 1.40
Agua	l	0.271	S/ 0.10	
Ceniza (3.0%)	g	0.012	S/ 0.28	

Nota. Análisis de costos del adoquín de concreto reforzado. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: En la Tabla 63 se detalla el costo por unidad de cada material empleado en la fabricación del adoquín. Se incorporó ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en una proporción del 3.0%, lo que representó 0.012 gramos, con un costo de S/ 0.28. El costo total por

unidad del adoquín, incluyendo todos los materiales, ascendió a S/ 1.40.

Tabla 64

Costo unitario del adoquín con adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera al 4.5%

Material	Unidad	Cantidad	Costo material	Costo por unidad
Cemento	kg	0.413	S/ 0.83	
Agregado fino	kg	1.172	S/ 0.07	
Agregado grueso	kg	0.942	S/ 0.07	S/ 1.50
Agua	l	0.271	S/ 0.10	
Ceniza (4.5%)	g	0.018	S/ 0.42	

Nota. Análisis de costos del adoquín de concreto mejorado. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 64 presenta un análisis detallado del costo unitario de un adoquín de concreto reforzado con la adición de ceniza. Se desglosa el empleo de materiales, incluyendo 0.413 kg de cemento, 1.172 kg de agregado fino, 0.942 kg de agregado grueso y 0.271 litros de agua, con sus respectivos costos unitarios. La incorporación de 0.018 gramos de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) al 4.5% representa un costo adicional de S/ 0.42. El costo total por unidad del adoquín mejorado asciende a S/ 1.50.

Tabla 65

Costo por metro cuadrado y millar de adoquines de concreto con y sin adición de ceniza

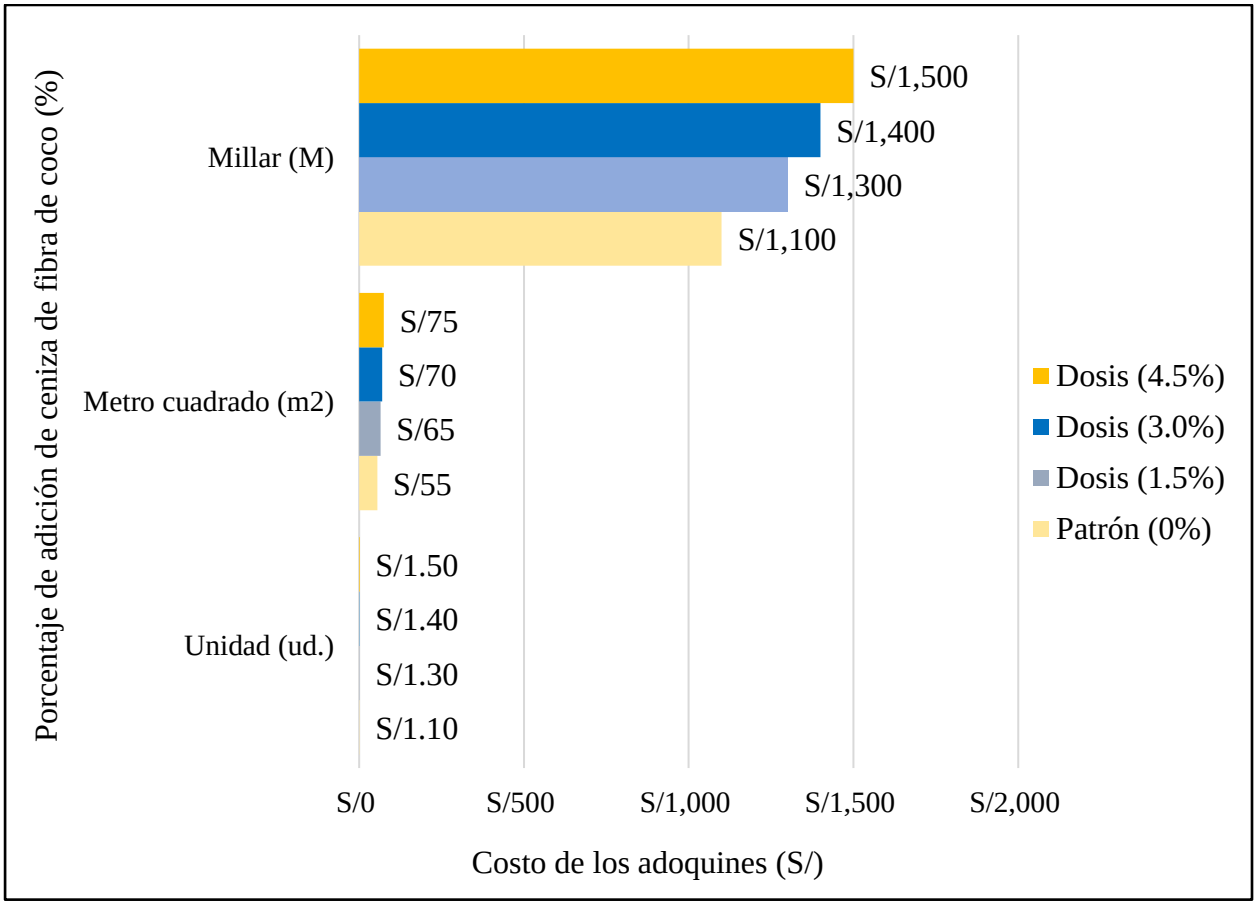
Porcentaje de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	Costo de los adoquines (S/)	
	Metro cuadrado (m2)	Millar (M)
Patrón (0%)	S/ 55	S/ 1100
Dosis (1.5%)	S/ 65	S/ 1300
Dosis (3.0%)	S/ 70	S/ 1400
Dosis (4.5%)	S/ 75	S/ 1500
Total	S/ 265	S/ 5300

Nota. Costo de adoquines con diferentes dosis de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 65 exhibe el costo de adoquines de concreto por metro cuadrado (m2) y por millar (M) en función del porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera*. El adoquín patrón (0%, sin adición) presenta un costo de S/ 55 por m2 y S/ 1100 por millar. A medida que aumenta el porcentaje de adición de ceniza, el costo se incrementa progresivamente: S/ 65 (1.5%), S/ 70 (3.0%) y S/ 75 (4.5%) por metro cuadrado; y S/ 1300, S/ 1400 y S/ 1500 por millar, respectivamente. El costo total para los cuatro porcentajes evaluados asciende a S/ 265 por m2 y S/ 5300 por millar. Se observa una correlación positiva entre el porcentaje de adición de ceniza y el costo de producción de los adoquines de concreto.

Figura 35

Costo de los adoquines según el porcentaje de ceniza adicionada



Nota. Costo de adoquines según porcentaje de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 35 compara el costo de los adoquines de concreto, expresado en soles (S/), para distintos porcentajes de adición de ceniza de *Cocos nucifera*, considerando las unidades de medida: unidad (ud.), metro cuadrado (m2) y millar (M). El adoquín patrón (0%, sin adición), presenta el costo más bajo: S/ 1.10 por unidad, S/ 55 por m2 y S/ 1,100 por millar. A medida que el porcentaje de adición aumenta (1.5%, 3.0% y 4.5%), el costo se incrementa progresivamente, alcanzando los valores más altos con la adición del 4.5%: S/ 1.50 por unidad, S/ 75 por m2 y S/ 1,500 por millar. Se observa una tendencia directamente proporcional entre el porcentaje de ceniza incorporada y el costo de los adoquines en las tres unidades analizadas.

Los datos presentados en la figura anterior evidenciaron un incremento en el costo de producción de los adoquines, expresado en unidades monetarias por unidad, metro cuadrado y millar, en correspondencia directa con el aumento del porcentaje de adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). Este incremento estuvo relacionado con los gastos adicionales asociados a la obtención, procesamiento y calcinación de la ceniza, costos que no estuvieron presentes en la elaboración del adoquín patrón (0% de adición).

A pesar del aumento en los costos de fabricación, la mejora en las propiedades mecánicas de los adoquines justificó la relación costo-beneficio de la adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). Esta adición no solo reduce los costos de mantenimiento y reemplazo a largo plazo, sino que también promueve la sostenibilidad al utilizar un residuo agroindustrial, lo que mejora la gestión de recursos, reduce la huella de carbono y contribuye a la reducción de residuos. Así, la propuesta se presenta como una solución económica y ambientalmente viable en la construcción.

3.3.4. Limitaciones del Estudio: Análisis de las Restricciones Logísticas y Técnicas en la Recolección y Ensayo de Muestras

Durante el desarrollo de la investigación, se presentaron diversas limitaciones, entre las cuales destacó la necesidad de garantizar que los laboratorios encargados de los ensayos de los agregados y de la ceniza contaran con la debida habilitación y con un certificado de acreditación otorgado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL). Asimismo, resultaba esencial que los equipos utilizados en dichos ensayos estuvieran debidamente calibrados, con certificados vigentes emitidos por la misma entidad acreditadora. Para superar esta dificultad, se adoptó como estrategia la elaboración de un listado de laboratorios potenciales, seguida de visitas técnicas a aquellos ubicados en la provincia de Jaén, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos. Esta verificación fue fundamental, ya que el incumplimiento de tales criterios podía comprometer la fiabilidad y validez de los resultados.

Una vez verificado que los laboratorios evaluados cumplían con los requisitos establecidos, se optó por contratar los servicios del laboratorio **Engineering and Construction S.A.C. (F&M)**, por ser el que mejor se ajustaba a los criterios previamente definidos para la realización de los ensayos de los agregados. No obstante, ante la falta de un laboratorio local que cumpliera con las condiciones necesarias para llevar a cabo los análisis de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), se decidió enviar la muestra correspondiente a la ciudad de Lima. Allí, el laboratorio **Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. (SLab Perú)** fue el encargado de efectuar el muestreo y análisis de dicha ceniza.

Otra limitación identificada durante el desarrollo de la investigación fue la dificultad para localizar una ladrillera que contara con un horno adecuado para la quema de cáscara de coco (*Cocos nucifera*) bajo condiciones controladas. La ausencia de estos parámetros pudo haber generado variaciones en la calidad de la ceniza obtenida, atribuibles a diferencias en los procesos de combustión y recolección, lo cual pudo influir negativamente en la confiabilidad de los resultados experimentales.

Luego de realizar múltiples gestiones y visitas a diversas ladrilleras en la ciudad de Jaén, se constató que la mayoría de estas no contaban con las condiciones necesarias para llevar a cabo la quema de la cáscara de coco (*Cocos nucifera*). No obstante, se identificó a la empresa ladrillera **Cerámicos Pakamuros E.I.R.L. (Ladrillos GREQ)**, la cual expresó su disposición para realizar el proceso. Sin embargo, este solo podía efectuarse de manera conjunta con la cocción de ladrillos moldeados, empleando altas temperaturas y paja de arroz como combustible adicional, lo que generaba una mezcla de cenizas incompatible con los fines del estudio. Frente a esta limitación, se optó por contactar a la panadería **"Los Méndez"**, ubicada en la Segunda Etapa del sector Fila Alta, en el distrito de Jaén, donde se logró alquilar un horno artesanal para efectuar la calcinación controlada del residuo agrícola. Como resultado, se obtuvo la ceniza, la cual fue almacenada en bolsas herméticas con el propósito de preservar su humedad y evitar la contaminación con impurezas.

3.3.5. Aportación a la Ingeniería Civil: Impacto de la Ceniza de Fibra de Coco (Cocos nucifera) en la Sostenibilidad y Durabilidad de Adoquines de Concreto

La presente investigación se alineó con los principios de sostenibilidad urbana, específicamente en el contexto de ciudades y comunidades sostenibles, al enfocarse en la utilización de materiales reciclados, la evaluación de su impacto ambiental y su potencial para contribuir al desarrollo de infraestructuras más resilientes. El estudio constituye una aportación relevante al conocimiento técnico-científico, al evidenciar mejoras en la resistencia a la compresión mediante la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la fabricación de adoquines de concreto, lo cual repercute directamente en su durabilidad.

La relevancia de esta investigación en el campo de la ingeniería civil radica en su abordaje de una problemática contemporánea: la mejora de los materiales de construcción mediante la incorporación de residuos agroindustriales como adiciones minerales en mezclas de concreto. Este enfoque contribuyó a la mejora de sus propiedades mecánicas, promoviendo simultáneamente prácticas más sostenibles dentro del sector. En particular, la evaluación de proporciones del 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza reveló un potencial significativo para aumentar la resistencia mecánica de los adoquines tipo II, destinados al tránsito vehicular ligero, lo cual se traduce en mayor durabilidad y eficiencia en el uso de recursos.

Asimismo, esta investigación amplía el cuerpo de conocimiento existente y ofrece herramientas prácticas para el sector profesional, fomentando una transición hacia prácticas constructivas más responsables. La rigurosa selección y análisis de información técnica garantizó la validez científica del estudio, reforzando su aplicabilidad en futuras investigaciones y desarrollos del sector de la ingeniería civil.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión

En el contexto del objetivo general, se evaluó el efecto de incorporar ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% sobre la resistencia a compresión de adoquines de concreto con una resistencia de diseño f´c=380 kg/cm2. Los resultados mostraron que la mezcla patrón (0%) alcanzó una resistencia promedio de 390.12 kg/cm2 a los 28 días de curado. Por su parte, la mezcla con 1.5% obtuvo una resistencia de 369.45 kg/cm2 (disminución de 5.30%), valor inferior al patrón y por debajo del límite normativo establecido en la NTP 399.611 (2017). En cambio, las mezclas con 3.0% y 4.5% superaron tanto al patrón como al valor normativo, con resistencias de 395.87 kg/cm2 (aumento de 1.47%) y 416.35 kg/cm2 (incremento de 6.72% respecto al patrón), destacando esta última por alcanzar la mayor resistencia a los 28 días (véase Tabla 53). En consecuencia, la hipótesis se valida parcialmente, dado que solo las proporciones de 3.0% y 4.5% de ceniza generaron un aumento significativo en la resistencia a la compresión de los adoquines. Estos resultados coincidieron con los obtenidos por Miranda y Quintero (2022), quienes reportaron un aumento del 58% en la resistencia a compresión de bloques de mampostería al incorporar 1.5% de mesocarpio de coco y 10% de estiércol bovino a los 28 días. De forma similar, Ureña y Martínez (2023) demostraron que la adición de 0.1% de fibras de polipropileno, 0.2% de estopa de coco y 0.3% de fibra de vidrio mejoró significativamente la resistencia, siendo el polipropileno el más eficaz, con un aumento del 22%. Finalmente, Olave (2021) encontró que la incorporación de 2% de fibra de coco (*Cocos nucifera*) incrementó la resistencia en un 40%, mientras que al adicionar 4% se observó una reducción del 20%.

En cumplimiento del primer objetivo específico, se caracterizaron las propiedades físico-mecánicas de los agregados fino y grueso conforme a las normativas técnicas vigentes. El agregado fino, presentó una morfología circular, granulometría homogénea y un módulo de finura fue de 2.6 (Tabla 29; rango permitido: 2.3–3.1, NTP 400.037, 2020), con una humedad de 1.0% (Tabla 33; límite ≤8%, NTP 339.185, 2021), absorción de 0.67% (Tabla 31; máximo 3%, NTP 400.022, 2018), y 0.06 g de material pasante en el tamiz N.º 200 (Tabla 29; limite <3%, NTP 400.037, 2020). El peso específico fue de 2.74 g/cm3 (Tabla 31; rango típico: 2.5–2.8) y los pesos unitarios suelto y compactado fueron de 2281 y 2411 kg/m3, respectivamente (Tabla 35; NTP 400.017, 2021). En cambio, el agregado grueso, mostró una morfología angular, granulometría heterogénea y un tamaño máximo nominal (TMN) de 1/2" (Tabla 30; ASTM C 33, 2020), con un módulo de finura de 4.9 (Tabla 30; valor típico para grava: 4.5–5.5), humedad de 0.4% (Tabla 34; límite ≤8%, NTP 339.185, 2021) y absorción de 0.98% (Tabla 32; máximo 3%, NTP 400.021, 2018). La resistencia a la abrasión fue de 21% (Tabla 37; límite ≤40%, ASTM C 131, 2021), el peso específico de 2.63 g/cm3 (Tabla 32; rango típico: 2.5–2.9), y los pesos unitarios fueron de 1355 kg/m3 (suelto) y 1422 kg/m3 (compactado) (Tabla 36; rango típico: 1200–1500 kg/m3, NTP 400.017, 2021). Estos resultados coinciden con los de Beraún (2021), quien reportó para el agregado fino un módulo de finura de 2.76, absorción de 0.55%, y para el grueso un módulo de 4.86, absorción de 0.69% y abrasión de 20.93%. En contraste, Rodríguez (2023) obtuvo para el fino una humedad de 2.89% (>1.0%), 4.93% de finos (>3%) y módulo de finura de 2.96; en el grueso, humedad de 0.13% y abrasión de 23.16%. Estas discrepancias podrían atribuirse a diferencias en las condiciones de transporte, almacenamiento y representatividad del muestreo, como lo señalan Hernández Sampieri et al. (2022).

De acuerdo con el segundo objetivo específico, se estableció la composición físico-química de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) mediante ensayos de laboratorio, siguiendo las especificaciones de normas ASTM. El peso específico fue de 0.73 g/cm3, valor dentro del rango especificado por la ASTM D 854 (0.70–1.90), la conductividad eléctrica alcanzó los 11.94 mS/cm, dentro del intervalo normado por la ASTM D 1125 (10–40), y el pH registrado fue 11.95, coincidiendo con el límite superior permitido por la ASTM E 70 (9.92–11.95); estos resultados se presentan en la Tabla 39. El análisis elemental por Fluorescencia de Rayos X (FRX) reveló altos contenidos de Ca (40.36%), K (37.77%), Cl (14.24%) y Si (2.60%), así como menores concentraciones de Fe (1.35%), S (1.22%), P (1.00%) y Zn (0.21%), cumpliendo con la ASTM E 1621 (2022), como se muestra en la Tabla 40. Por otro lado, se identificaron óxidos predominantes como el CaO (41.08%), K2O (35.27%) y SiO2 (4.85%), además de SO3 (2.56%), P2O5 (1.90%) y Fe2O3 (1.35%), tal como se presenta en la Tabla 41. Estos hallazgos coincidieron parcialmente con los resultados de Rojas (2024), quien reportó valores inferiores de CaO (1.23%), K2O (1.83%), Fe2O3 (0.85%), SiO2 (0.50%), MgO (0.45%), y un peso específico de 1.81 g/cm3. Por su parte, Beraún (2021) informó una conductividad eléctrica de 11.80 mS/cm, pH de 10.45, y bajos contenidos de FeO (0.06%), SiO2 (0.05%), MgO (0.05%) y CaO (0.03%). De manera similar, Chaquila y Ramírez (2021) reportaron un peso específico de 1.15 g/cm3, así como bajos valores de CaO (1.20%), K2O (1.13%), Fe2O3 (0.56%), Na2O (0.26%) y SiO2 (0.05%). En conjunto, los resultados demostraron que la ceniza analizada presentó una mayor calidad puzolánica, cumpliendo con los requisitos de las normas ASTM C 618 (2023) y ASTM C 311 (2024) para su uso como adición en mezclas de concreto.

Conforme al tercer objetivo específico, se diseñó una mezcla patrón de concreto orientada a alcanzar una resistencia característica de f´c=380 kg/cm2, siguiendo el método ACI 211.1 (2022), para un volumen de 1 m3. Los materiales empleados fueron cemento Pacasmayo Tipo I (344 kg/m3), arena (977 kg/m3), piedra chancada de 1/2" (785 kg/m3) y agua (226 l/m3). A esta mezcla se le incorporaron adiciones de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en tres proporciones según el peso del cemento: 1.5% (5.16 kg/m3), 3.0% (10.32 kg/m3) y 4.5% (15.48 kg/m3), como se detalla en la Tabla 43. De manera similar, Villanueva (2022) reportó resultados manteniendo constantes los componentes base y dosificando la ceniza en función del peso del agregado fino. Su mezcla estuvo compuesta por cemento Pacasmayo Tipo I (345 kg/m3), arena (788 kg/m3), piedra chancada de 1/2" (944 kg/m3) y agua (153 l/m3), con adiciones de ceniza de 0.5% (3.94 kg/m3), 1.0% (7.88 kg/m3), 1.5% (11.82 kg/m3) y 2.0% (15.76 kg/m3). En contraste, Chaquila y Ramírez (2021) diseñaron mezclas con una resistencia característica menor (f´c=210 kg/cm2), utilizando cemento Pacasmayo Tipo I (256 kg/m3), arena (901 kg/m3), piedra chancada de 1/2" (648 kg/m3) y agua (234 l/m3), incorporando adiciones de ceniza de 2% (5.12 kg/m3), 3% (7.68 kg/m3) y 5% (12.8 kg/m3), también en función del peso del cemento. Finalmente, Inga (2022) dosificó la ceniza considerando el peso del agregado grueso como base, con una mezcla compuesta por cemento Sol Tipo I (393 kg/m3), arena (799 kg/m3), piedra chancada de 1/2" (926 kg/m3) y agua (221 l/m3), e incorporó ceniza en proporciones de 0.8% (7.41 kg/m3), 1.6% (14.82 kg/m3) y 2.4% (22.22 kg/m3).

En concordancia con el cuarto objetivo específico, se determinó la resistencia a la compresión de adoquines elaborados con distintas proporciones de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) a los 7, 14 y 28 días de curado, mediante ensayos realizados conforme a la norma NTP 339.034 (2021). La mezcla patrón presentó una resistencia promedio de 390.12 kg/cm2 a los 28 días, mientras que las mezclas con ceniza registraron resistencias de 369.45 kg/cm2 (1.5%), 395.87 kg/cm2 (3.0%) y 416.35 kg/cm2 (4.5%), destacando estas dos últimas por alcanzar los valores más altos, como se muestra en la Tabla 53. Estos resultados coincidieron con los reportados por Bacalla y Vega (2023), quienes evaluaron mezclas con 3%, 5% y 8% de ceniza de coco (*Cocos nucifera*) en concreto con una resistencia de diseño de f´c=210 kg/cm2. En su estudio, la mezcla con 3% de ceniza alcanzó una resistencia máxima de 211.41 kg/cm2 a los 28 días, superando a las mezclas con 5% y 8%, que lograron 203.18 kg/cm2 y 190.77 kg/cm2, respectivamente; todas las resistencias fueron inferiores a la mezcla patrón, que alcanzó 234.01 kg/cm2. De igual manera, Amasifuen y Romero (2023) analizaron la influencia de la ceniza de coco (*Cocos nucifera*) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa*) en proporciones de 1%, 6% y 9% en concretos con f´c=350 kg/cm2. En este caso, la mezcla con 1% de ceniza obtuvo una resistencia de 325.77 kg/cm2 a los 28 días, valor ligeramente inferior al de la mezcla patrón (356.20 kg/cm2). Finalmente, Díaz y Fernández (2022) estudiaron la incorporación de ceniza de cascarilla de café (*Coffea arabica*) en proporciones de 1%, 2%, 4% y 6% en concretos con f´c=280 kg/cm2. En sus hallazgos, la mezcla con 1% de ceniza presentó la mayor resistencia, alcanzando 342.59 kg/cm2 a los 28 días, superando a la mezcla patrón, que logró 305.38 kg/cm2.

En relación con el quinto objetivo específico, se comparó estadísticamente la resistencia a la compresión de adoquines con diferentes porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) y edades de curado, mediante IBM SPSS Statistics. Para los porcentajes de ceniza, la prueba de Shapiro-Wilk arrojó valores de significancia ($p > 0.05$) en todas las muestras (ver Tabla 54), indicando distribución normal. La prueba de Levene mostró $p > 0.05$ (ver Tabla 73), confirmando homogeneidad de varianzas. El ANOVA ($p = .657$; ver Tabla 55) no evidenció diferencias significativas entre los grupos, por lo que no se aplicaron pruebas post hoc. Sin embargo, se observó una tendencia creciente en las medias: 315.26 kg/cm2 (0%), 305.22 kg/cm2 (1.5%), 322.31 kg/cm2 (3.0%) y 338.47 kg/cm2 (4.5%) (ver Figura 39). Respecto a la edad de curado, la prueba de Shapiro-Wilk confirmó normalidad ($p > 0.05$) en todos los grupos (ver Tabla 56), y la de Levene mostró homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$; ver Tabla 74). No obstante, el ANOVA ($p = .000$; ver Tabla 57) reveló diferencias significativas entre al menos dos edades. La prueba post hoc de Tukey ($p < .001$; ver Tabla 75) identificó diferencias entre todos los pares, con medias agrupadas en subconjuntos homogéneos: 7 días (265.53 kg/cm2), 14 días (302.47 kg/cm2) y 28 días (392.95 kg/cm2) (ver Tabla 76). Estos resultados coinciden con lo reportado por Huaranga (2024), quien evaluó proporciones de 0.1%, 0.2% y 0.3%, hallando normalidad ($p > 0.05$) y un ANOVA sin diferencias significativas ($p = .344$). De manera similar, Mejía (2022) reportó normalidad, homogeneidad ($p > 0.05$) y un ANOVA con $p = .419$, concluyendo que las proporciones de ceniza (2%, 3.5% y 5%) no generaron diferencias significativas. En contraste, Chávez (2023), al analizar proporciones de 0.25%, 0.50% y 0.75%, encontró normalidad y homogeneidad ($p > 0.05$), pero un ANOVA significativo ($p = .000$). La prueba post hoc reveló diferencias entre todas las edades, destacando una media significativamente mayor a 28 días (37.34 kg/cm2) frente a 14 (26.26 kg/cm2) y 7 días (13.16 kg/cm2), con $p < 0.05$ en todos los casos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se concluye que la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) influyó positivamente en la resistencia a compresión de adoquines de concreto con f´c=380 kg/cm2, siendo más efectiva la dosificación del 4.5%, la cual superó en 6.72% a la mezcla patrón a los 28 días de curado.

Se realizaron los ensayos a los agregados fino y grueso conforme a las normativas técnicas vigentes. Los resultados demostraron que ambos materiales cumplieron con los requisitos necesarios para su aplicación en mezclas de concreto, al presentar una granulometría adecuada, bajo contenido de finos y propiedades aceptables de humedad, absorción, abrasión y peso unitario.

Se estableció que la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) presentó propiedades físico-químicas compatibles con las normas ASTM C 618 y C 311, ya que su elevado contenido de CaO (41.08%) y K2O (35.27%), junto con un pH alcalino (11.95), baja densidad (0.73 g/cm3) y alta conductividad eléctrica (11.94 mS/cm), confirmaron su viabilidad como adición cementante en mezclas de concreto.

Se concluye que, mediante el método ACI 211.1, fue posible diseñar mezclas de concreto con incorporaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), dosificadas en función del peso del cemento de una mezcla patrón diseñada para alcanzar una resistencia característica de f´c=380 kg/cm2.

Se determinó la resistencia a compresión de los adoquines con adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) a los 7, 14 y 28 días de curado. Las dosificaciones del 3.0% y 4.5% aumentaron progresivamente la resistencia en comparación con la mezcla patrón, mientras que la proporción del 1.5% resultó menos efectiva en todas las edades evaluadas.

Se concluye que, al comparar los porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), no se observaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión de los adoquines ($p = .657 > 0.05$), aunque la mayor media (338.47 kg/cm2) se alcanzó con el 4.5%. En cambio, la edad de curado sí presentó diferencias significativas ($p = .000 < 0.05$), con el valor medio más alto registrado a los 28 días (392.95 kg/cm2).

5.2. Recomendaciones

Se sugiere que futuras investigaciones consideren la aplicación de una dosificación del 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en mezclas de concreto para la elaboración de adoquines tipo II, ya que esta proporción incrementó la resistencia a la compresión en 6.72% respecto a la mezcla patrón, cumpliendo con la norma NTP 399.611.

Se recomienda a tesistas establecer un protocolo estandarizado para muestreo y transporte de agregados desde la cantera hasta el laboratorio, considerando el uso de envases sellados y el control de los tiempos de traslado, con el fin de evitar alteraciones en la humedad y granulometría.

Se sugiere a los estudiantes de Ingeniería Civil considerar el uso de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) como adición puzolánica en mezclas de concreto, ajustando su dosificación a los límites establecidos por las normas ASTM C 618 y C 311, y complementando su aplicación con ensayos de laboratorio, dado que sus propiedades pueden variar según el tipo de biomasa, las condiciones de calcinación, el método analítico empleado y la preparación de las muestras.

Se recomienda a jóvenes investigadores diseñar mezclas de concreto conforme al método ACI 211.1, considerando factores como el tipo de cemento, la calidad del agua, la resistencia de diseño y las características de los agregados, ya que estos influyen en las proporciones y el desempeño final del concreto.

Se propone a quienes continúen esta línea de estudio la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 3.0% y 4.5% en la fabricación de adoquines de concreto, dado que estas dosificaciones evidenciaron el mejor desempeño mecánico a los 28 días de curado.

Se sugiere a la comunidad académica profundizar en la investigación sobre adoquines con ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*), mediante el aumento del tamaño muestral, la exploración de porcentajes superiores al 4.5% y el mantenimiento del periodo de curado a 28 días.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amasifuen Pashanasi, R. E., y Romero López, J. (2023). *Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. http://hdl.handle.net/20.500.18707/1649

American Concrete Institute. (2022). *ACI 211.1-91 (Reapproved 2022): Standard practice for selecting proportions for normal, heavyweight, and mass concrete.* American Concrete Institute. https://www.concrete.org

ASTM International. (2020). *ASTM C33/C33M-20: Standard Specification for Concrete Aggregates*. https://www.astm.org/c0033_c0033m-20.html

ASTM International. (2021). *ASTM C131/C131M-20: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine*. https://www.astm.org/c0131_c0131m-20.html

ASTM International. (2023). *ASTM D854-23: Standard test methods for specific gravity of soil solids by water pycnometer*. https://www.astm.org/d854-23.html

ASTM International. (2023). *ASTM D1125-23: Standard test methods for electrical conductivity and resistivity of water*. https://www.astm.org/d1125-23.html

ASTM International. (2024). *ASTM E70-24: Standard test method for pH of aqueous solutions with the glass electrode*. https://www.astm.org/e70-24.html

ASTM International. (2022). *ASTM E1621-22: Standard guide for elemental analysis by wavelength dispersive X-ray fluorescence spectrometry*. https://www.astm.org/e1621-22.html

ASTM International. (2023). *ASTM C618-23: Standard specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete*. https://www.astm.org/c618-23.html

ASTM International. (2024). *ASTM C311-24: Standard test methods for sampling and testing fly ash or natural pozzolans for use in portland-cement concrete*. https://www.astm.org/c311-24.html

Bacalla Lapiz, S., y Vega Dávila, M. (2023). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión F´C=210 kg/cm2 usando ceniza de fibra natural de coco como material de construcción en la provincia de Rioja* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Sedes Sapientiae]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Católica Sedes Sapientiae. https://hdl.handle.net/20.500.14095/734

Bailón Abad, E. I., y Alvarado Romero, H. F. (2022). *Análisis de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibras de pambil* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Loja. http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/13604

Beraún Coronel, E. G. (2021). *Resistencia a la compresión de un concreto de F´C= 280 kg/cm2 con adición de fibra vegetal (Cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. http://hdl.handle.net/20.500.14074/2566

Cabrera Córdova, V. C., y Rossi Luna, M. G. (2022). *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores* [Tesis de pregrado, Univeridad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Univeridad Nacional Agraria La Molina. https://hdl.handle.net/20.500.12996/2251

Chaquila Burga, L., y Ramírez Romero, F. L. (2021). *Diseño de adoquines de concreto con adición de ceniza de fibra de estopa de coco para mejorar su resistencia a compresión y propiedad térmica, Tarapoto - 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/52839

Chávez Atalaya, J. Y. (2023). *Propiedades físico y mecánicas del adobe compactado con incorporación de fibras de coco, Cajamarca 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/23572

Chucos Palomino, A. A. (2023). *Impacto ambiental del manejo de residuos sólidos del botadero El Porvenir - El Tambo* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional de la Universidad Continental. https://hdl.handle.net/20.500.12394/8794

Coronel Sánchez, Y. C., Altamirano Tocto, L. F., y Muñoz Pérez, S. P. (2022). Cenizas y fibras utilizadas en la elaboración de concreto ecológico: Una revisión de la literatura. *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

De La Cruz Pérez, L., y Guerrero Roman, E. (2024). *Adición de fibra de coco en bloques de concreto, para mejorar la resistencia a la compresión, Moyobamba, 2024* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/49010

Díaz Ramos, C. A. (2023). *Aplicación de técnicas de muestreo en la investigación de mercados* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

https://repositorio.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/12345

Díaz Vargas, M., y Fernández Pérez, J. H. (2022). *Influencia de la Adición de Ceniza de Cascarilla de Café en la Trabajabilidad y Resistencia a Compresión del Concreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional de Jaén. http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/237

Fernández Acosta, P. Y. (2022). *Incorporación de fibra de coco para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto f´c=210kg/cm2 para pavimentos rígidos Lima, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/48356

Gonzáles Rojas, Y. J., y Contreras Silva, C. A. (2024). *Resistencia a compresión de bloques no portantes de concreto incorporando cascarilla de arroz* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional de Jaén. http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/496

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V. https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%ADa_de_la_investigaci%C3%B3n_6a_ed.html?id=Pcu0AQAACAAJ

Hualpa Guevara, M. F. (2024). *Técnicas metodológicas y proceso de aprendizaje en alumnos de posgrado* [Tesis de posgrado, Universidad San Pedro]. Repositorio Institucional de la Universidad San Pedro. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12252

Huaranga López, V. A. (2024). *Incidencia de la fibra de coco utilizando proporciones variables de 0.1%, 0.2% y 0.3% en las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, Lima 2024* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio

Institucional de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/24348

Inga Estrella, X. M. (2022). *Evaluación de resistencia a la compresión del concreto f´c=210kg/cm2 adicionando cenizas de fibras de coco, Lima 2022* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/58900

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2015). *NTP 399.604: Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. https://www.gob.pe/inacal

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2017). *NTP 399.611: Adoquines de concreto para pavimentos. Requisitos*. https://www.gob.pe/inacal

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2018). *NTP 400.022: Agregados. Determinación de la absorción y peso específico*. https://www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2018). *NTP 400.021: Agregados. Determinación del contenido de humedad*. https://www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2020). *NTP 400.037: Agregados*. *Requisitos.* https://www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2021). *NTP 339.185: Concreto. Determinación del contenido de humedad en agregados*. https://www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2021). *NTP 400.017: Agregados. Determinación del peso unitario y vacíos en agregados*. https://www.inacal.gob.pe

Instituto Nacional de Calidad – INACAL. (2021). *NTP 339.034: Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos*. https://www.inacal.gob.pe/

Jaimes Cusihuaman, M. (2023). *Influencia de fibras de Coco y Gilma en comportamiento*

mecánico en adoquines de concreto para tránsito peatonal, Kimbiri, Cusco - 2021 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/66420

Luque Mamani, B. R. (2023). *Factores internos y externos de la morosidad en los créditos otorgados en "Mi Banco", Puno 2017 - 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional del Altiplano. https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20168

Mejía Idrogo, K. A. (2022). *Evaluar la ceniza de fibra de estopa de coco para mejorar propiedades mecánicas del concreto en edificaciones de Tembladera – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio Digital Institucional de la Universidad César Vallejo. https://hdl.handle.net/20.500.12692/57697

Miranda Cantillo, C. A., y Quintero Torres, J. (2022). *Estudio del efecto del mesocarpio del coco y estiércol bovino en la conductividad térmica y resistencia a la compresión de bloques de mampostería* [Tesis de pregrado, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional de la Universidad de Córdoba. https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/3474

Olave Calabeceros, B. (2021). *Evaluación del efecto de la incorporación de fibra de coco en la retracción hidráulica del hormigón* [Tesis de pregrado, Universidad de Valparaíso]. Repositorio Institucional de la Universidad de Valparaíso. http://repositoriobibliotecas.uv.cl/handle/uvscl/2559

Rimay Vásquez, E. (2021). *Diseño de concreto fibroreforzado de F´C= 250 kg/cm2 con fibra vegetal en la ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. http://hdl.handle.net/20.500.14074/1072

Rodríguez Soberón, N. C. (2023). *Diseño de concreto F´C= 250 kg/cm2 reforzado con cáscara de coco en la ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. http://hdl.handle.net/20.500.14074/2567

Rojas Torres, Á. M. (2024). *Adición de la ceniza de fibra de coco en el hormigón y su incidencia en la resistencia a compresión* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato. http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/17066

Rojo Caviedes, J. (2024). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con residuos de PVC y concreto convencional en una losa de pavimentos rígido en la obra mejoramiento integral de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio Institucional de la Universidad Continental. https://hdl.handle.net/20.500.12394/12424

Ruíz Rubio, L. A. (2023). *Incidencia del remplazo parcial de arena por residuos orgánicos de coco en las propiedades físico-mecánicas del ladrillo artesanal Tipo I, bajo condiciones de la cantera El Frutillo Bajo, Chota, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. http://hdl.handle.net/20.500.14142/329

Saraguro Cando, B. S., Carrión Rueda, J. L., Torres Merino, H. F., y Guerrero Cuasapaz, D. P. (2023). La resistencia a la compresión y el desgaste en adoquines de concreto. *Revista de la Universidad del Zulia*, *43*(3), 481-506. https://doi.org/10.22209/rt.v43n3a03

Tacillo Yauli, E. F. (2023). *Metodología de la investigación científica* [Tesis de pregrado, Universidad José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional de la Universidad

José Faustino Sánchez Carrión. https://hdl.handle.net/20.500.14229/36

Tamayo y Tamayo, M. (2019). *El proceso de investigación científica* (6.ª ed.). Limusa. https://books.google.com.pe/books?id=BhymmEqkkJwC

Ureña Aguirre, M. E., y Martínez Mayancela, J. R. (2023). Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio) [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica de Ambato. http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/17066

Villanueva Monteza, N. E. (2022). Influencia de la adición de ceniza de fibra de coco en la resistencia del concreto [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/10491

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a la Universidad Nacional de Jaén, mi alma mater, que ha sido el centro del desarrollo intelectual y profesional, y la esperanza de nuestra nación. En particular, agradezco a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por permitirme convertirme en una profesional exitosa.

En segundo lugar, me gustaría hacer un agradecimiento especial a mis asesores de tesis, al Dr. Manuel Emilio Milla Pino y el Dr. José Luis Piedra Tineo, quienes han sido una guía invaluable durante mi proceso de formación profesional. Gracias por su constante e incesante apoyo, y por compartir parte de su experiencia y conocimientos, ellos supieron orientarme para lograr un mejor desarrollo y contenido en esta investigación.

En tercer lugar, agradezco a los miembros del jurado calificador: Dr. Marco Antonio Martínez Serrano (Presidente), Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca (Secretario) y Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea (Vocal). Su presencia en mi camino ha sido un regalo incalculable que enriqueció mi experiencia profesional y contribuyó de manera significativa a la culminación exitosa de esta tesis.

Por último, deseo agradecer profundamente a cada uno de los miembros de mi familia por haber creído en mí y por haberme brindado las fuerzas necesarias para alcanzar esta meta. Sin ustedes, esto no hubiera sido posible.

¡Gracias a Todos!

Rosalinda Jimenez Diaz

DEDICATORIA

A Dios, por el don de la vida, la salud y la fortaleza que me permitió perseguir mis sueños y metas cada día. Su guía y protección han sido pilares fundamentales en mi camino, y a él dedico mis logros y aspiraciones.

A mis queridos padres, quienes, con su amor incondicional, sus sacrificios y su apoyo inquebrantable han sido mi faro en la vida, inspiración, guía y sostén incondicional. Pues, cada logro alcanzado llevará impresa la huella de su dedicación y enseñanza.

A mi adorado hermano, mi compañero de travesías, cómplice de risas y aprendizajes, expreso mi más sincera gratitud por cada momento compartido. Los lazos que nos unen son irrompibles y los recuerdos que hemos construido juntos son invaluables. Su apoyo constante ha sido mi fortaleza en los momentos difíciles y mi fuente de alegría en los más felices.

Esta dedicatoria es un pequeño tributo a toda mi familia que ha sido mi refugio en las alegrías y consuelo en las adversidades. Su amor, apoyo y enseñanzas me han impulsado a ser una mejor profesional y ser humano.

Rosalinda Jimenez Diaz

ANEXOS

Anexo 01. Operacionalización de Variables

Tabla 66

Operacionalización de variables de la investigación

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida
Variable Independiente: Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).	Dosificación.	0% 1.5% 3.0% 4.5%	g
	Propiedades físico-químicas de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).	Conductividad eléctrica Peso específico Potencial de Hidrógeno Óxido de Calcio (CaO) Óxido de Silicio (SiO2) Óxido Férrico (Fe2O3)	mS/cm g/cm3 pH % % %
	Propiedades físico-mecánicas de los agregados.	Granulometría Contenido de humedad Peso Específico Absorción Peso Unitario Abrasión	g/cm3 % kg/m3 l/m3 pulg. %
Variable Dependiente: Resistencia a la compresión.	Tiempo de curado.	7 - 14 - 28	d
	Concreto de f´c=380 kg/cm2.	Resistencia a la compresión de muestras de concreto.	kg/cm2

Nota. Variables operacionales contempladas en la investigación. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 66 presenta la operacionalización de variables, donde la variable independiente es la ceniza de fibra de *Cocos nucifera* (1.5%, 3.0% y 4.5%), caracterizada por propiedades físico-químicas y la variable dependiente es la resistencia a la compresión del concreto (kg/cm2), evaluada según el tiempo de curado (7, 14 y 28 días).

Anexo 02. Matriz de Consistencia

Tabla 67

Matriz de consistencia metodológica de la investigación

Problema (Pregunta)	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Unidad de medida	Técnicas	Instrumentos
¿Cuál es el efecto de la incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% sobre la resistencia a la compresión de adoquines de concreto con f´c=380 kg/cm2?	Objetivo General: Evaluar el efecto de la incorporación de diferentes porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en la resistencia a compresión de adoquines de concreto con f´c=380 kg/cm2. Objetivos Específicos: -Caracterizar las propiedades físico-mecánicas de los agregados fino y grueso conforme a las normativas técnicas vigentes. -Establecer la composición físico-química de la ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) mediante ensayos de laboratorio.	La incorporación de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% en la mezcla de concreto con f´c=380 kg/cm2 incrementa significativamente la resistencia a la compresión de los adoquines.	Variable Independiente: Ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*).	0% 1.5% 3.0% 4.5% Conductividad eléctrica Peso específico Potencial de Hidrógeno Óxido de Calcio (CaO) Óxido de Silicio (SiO2) Óxido Férrico (Fe2O3) Granulometría Contenido de humedad Peso Específico Absorción Peso Unitario Abrasión	g mS/cm g/cm3 pH % % % g/cm3 % kg/m3 l/m3 pulg. %	Observación directa y estructurada. Diseño experimental.	Formatos normados para registrar datos de los ensayos.

-Diseñar mezclas de concreto con incorporaciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). -Determinar la resistencia a compresión de los adoquines elaborados con las distintas proporciones de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) a los 7, 14 y 28 días de curado. -Comparar estadísticamente la resistencia a la compresión de adoquines con diferentes porcentajes de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) y edades de curado.		7 - 14 - 28	d		
	Variable Dependiente: Resistencia a la compresión.	Resistencia a la compresión de muestras de concreto.	kg/cm2	Observación directa y estructurada. Diseño experimental.	Formatos normados para registrar datos de los ensayos.

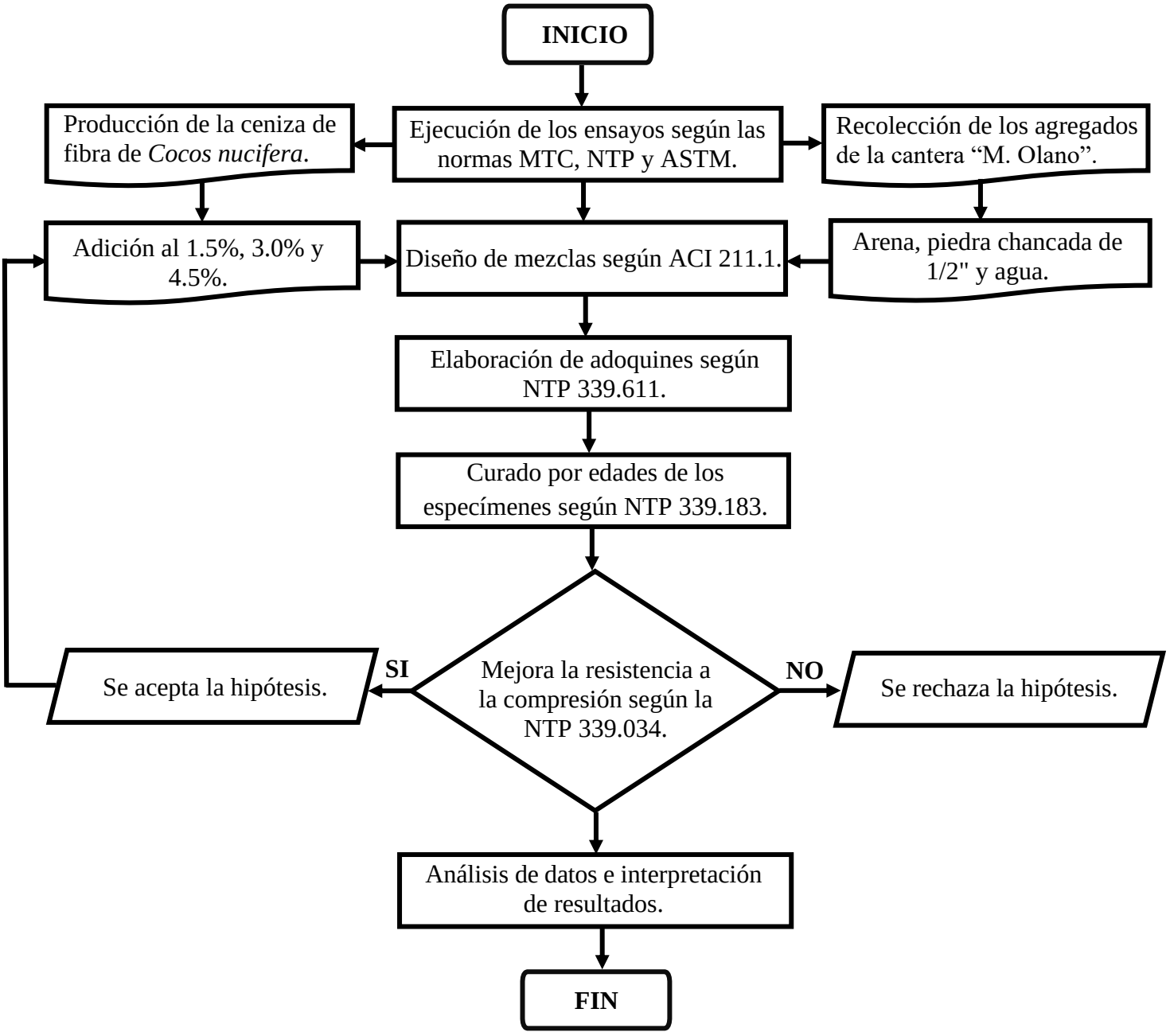
Nota. Consistencia metodológica de la investigación. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Tabla 67 presenta la matriz de consistencia metodológica, que integra el problema de investigación, objetivos, hipótesis, variables, indicadores, unidades de medida, técnicas de recolección e instrumentos, en coherencia con el enfoque experimental adoptado.

Anexo 03. Diagramas de Flujo

Figura 36

Diagrama de flujo del procedimiento de recolección y análisis de datos

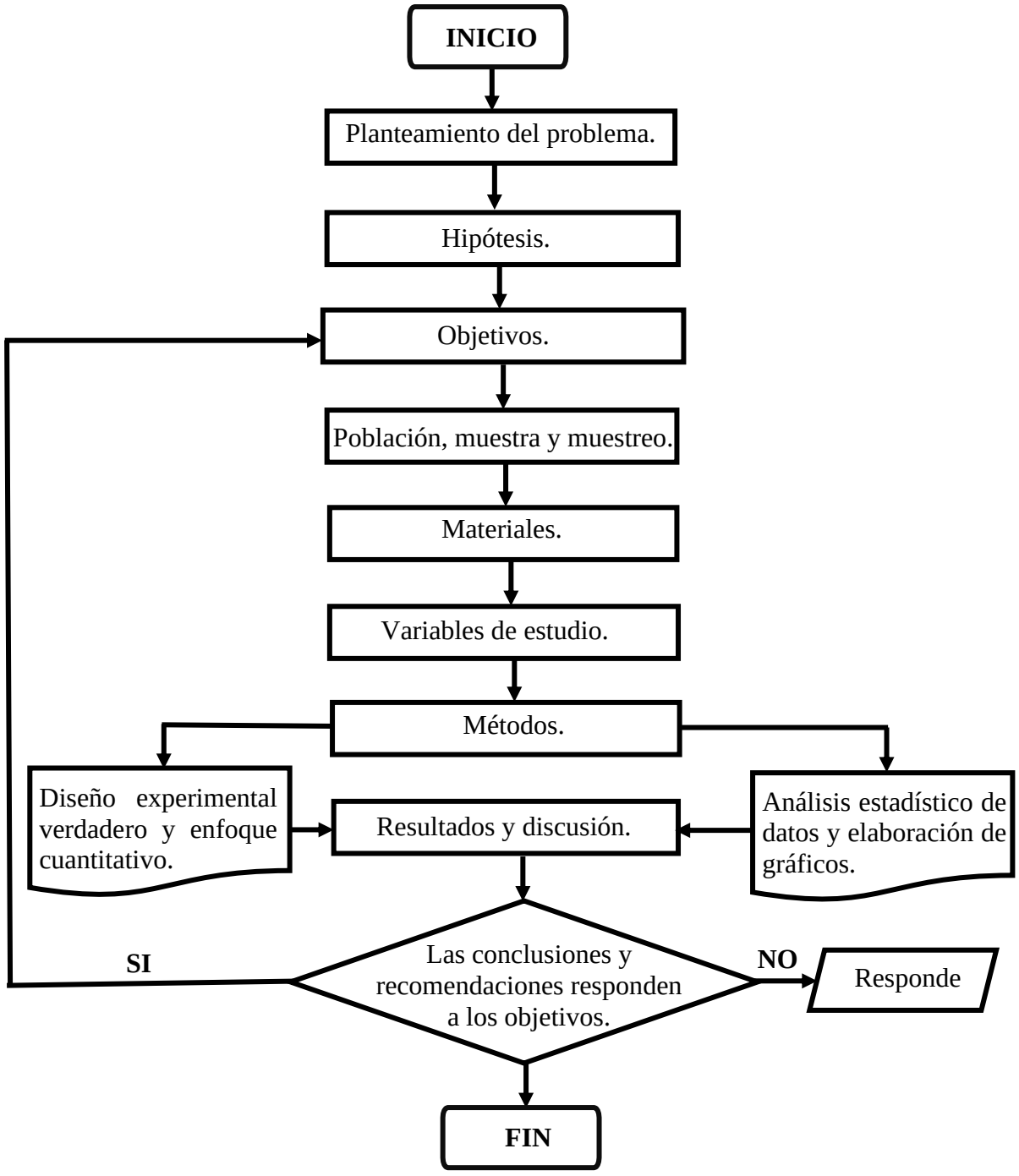


Nota. Flujograma del proceso de recolección y análisis de datos. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 36 esquematiza el procedimiento metodológico experimental de acuerdo con las normas técnicas vigentes.

Figura 37

Flujograma de la metodología de investigación



Nota. Esquema metodológico de la investigación. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 37 ilustra la metodología de investigación con enfoque cuantitativo y diseño experimental.

Anexo 04. Resistencia a la Compresión de los Adoquines de Concreto

Tabla 68

Resistencia a la compresión de los adoquines de concreto patrón (0%) y con adiciones de 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza a diferentes edades de curado

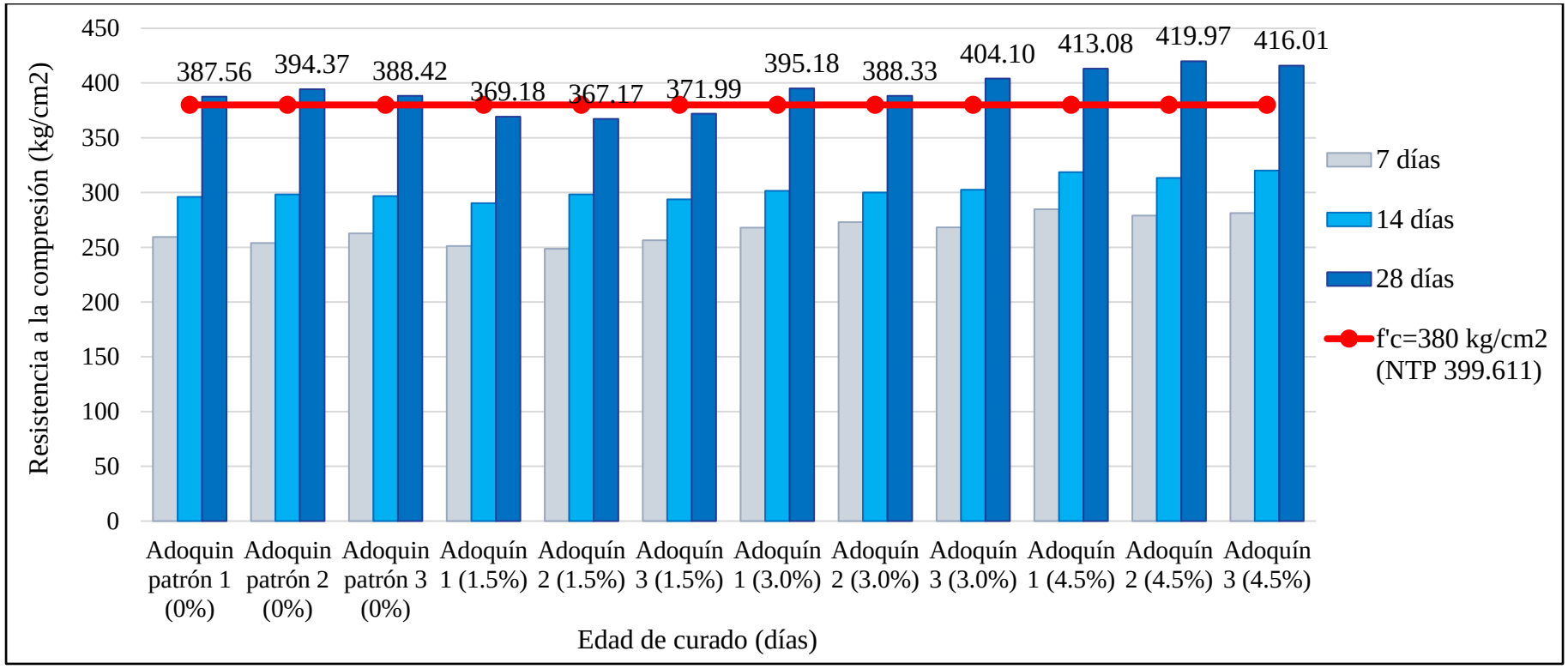
Adición de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) (%)	**Resistencia a la compresión (kg/cm2)**			**Resistencia a la compresión según NTP 399.611 (Kg/cm2)**
	7 días	**14 días**	**28 días**	
Adoquín patrón 1 (0%)	259.40	295.94	387.56	380
Adoquín patrón 2 (0%)	253.84	298.41	394.37	380
Adoquín patrón 3 (0%)	262.64	296.76	388.42	380
Adoquín 1 (1.5%)	251.25	290.22	369.18	380
Adoquín 2 (1.5%)	248.75	298.25	367.17	380
Adoquín 3 (1.5%)	256.46	293.72	371.99	380
Adoquín 1 (3.0%)	267.96	301.56	395.18	380
Adoquín 2 (3.0%)	272.99	299.93	388.33	380
Adoquín 3 (3.0%)	268.20	302.53	404.10	380
Adoquín 1 (4.5%)	284.82	318.69	413.08	380
Adoquín 2 (4.5%)	278.92	313.37	419.97	380
Adoquín 3 (4.5%)	281.14	320.23	416.01	380

Nota. Resistencia a compresión del concreto en función del tiempo de curado. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 68 presenta los resultados de la resistencia a compresión de 36 adoquines de concreto, incluyendo el patrón sin adiciones y adoquines con ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*) en proporciones de 1.5%, 3.0% y 4.5%, evaluados a los 7, 14 y 28 días de curado. También se incluye la resistencia mínima requerida según la norma NTP 399.611 a los 28 días.

Figura 38

Análisis comparativo de la resistencia a la compresión del concreto con y sin adición de ceniza según la NTP 399.611



Nota. Resistencia con diferentes proporciones de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*). Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 38 muestra que, a los 28 días, los adoquines con adición de 3.0% y 4.5% de ceniza superan tanto el límite normativo de 380 kg/cm2 (NTP 399.611) como la resistencia del concreto patrón. En contraste, el concreto con 1.5% de ceniza presenta una resistencia inferior, lo que evidencia una tendencia positiva en la resistencia a medida que aumenta el porcentaje de ceniza.

Anexo 05. Variación Dimensional de los Adoquines de Concreto

Tabla 69

Variación dimensional de los adoquines patrón (0% de ceniza de fibra de Cocos nucifera) a 7, 14 y 28 días

Identificación del espécimen (días)	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Variación de largo (cm)	Variación de ancho (cm)	Variación de espesor (cm)	Largo y ancho (cm)	Espesor (cm)
Patrón (7d)	20.00	10.00	6.00	20.02	10.09	6.14	0.02	0.09	0.14		
Patrón (7d)	20.00	10.00	6.00	20.08	10.07	5.97	0.08	0.07	-0.03		
Patrón (7d)	20.00	10.00	6.00	20.04	10.13	6.08	0.04	0.13	0.08		
Patrón (14d)	20.00	10.00	6.00	20.40	10.12	6.19	0.40	0.12	0.19		
Patrón (14d)	20.00	10.00	6.00	20.10	10.05	5.98	0.10	0.05	-0.02	±0.16	±0.32
Patrón (14d)	20.00	10.00	6.00	20.05	10.03	6.09	0.05	0.03	0.09		
Patrón (28d)	20.00	10.00	6.00	20.06	10.10	6.08	0.06	0.10	0.08		
Patrón (28d)	20.00	10.00	6.00	20.15	10.09	6.10	0.15	0.09	0.10		
Patrón (28d)	20.00	10.00	6.00	20.09	10.10	6.21	0.09	0.10	0.21		

Nota. Tolerancia dimensional de adoquines patrón según la NTP 399.611. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 69 muestra la variación dimensional de adoquines patrón curados a distintas edades, en relación con los límites establecidos por la NTP 399.611.

Tabla 70

Variación dimensional de los adoquines con 1.5% de ceniza de fibra de Cocos nucifera a 7, 14 y 28 días

Identificación del espécimen (días)	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Variación de largo (cm)	Variación de ancho (cm)	Variación de espesor (cm)	Largo y ancho (cm)	Espesor (cm)
1.5% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.04	10.03	6.16	0.04	0.03	0.16		
1.5% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.12	10.08	6.37	0.12	0.08	0.37		
1.5% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.09	9.99	6.44	0.09	-0.01	0.44		
1.5% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.40	10.27	6.13	0.40	0.27	0.13		
1.5% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.17	10.08	6.33	0.17	0.08	0.33	±0.16	±0.32
1.5% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.09	10.10	6.19	0.09	0.10	0.19		
1.5% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.15	10.10	6.19	0.15	0.10	0.19		
1.5% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.06	9.99	6.15	0.06	-0.01	0.15		
1.5% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.14	10.22	6.32	0.14	0.22	0.32		

Nota. Tolerancia dimensional de adoquines con 1.5% de ceniza según la NTP 399.611. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 70 presenta la variación dimensional de adoquines con 1.5% de ceniza, comparada con las tolerancias de la NTP 399.611 en diferentes edades de curado.

Tabla 71

Variación dimensional de los adoquines con 3.0% de ceniza de fibra de Cocos nucifera a 7, 14 y 28 días

Identificación del espécimen (días)	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Variación de largo (cm)	Variación de ancho (cm)	Variación de espesor (cm)	Largo y ancho (cm)	Espesor (cm)
3.0% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.03	10.06	6.51	0.03	0.06	0.51		
3.0% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.08	10.05	6.25	0.08	0.05	0.25		
3.0% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.09	10.13	6.19	0.09	0.13	0.19		
3.0% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.60	10.17	6.43	0.60	0.17	0.43		
3.0% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.02	10.07	6.42	0.02	0.07	0.42	±0.16	±0.32
3.0% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.02	10.09	6.17	0.02	0.09	0.17		
3.0% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.09	10.22	6.33	0.09	0.22	0.33		
3.0% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.12	10.08	6.16	0.12	0.08	0.16		
3.0% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.13	9.98	6.16	0.13	-0.02	0.16		

Nota. Tolerancia dimensional de adoquines con 3.0% de ceniza según la NTP 399.611. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 71 presenta la variación dimensional de adoquines con 3.0% de ceniza, comparada con las tolerancias de la NTP 399.611 en diferentes edades de curado.

Tabla 72

Variación dimensional de los adoquines con 4.5% de ceniza de fibra de Cocos nucifera a 7, 14 y 28 días

Identificación del espécimen (días)	Dimensiones previstas			Dimensiones obtenidas			Variación dimensional			NTP 399.611	
	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Variación de largo (cm)	Variación de ancho (cm)	Variación de espesor (cm)	Largo y ancho (cm)	Espesor (cm)
4.5% (7d)	20.00	10.00	6.00	19.80	10.02	6.16	-0.20	0.02	0.16		
4.5% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.17	10.08	6.10	0.17	0.08	0.10		
4.5% (7d)	20.00	10.00	6.00	20.10	10.06	5.97	0.10	0.06	-0.03		
4.5% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.04	10.05	5.94	0.04	0.05	-0.06		
4.5% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.29	10.14	6.10	0.29	0.14	0.09	±0.16	±0.32
4.5% (14d)	20.00	10.00	6.00	20.13	10.30	6.90	0.13	0.30	0.90		
4.5% (28d)	20.00	10.00	6.00	19.92	10.13	6.13	-0.08	0.13	0.13		
4.5% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.36	10.05	6.10	0.36	0.05	0.10		
4.5% (28d)	20.00	10.00	6.00	20.12	10.11	6.09	0.12	0.11	0.09		

Nota. Tolerancia dimensional de adoquines con 4.5% de ceniza según la NTP 399.611. Fuente: F&M (2024).

Interpretación: La Tabla 72 presenta la variación dimensional de adoquines con 4.5% de ceniza, comparada con las tolerancias de la NTP 399.611 en diferentes edades de curado.

Anexo 06. Estadística Inferencial: Análisis de la Base de Datos

-Resistencia a la compresión según el porcentaje de ceniza de fibra de coco (*Cocos nucifera*):

a. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene.

Con el propósito de determinar la homogeneidad de las varianzas entre los grupos comparados, se aplicó la prueba de homogeneidad utilizando el estadístico de Levene. Esta prueba permitió evaluar si las varianzas eran significativamente diferentes, lo cual es un requisito para la aplicación de ciertos análisis paramétricos, como el ANOVA.

Planteamiento de las hipótesis:

-Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en las varianzas de la resistencia a la compresión entre los distintos tratamientos con ceniza de fibra de *Cocos nucifera*; es decir, las varianzas de los grupos son iguales ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$).

-Hipótesis alternativa (H_a): Al menos uno de los tratamientos con ceniza de fibra de *Cocos nucifera* genera una diferencia significativa en la varianza de la resistencia a la compresión de las muestras; es decir, al menos una de las varianzas difiere de las demás ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$).

Criterios de decisión:

-Si $\boldsymbol{p \leq 0.05}$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se considera la hipótesis alternativa (H_a).

-Si $\boldsymbol{p > 0.05}$, se considera la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

Tabla 73

Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión según el porcentaje de ceniza

Variable dependiente		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Se basa en la media	,231	3	32	,874
	Se basa en la mediana	,035	3	32	,991
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,035	3	30,788	,991
	Se basa en la media recortada	,206	3	32	,892

Nota. gl1 y gl2 = grados de libertad; y Sig. = nivel de significancia (*p*). Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

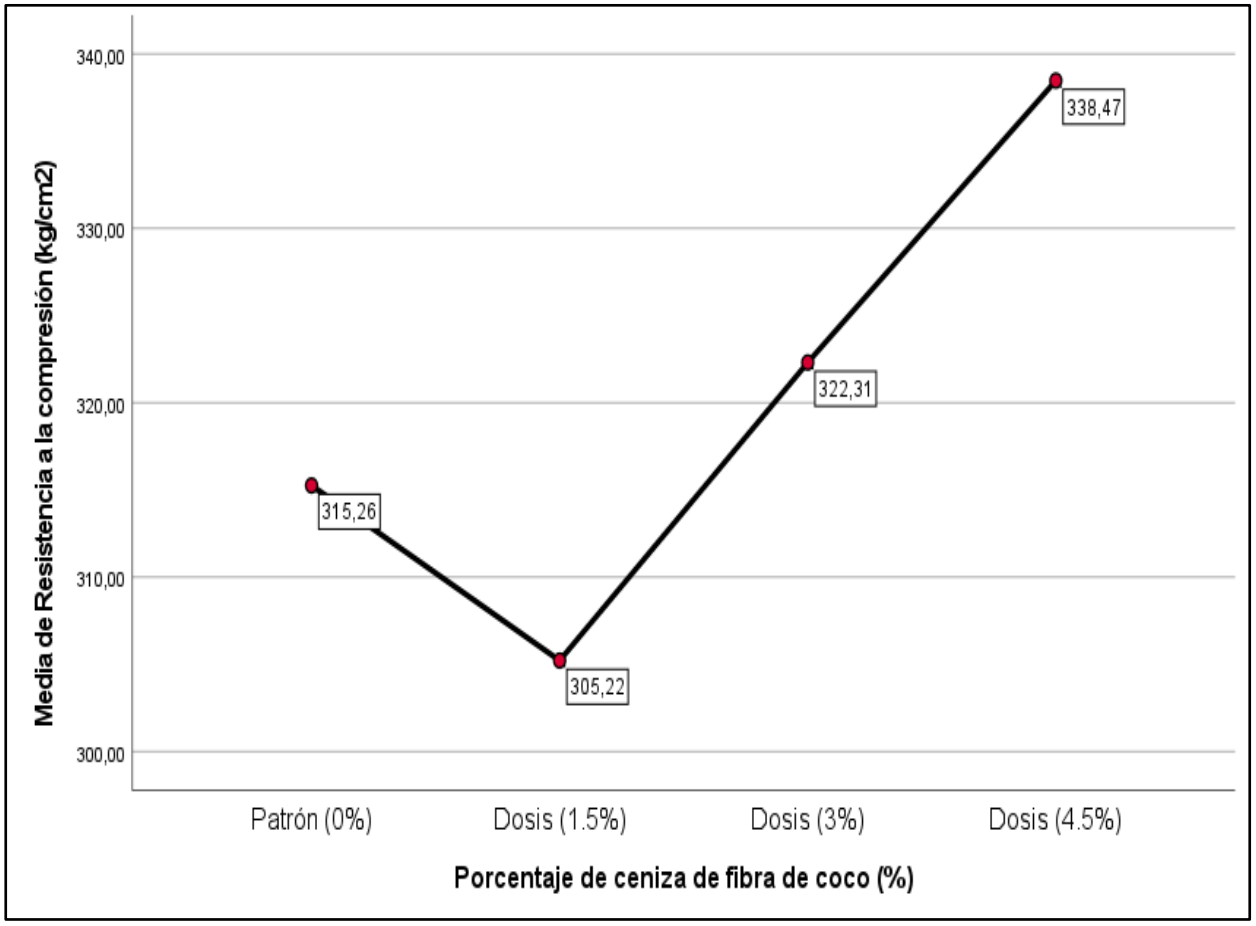
Interpretación: La Tabla 73 presenta los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene aplicada a la resistencia a la compresión según el porcentaje de adición de ceniza de fibra de *Cocos nucifera*. Los valores de significancia (Sig.) obtenidos para las pruebas basadas en la media (p = .874), la mediana (p = .991), la mediana con grados de libertad ajustados (p = .991) y la media recortada (p = .892) son todos superiores al nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0) de homogeneidad de varianzas. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la varianza de la resistencia a la compresión entre los diferentes grupos según la adición de ceniza. En consecuencia, se asume la homogeneidad de varianzas, lo que respalda la aplicación de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias entre grupos.

La prueba de homogeneidad es fundamental en el análisis estadístico, ya que permite verificar si las varianzas de diferentes grupos son similares. Esta condición es esencial para la validez de pruebas paramétricas, como el ANOVA, que asumen que las varianzas son homogéneas. Si las varianzas son significativamente diferentes, los resultados de estos análisis pueden ser engañosos y conducir a interpretaciones erróneas. Además, la prueba de homogeneidad ayuda a asegurar que las conclusiones obtenidas a partir de los datos sean sólidas y generalizables, lo que aumenta la credibilidad de la investigación. Por lo tanto, su aplicación adecuada es crucial para obtener resultados fiables en estudios comparativos.

b. Gráfico de medias.

Figura 39

Media de la resistencia a compresión del concreto según porcentaje de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Media de la resistencia por porcentaje de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 39 muestra la media de la resistencia a la compresión en función del porcentaje de adición de ceniza de *Cocos nucifera*. Los puntos rojos, conectados por una línea negra, representan la media de la resistencia para el patrón (0%) y las dosis de 1.5%, 3.0% y 4.5%. Inicialmente, se registra una disminución en la resistencia media, descendiendo de 315.26 kg/cm2 (patrón) a 305.22 kg/cm2 con la incorporación del 1.5% de ceniza. No obstante, a partir de esta dosificación, se evidencia un incremento progresivo, alcanzando 322.31 kg/cm2 con 3.0% y un valor máximo de 338.47 kg/cm2 con 4.5%.

Estos resultados indican que la incorporación de ceniza influye en la resistencia a la compresión de los adoquines, mostrando una tendencia no lineal. Además, se observa una disminución inicial en la resistencia con bajas dosificaciones, seguida de un incremento sostenido a partir del 3.0%, lo que evidencia que el efecto de la adición depende directamente del porcentaje incorporado.

-Resistencia a la compresión según la edad de curado:

a. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene.

Con la finalidad de evaluar la homogeneidad de las varianzas entre los grupos comparados, se llevó a cabo la prueba de homogeneidad utilizando el estadístico de Levene.

Planteamiento de las hipótesis:

-Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en las varianzas de la resistencia a la compresión entre las distintas edades de curado; es decir, las varianzas de los grupos son iguales ($\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_4^2$).

-Hipótesis alternativa (H_a): Al menos una de las edades de curado genera una diferencia significativa en la varianza de la resistencia a la compresión de las muestras; es decir, al menos una de las varianzas difiere de las demás ($\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$).

Criterios de decisión:

-Si $\boldsymbol{p \leq 0.05}$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se considera la hipótesis alternativa (H_a).

-Si $\boldsymbol{p > 0.05}$, se considera la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_a).

Tabla 74

Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a la compresión según la edad de curado

Variable dependiente		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Se basa en la media	2,389	2	33	,107
	Se basa en la mediana	2,450	2	33	,102
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,450	2	27,242	,105
	Se basa en la media recortada	2,431	2	33	,104

Nota. gl1 y gl2 = grados de libertad; y Sig. = nivel de significancia (*p*). Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

Interpretación: La Tabla 74 presenta los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para la resistencia a la compresión en función de la edad de curado. Los valores de significancia (*p*) obtenidos para las pruebas basadas en la media (*p* = .107), la mediana (*p* = .102), la mediana con grados de libertad ajustados (*p* = .105) y la media recortada (*p* = .104) son todos superiores al nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0) de homogeneidad de varianzas. Esto indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en la varianza de la resistencia a la compresión entre las diferentes edades de curado evaluadas. En consecuencia, se asume la homogeneidad de varianzas, lo que respalda la aplicación de pruebas paramétricas, como el análisis de varianza (ANOVA), para la comparación de medias entre los grupos según la edad de curado.

b. Análisis de la prueba post hoc.

La prueba post hoc se aplicó debido a que el análisis de varianza (ANOVA) indicó diferencias significativas entre al menos dos medias grupales. Dado que el ANOVA no especifica qué grupos son diferentes, se realizaron comparaciones múltiples entre todos los grupos para identificar las diferencias específicas.

Tabla 75

Comparaciones múltiples para la resistencia a la compresión según la edad de curado

Variable dependiente: Resistencia a la compresión (kg/cm2)

HSD Tukey

(I) Edad de curado	(J) Edad de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
7 días	14 días	-36,93667*	5,59269	,000	-50,6600	-23,2133
	28 días	-127,41583*	5,59269	,000	-141,1392	-113,6925
14 días	7 días	36,93667*	5,59269	,000	23,2133	50,6600
	28 días	-90,47917*	5,59269	,000	-104,2025	-76,7558
28 días	7 días	127,41583*	5,59269	,000	113,6925	141,1392
	14 días	90,47917*	5,59269	,000	76,7558	104,2025

El asterisco (*) indica que la diferencia de medias es significativa al nivel de 0.05.

Nota. Sig. = nivel de significancia (valor *p*). Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

Interpretación: La Tabla 75 presenta los resultados de las comparaciones múltiples de Tukey HSD para evaluar las diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre las distintas edades de curado de 7, 14 y 28 días. Se observa que existen diferencias significativas ($p < .001$) en la resistencia a la compresión entre cada par de edades de curado. Específicamente, a los 14 días la resistencia a la compresión es significativamente mayor (diferencia de medias = 36.94 kg/cm2, IC 95%: 23.21 a 50.66 kg/cm2) a la observada a los 7 días. Asimismo, la resistencia media a la compresión a los 28 días es significativamente superior a la registrada tanto a los 7 días (diferencia de medias = 127.42 kg/cm2, IC 95%: 113.69 a 141.14 kg/cm2) como a los 14 días (diferencia de medias = 90.48 kg/cm2, IC 95%: 76.76 a 104.20 kg/cm2). Los intervalos de confianza al 95% para la diferencia de medias no incluyen el cero en ninguna de las comparaciones, lo que confirma la significancia estadística de estas diferencias. En conclusión, la resistencia a la compresión aumenta significativamente con cada incremento en la edad de curado,

siendo la resistencia a los 28 días la significativamente más alta, seguida por la de 14 días y, finalmente, la de 7 días, que presenta la menor resistencia a la compresión.

c. Prueba de Tukey.

La prueba de Tukey se aplicó debido al cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas y a la igualdad en el tamaño de los grupos (N = 12).

Tabla 76

Prueba de Tukey HSD para la resistencia a la compresión según la edad de curado

HSD Tukey[a]

Edad de curado (días)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7 días	12	265,5308		
14 días	12		302,4675	
28 días	12			392,9467
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica (N = 12,000).

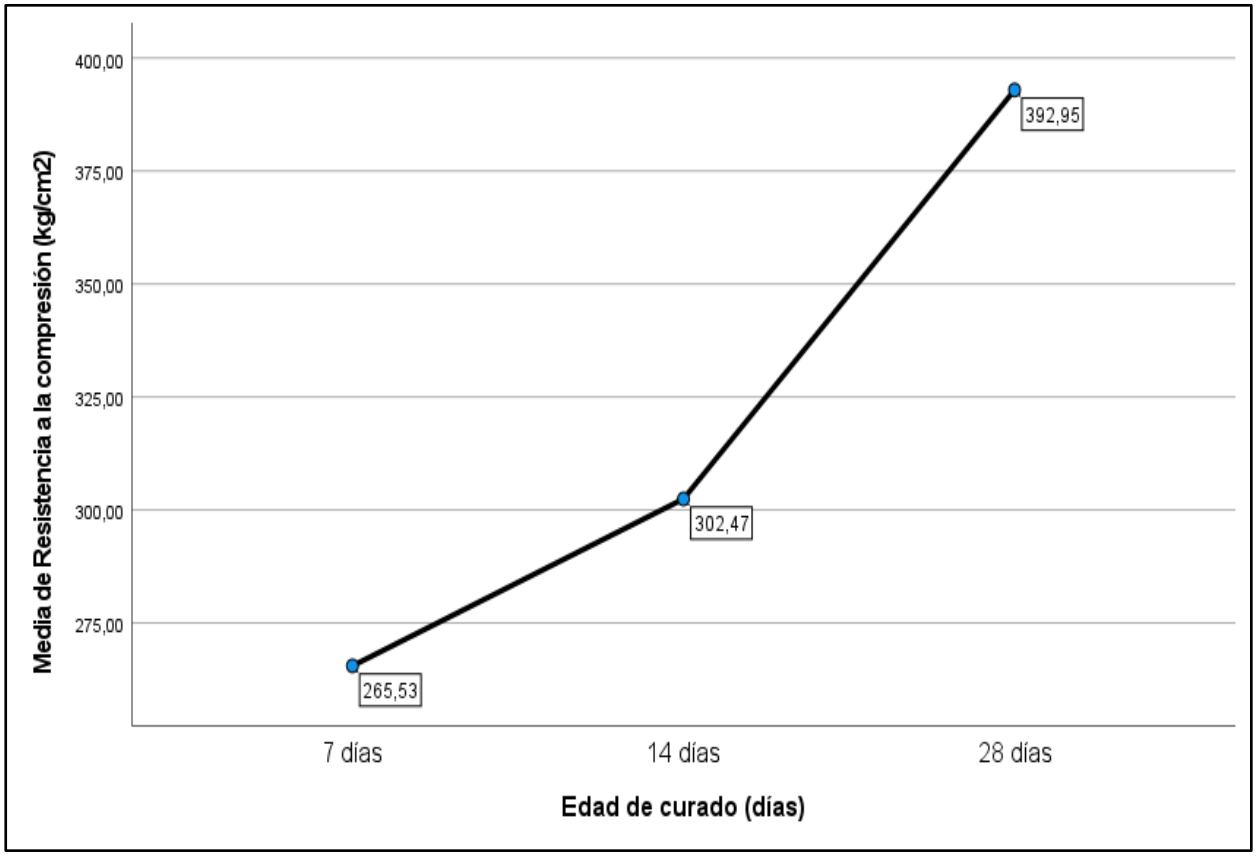
Nota. Sig. = nivel de significancia (valor *p*). Fuente: IBM SPSS STATISTICS (2025).

Interpretación: La Tabla 76 presenta los resultados de la prueba de Tukey HSD, utilizada para identificar diferencias significativas en la resistencia a la compresión entre distintas edades de curado (7, 14 y 28 días). Las medias correspondientes se agrupan en subconjuntos homogéneos con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. La edad de curado de 7 días (media = 265.53 kg/cm2) conforma el subconjunto 1; la de 14 días (media = 302.47 kg/cm2), el subconjunto 2; y la de 28 días (media = 392.95 kg/cm2), el subconjunto 3. Dado que cada edad se ubica en un subconjunto homogéneo distinto, con valores de significancia intergrupal de 1.000, se concluye que existen diferencias estadísticamente significativas entre todos los pares de edades evaluadas. Específicamente, la resistencia a la compresión aumenta significativamente al pasar de 7 a 14 días, y nuevamente de 14 a 28 días de curado.

d. Gráfico de medias.

Figura 40

Media de la resistencia a la compresión del concreto según la edad de curado



Nota. Media de la resistencia por edad de curado. Fuente: Elaboración propia (2025).

Interpretación: La Figura 40 ilustra la media de la resistencia a la compresión en función de la edad de curado. Los puntos azules, conectados por una línea negra, representan la resistencia promedio a los 7, 14 y 28 días. A los 7 días, la resistencia media fue de 265.53 kg/cm2; a los 14 días, aumenta a 302.47 kg/cm2; y a los 28 días, alcanza un máximo de 392.95 kg/cm2. Estos resultados evidenciaron una correlación positiva entre la edad de curado y la resistencia a la compresión, con un incremento notable a medida que avanza el periodo de curado. La pendiente de la línea sugiere que la tasa de aumento de la resistencia es mayor entre los 14 y los 28 días en comparación con el intervalo de 7 a 14 días.

Anexo 07. Ensayos de Laboratorio de Ceniza de Fibra de Coco (*Cocos nucifera*)

INFORME DE LOS RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS

INFORME DE ENSAYO
IE-2024-2402

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1	Cliente	:	BACH. ROSALINDA JIMENEZ DIAZ
1.2	RUC o DNI	:	71244095
1.3	Dirección	:	CALLE LOS LAURELES 898. JAEN – CAJAMARCA

2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1	Producto	:	CENIZA
2.2	Muestreado por	:	CLIENTE (c)
2.3	Número de Muestras	:	01
2.4	Fecha de Recepción	:	2024-09-18
2.5	Periodo de Ensayo	:	2024-09-19 al 2024-09-25
2.6	Fecha de Emisión	:	2024-09-26
2.7	Fecha y Hora de Muestreo	:	No Precisa
2.8	N° de cotización	:	COT-145190-SL24

3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Peso especifico	Gravimetría
Composición Química por Óxidos y Elementos: $\%SiO_2$, $\%Al_2O_3$, $\%Fe_2O_3$, %CaO, %Si	Fluorescencia de Rayos X - FRX
Conductividad eléctrica	Electrométrico
Potencial de Hidrógeno	Potenciometría

4. RESULTADOS

4.1. DESCRIPCIÓN DE MUESTRA: Ceniza de fibra de coco (c)

Título de la Tesis: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024" (c)

DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

INFORME DE ENSAYO IE-2024-2402

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS VARIADOS

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Parámetro	Unidad	LCM	Resultados
S-4245	Peso Especifico	g/cm^3	N.A.	0.73
	Conductividad eléctrica	ms/cm	0.10	11.94
	Potencial de Hidrógeno	Unid. pH	0.10	11.95

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Límite de detección del equipo es 0.001%.

Tabla N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ÓXIDOS

Código de laboratorio	Componente	Unidad	LCM	Resultado
S-4245	Óxido de Calcio, CaO	%	0.001	41.082
	Óxido de Potasio, K_2O	%	0.001	35.274
	Cloro, Cl	%	0.001	11.744
	Óxido de Silicio, SiO2	%	0.001	4.847
	Óxido de Azufre, SO_3	%	0.001	2.563
	Óxido de Fósforo, P_2O_5	%	0.001	1.898
	Óxido de Hierro, Fe_2O_3	%	0.001	1.351
	Óxido de Bario, BaO	%	0.001	0.576
	Óxido de Zinc, ZnO	%	0.001	0.179
	Óxido de Estroncio, SrO	%	0.001	0.156
	Óxido de Titanio, TiO_2	%	0.001	0.114
	Óxido de Manganeso, MnO	%	0.001	0.093
	Óxido de Rubidio, Rb_2O	%	0.001	0.057
	Óxido de Cobre, CuO	%	0.001	0.037
	Bromo, Br	%	0.001	0.027
	Óxido de Iridio, Ir_2O_3	%	0.001	0.003

Nota: *Balance de resultados al 100% de óxidos calculados del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.*

INFORME DE ENSAYO IE-2024-2402

Tabla N°3: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADOS COMO ELEMENTOS

Código de laboratorio	Componente	Unidad	LCM	Resultado
S-4245	Calcio, Ca	%	0.001	40.360
	Potasio, K	%	0.001	37.773
	Cloro, Cl	%	0.001	14.236
	Silicio, Si	%	0.001	2.602
	Hierro, Fe	%	0.001	1.352
	Azufre, S	%	0.001	1.219
	Fósforo, P	%	0.001	0.965
	Bario, Ba	%	0.001	0.736
	Zinc, Zn	%	0.001	0.207
	Estroncio, Sr	%	0.001	0.191
	Manganeso, Mn	%	0.001	0.102
	Titanio, Ti	%	0.001	0.097
	Rubidio, Rb	%	0.001	0.075
	Cobre, Cu	%	0.001	0.042
	Bromo, Br	%	0.001	0.039
	Iridio, Ir	%	0.001	0.003

Nota: *Balance de resultados al 100% del análisis elemental (del sodio al uranio) por espectrometría de fluorescencia de rayos X. Análisis semicuantitativo en atmósfera de vacío.*

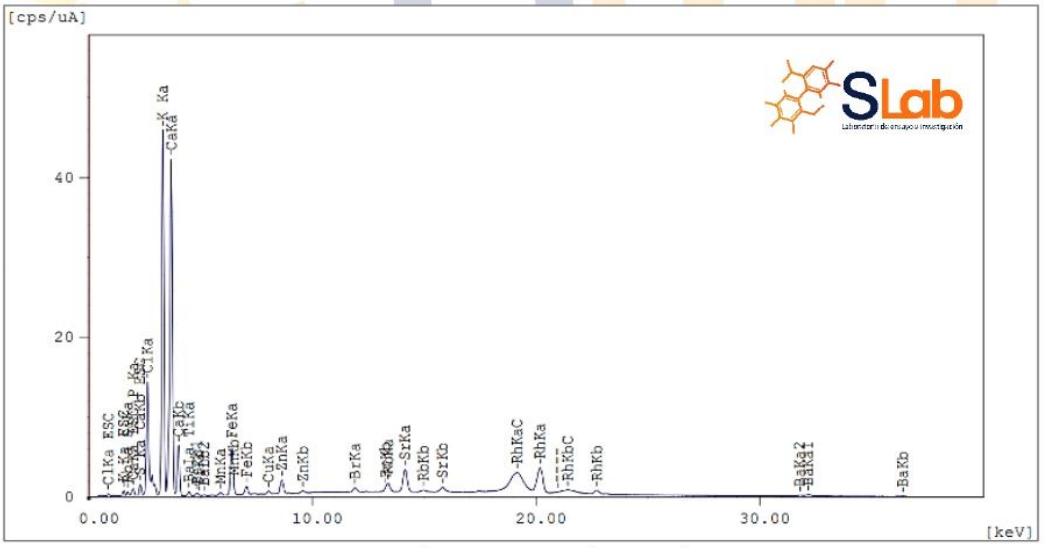


IMAGEN N°1: GRÁFICO DE ENERGÍA DE ANÁLISIS

INFORME DE ENSAYO IE-2024-2402

Leyenda
LCM: Límite de Cuantificación de Método.
N.A. No Aplica
(c) Información suministrada por el cliente.

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

FIN DE DOCUMENTO

INFORME DE VERIFICACIÓN OPERACIONAL DE EQUIPOS

ZEMQ-3010C

Document No.: EDX7200-OQ01-2024

SHIMADZU

Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer

EDX-7200/EDX-8000/EDX-8100

Operational Qualification

Operational Qualification Report

System Name EDX-7200

System ID No. Q26486000241

Installation Site Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.

The undersigned Performer reports that the Operational Qualification Protocol has been successfully completed for the system stated above.

• Performer

Signature _____ Date

Print Ing. Anthony Fuentes Olivera 28 / 06 / 2024

Company Mercantil S.A.

The undersigned Reviewer and Manager report that the Performer has completed the Operational Qualification Protocol successfully.

• Reviewer

Signature _____ Date

Print Michael Olivera Chimpen 30 / 07 / 2024

Company Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.

• Manager

Signature _____ Date

Print Michael Olivera Chimpen 30 / 07 / 2024

Company Sistema de Servicio y Análisis Químicos S.A.C

1-2 Scope

This Operational Qualification shall apply to the equipment installed at the following site.

(Address) Urb. Vipol de Naranjal Calle 22 Mz E Lote 7, Júpiter, San Martín de Porres 15113

(Company) Laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C.

(Department) Laboratorio de Ensayo

Comment

☒ **No**

SLab
Laboratorio de ensayo e investigación

2-2 Performer Confirmation and Approval

Identify and approve the Performer. Choose the entry section according to the way in which the Performer is selected.

☒ **If the Performer is a service technician authorized by Shimadzu Corporation** ☐ **Not Applicable**

This is to certify that the below-signed person is a trained and certified IQOQ Inspector. The person performs the Operational Qualification Protocol as the Performer.

Performer

Name: Ing. Anthony Fuentes Olivera Date: 28 / 06 / 2024

Company name: Mercantil S.A.

Certificate No.: 01-2024

Signature:

Use the spaces below if more than one Performer is to be set. If the spaces are not used, place a checkmark in the "Not applicable" checkbox.

Performer 2 (☐ Not applicable)

Name: ---------- Date: ------- / -------- / -------

Company name: ----------

Certificate No.: ----------

Signature: ----------

Performer 3 (☐ Not applicable)

Name: ---------- Date: ------- / -------- / -------

Company name: ----------

Certificate No.: ----------

Signature: ----------

The above-signed persons are hereby recognized as certified IQ/OQ inspectors and approved to perform the Operational Qualification Protocol as the Performer.

Reviewer

Signature: Date: 30 / 07 / 2024

Manager

Signature: Date: 30 / 07 / 2024

Comment

☒ **No**

2-4 Calibration Certification and Instruments Used

The instruments and standard samples used in the inspections are listed below.
When instruments controlled by the Shimadzu service company are to be used, copies of the certificate of traceability and the quality assurance sheet will be submitted by being attached to the end of this document.
However, if the assured performance satisfies the required specifications, calibrated instruments controlled by the customer may be used in the inspections.

(1) Items prepared by the Shimadzu service company

Standard samples and reagents for which quality assurance sheet is submitted upon request
N/A

(2) Items to be prepared by the customer

The standard sample indicated below requires a quality assurance sheet.

(Standard sample)
☒ Function verification sample ARCONIC (former ALCOA) WB-2011



2-5 Other Tools Used

Tools, solvents, etc. used in the inspections are listed below.
These are classed as customer-supplied items or Shimadzu service company-supplied items.

(1) Items to be prepared by the customer
A printer for recording functionality inspection
A helium gas cylinder, if an optional helium purge measurement unit is included

(2) Items prepared by the Shimadzu service company
Stopwatch with guaranteed traceability
Cu board (Control sample for the turret check)

Comment

☒ **No**

SLab Laboratorio de ensayo e investigación

3. Operational Qualification Record

For items that are not applicable in this inspection, place a checkmark in the "N/A" checkbox. Here, record the inspection results along the procedures described in Chapter 4. Operational Qualification Protocol in the Operational Qualification Protocol document.

3-1 Workstation

☒ Applicable ☐ Not Applicable

Workstation							
No.	Item	Criteria and Inspection Results			Pass	Fail	N/A
1	Date and time check	The time zone is as listed in the Design Specification. The PC date and time is within the permissible difference range (sin diferencia) listed in the Design Specification.	Computer 28 / 06 / 2024 11 : 23 : 33	Reference 28 / 06 / 2024 11 : 23 : 33	☒	☐	☐
2	PCEDX software and version check	"Total: Pass" is displayed. The version number can be checked.			☒	☐	☐
3	LabSolutions software and version check	"Total: Pass" is displayed. The version number can be checked.			☐	☐	☒
4	Failed login detection and record	Login by an incorrect password is not possible, and the login lockout is registered in the log.			☐	☐	☒
5	Software function checks	Saved data files are registered in LabSolutions.			☐	☐	☒
6	Data display	Data used for Test 5 is registered.			☐	☐	☒
7	Import/export function check	The file specified in step 4) is properly exported. The file specified in step 8) is properly imported.			☒	☐	☐
8	Electronic signature check	The information electronically signed in step 5) is properly registered.			☒	☐	☐
9	Backup check	The backup process finishes normally. A record of the backup event is recorded in the event log.			☒	☐	☐
10	Log recording check	A description of each operation indicated in step 5) is recorded in the application log.			☒	☐	☐

Comment

☒ No

SLab Laboratorio de ensayo e investigación

3-2 EDX-7200/EDX-8000/EDX-8100 Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer

☒ Applicable ☐ Not Applicable

Model Name/Serial No.	☒ EDX-7200 ☐ EDX-8000 ☐ EDX-8100 Q 2 6 4 8 6 0 0 0 2 4 1						
No.	Item	Criteria		Inspection Results		Pass	Fail	N/A
1	Operation check	The status for all instruments is displayed as normal in the [Maintenance] window after initialization.				☒	☐	☐
2	Energy position	1) No energy calibration errors occur.		0 to 40 keV	0 to 20 keV	☒	☐	☐
			Gain	100	100			
			Offset	100	100			
		2) If measured at 50 kV, characteristic lines were identified for AlKα, CuKα, PbLβ1, and BiLβ1.						
		3) If measured at 15 kV, characteristic lines were identified for AlKα and CuKα.						
		4) If measured at 15 kV, the peak position is within 1.49 ±0.01 keV for AlKα and within 8.04 ±0.02 keV for CuKα.		Peak position AlKα: 1.49 keV CuKα: 8.04 keV				
3	Resolution	1) ☒ The FWHM value is recorded for the first measurement. 2) ☐ For the second and subsequent measurement, copy the FWHM value from the first measurement.		Initial FWHM value 160.0 eV				
		3) ☒ Second and subsequent measurements Second and subsequent CuKα FWHM measured values are not changed by ±10 % or more compared to the initial value. Formula for FWHM comparison (%) 100 - (Initial FWHM value / Subsequent FWHM value × 100)		☐ Do not enter for first measurement. Second & subsequent measurements FWHM 160.0 eV Comparison value 0 (%)		☒	☐	☐
4	X-ray intensity	1) ☒ For the first measurement, record the X-ray intensity value. 2) ☐ For the second and subsequent measurements, copy the X-ray intensity value from the first measurement.		Initial intensity AlKα X-ray intensity 45.4511 cps/μA CuKα X-ray intensity 269.6157 cps/μA				
		3) ☒ Second and subsequent measurements Second and subsequent AlKα and CuKα X-ray intensity measured values are between 90.0 % and 110.0 % of the initial value. Formula for calculating intensity ratio a. Initial recorded value b. Subsequent measured value b / a × 100 (%)		☐ Do not enter for first measurement. Second & subsequent measurements AlKα X-ray intensity 45.5171 cps/μA CuKα X-ray intensity 269.8452 cps/μA AlKα X-ray intensity ratio 100.15 % CuKα X-ray intensity ratio 100.09 %		☒	☐	☐
5	Qualitative-quantitative analysis	Measure the SUS jig sample via qualitative and quantitative analysis and check the quantitative value. Criteria: Fe : 68.50 to 73.00% Cr : 16.00 to 20.50% Ni : 6.00 to 10.50% Si : 0.5 to 3.50%		Fe 72.346 % Cr 18.685 % Ni 7.442 % Si 0.577 %		☒	☐	☐

Laboratorio de ensayo e investigación

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LOS ENSAYOS

Figura 41

Determinación del peso específico de la ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. Método gravimétrico de peso específico de la ceniza. Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Figura 41 ilustra el procedimiento del ensayo de peso específico de la ceniza utilizando una balanza de precisión digital.

Figura 42

Análisis de composición química por óxidos y elementos de la ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. Método FRX para composición química. Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Figura 42 muestra la ejecución del ensayo de composición química por óxidos y elementos mediante el método de Fluorescencia de Rayos X (FRX).

Figura 43

Determinación de la conductividad eléctrica de la ceniza de fibra de Cocos nucifera

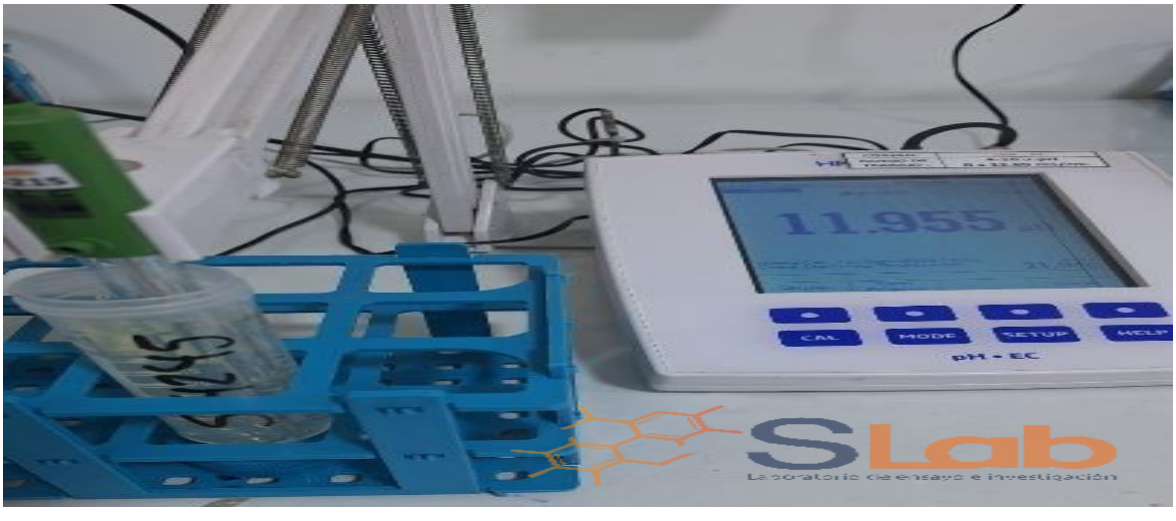


Nota. Método electrométrico de conductividad eléctrica. Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Figura 43 ilustra la ejecución del ensayo de conductividad eléctrica utilizando un conductímetro digital con sonda inmersa en solución acuosa.

Figura 44

Determinación del potencial de hidrógeno (pH) de la ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. Método de potenciometría de pH. Fuente: SLab Perú (2024).

Interpretación: La Figura 44 muestra el ensayo potenciométrico del pH utilizando un pH-metro digital con electrodo inmerso.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS EMITIDO POR INACAL

ALAB ANALYTICAL LABORATORY

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 052

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N° LC - 052

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMCA-0149-2023

Expediente : 001119
Fecha de emisión : 2023-06-23

1. **Solicitante** : SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.C.

   Dirección : CAL.22 MZA. E LOTE. 07 URB. VIPOL NARANJAL LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

2. **Instrumento calibrado** : **BALANZA**

Marca	:	BOECO
Modelo	:	BAS 32 plus
N° de serie	:	581242 / 18
Identificación	:	LAB-09
Procedencia	:	Alemania
Capacidad máxima	:	110 g
División de escala (d)	:	0,0001 g
División de verificación (e)	:	0,001 g
Capacidad mínima	:	0,01 g
Tipo	:	Electrónica
Clase de exactitud	:	I

3. **Lugar de calibración** : Instalaciones de SLab Perú S.A.C. - Sala de Balanza

4. **Fecha de calibración** : 2023-06-22

Los resultados presentados corresponden sólo al ítem calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

El certificado de calibración es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Sin perjuicio de lo señalado, dicho uso puede configurar por sus efectos una infracción a las normas de protección al consumidor y las que regulan la libre competencia.

Al usuario le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

ALAB E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización expresa por escrito de ALAB E.I.R.L.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de ALAB E.I.R.L.

5. **Método de calibración :**

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II". Cuarta edición. 2010. INDECOPI.

6. **Trazabilidad :**

Código	Descripción	Certificado de calibración
PTM-006	Juego de pesas de 1 mg a 200 g de clase E2	CCP-1311-001-22 / Elicrom

Meyler Villalobos Bravo
Responsable de Laboratorio de Masa y Volumen

Certificado de calibración Nº LMCA-0149-2023

7. Inspección Visual :

Ajuste en cero	Tiene	**Escala**	No tiene
Oscilación libre	Tiene	**Cursor**	No tiene
Plataforma	Tiene	**Nivelación**	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

8. Resultados de la calibración :

Ensayo de Repetibilidad

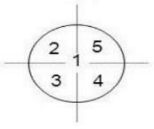
	Inicial	Final
Temperatura	21,00 °C	21,99 °C

	Inicial	Final
Humedad	54,87 %	57,55 %

Carga L1	50,00002 g	
R g	ΔL g	E g
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
50,0004	-	0,00038
Diferencia Máxima Encontrada		0,00000
Error máximo permitido (±)		0,00100

Carga L2	100,00003 g	
R g	ΔL g	E g
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
100,0004	-	0,00037
Diferencia Máxima Encontrada		0,00000
Error máximo permitido (±)		0,00200

Ensayo de Excentricidad



	Inicial	Final
Temperatura	21,92 °C	21,92 °C

	Inicial	Final
Humedad	57,55 %	58,30 %

Posición de la carga	Carga en Cero g	R g	ΔL g	E_o g	Carga L g	R g	ΔL g	E g	Ec g
1	0,00100	0,0009	-	-0,00010	30,00002	30,0002	-	0,00018	0,00028
2		0,0009	-	-0,00010		30,0002	-	0,00018	0,00028
3		0,0009	-	-0,00010		30,0001	-	0,00008	0,00018
4		0,0009	-	-0,00010		30,0002	-	0,00018	0,00028
5		0,0009	-	-0,00010		30,0002	-	0,00018	0,00028
						Error máximo permitido (±)			0,00100

Certificado de calibración Nº LMCA-0149-2023

Ensayo de Pesaje

	Inicial	Final
Temperatura	22,06 °C	22,12 °C

	Inicial	Final
Humedad	58,40 %	59,80 %

	Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
		R	ΔL	E	Ec	R	ΔL	E	Ec	
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
E_o	0,00100	0,0009	-	-0,00010						
	0,01000	0,0099	-	-0,00010	0,00000	0,0098	-	-0,00020	-0,00010	0,00100
	0,05000	0,0499	-	-0,00010	0,00000	0,0498	-	-0,00020	-0,00010	0,00100
	0,10000	0,0999	-	-0,00010	0,00000	0,0998	-	-0,00020	-0,00010	0,00100
	0,50000	0,4999	-	-0,00010	0,00000	0,4998	-	-0,00020	-0,00010	0,00100
	1,00001	0,9999	-	-0,00011	-0,00001	0,9998	-	-0,00021	-0,00011	0,00100
	2,00001	1,9999	-	-0,00011	-0,00001	1,9998	-	-0,00021	-0,00011	0,00100
	5,00001	4,9999	-	-0,00011	-0,00001	4,9998	-	-0,00021	-0,00011	0,00100
	15,00001	15,0000	-	-0,00001	0,00009	14,9999	-	-0,00011	-0,00001	0,00100
	20,00002	20,0000	-	-0,00002	0,00008	20,0000	-	-0,00002	0,00008	0,00100
	25,00002	25,0001	-	0,00008	0,00018	25,0001	-	0,00008	0,00018	0,00100
	30,00002	30,0001	-	0,00008	0,00018	30,0002	-	0,00018	0,00028	0,00100
	50,00002	50,0004	-	0,00038	0,00048	50,0003	-	0,00028	0,00038	0,00100
	70,00004	70,0006	-	0,00056	0,00066	70,0006	-	0,00056	0,00066	0,00200
	100,00003	100,0005	-	0,00047	0,00057	100,0005	-	0,00047	0,00057	0,00200
	110,00003	110,0007	-	0,00067	0,00077	110,0007	-	0,00067	0,00077	0,00200

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza
R: Lectura de indicación de la balanza
E: Error encontrado
EMP: Error máximo permitido

E_0: Error en cero
Ec: Error corregido
ΔL: Carga incrementada

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA PESADA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \times \sqrt{2{,}6 \times 10^{-9}\ g^2 + 1{,}0 \times 10^{-11} \times R^2}$

Lectura corregida de la balanza $R_{corregida} = R - 7{,}4499 \times 10^{-6} \times R$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

9. Observaciones :

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y N° EM-00484.
- La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k = 2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Antes de la calibración se realizó el ajuste del equipo. Para una carga de 110 g la indicación de la balanza fue de 110,0030 g.
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático.

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE ACREDITACIÓN DE LABORATORIO OTORGADO POR INACAL

Certificado

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Acreditación a:

SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle 22 Mz E Lt 7 Urbanización Vipol de Naranjal, distrito de San Martin de Porres, provincia y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 21 de julio de 2023
Fecha de Vencimiento: 20 de julio de 2026

Firmado digitalmente por AGUILAR RODRIGUEZ Lidia Patricia FAU 20600283015 soft
Fecha: 2023-08-18 08:52:23
Motivo: Soy el Autor del Documento

PATRICIA AGUILAR RODRÍGUEZ
Directora (d.t.). Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula: N°: 228-2023-INACAL/DA
Contrato N°: 039-2023/INACAL-DA
Registro N°: LE - 211

Fecha de emisión: 15 de agosto de 2023

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) de Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-01P-02M Ver. 03

REGISTRO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL DEL LABORATORIO EN INDECOPI

PERÚ | Presidencia del Consejo de Ministros | INDECOPI

Firmado digitalmente por: PAZ GILIO Gwendy Marlene FAU 20133840533 hard
Fecha: 17/10/2023 19:00:07-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00150845

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución Nº 025805-2023/DSD - INDECOPI de fecha 12 de octubre de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación SLAB LABORATORIO DE ENSAYO E INVESTIGACIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	:	42 de la clasificación Internacional.
Solicitud	:	0019152-2023
Titular	:	SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	12 de octubre de 2033
Distingue	:	Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

SLab
Laboratorio de ensayo e investigación

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013- PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador *Id Documento: **0v070vs6jr***

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

Anexo 08. Ensayos de Laboratorio de los Agregados para Concreto

FORMATO PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGREGADOS (CANTERA MANUEL OLANO)

"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"

FORMATO PARA TOMA DE MUESTRA – AGREGADOS

NTP 400.037

CANTERA: Manuel Olano

NÚMERO DE MUESTRAS: 22 (1 lata por cada saco).

TAMAÑO DE MUESTRAS:

Agregado fino: Arena (Zarandeada) → 10 latas.

Agregado grueso: Piedra chancada (1/2") → 12 latas.

MUESTREADOR (A): Tesista Rosalinda Jiménez Díaz

FECHA (dd/mm/aa): 20/08/2024

EQUIPOS UTILIZADOS:

- Palana recta con mango de madera (Marca Bellota).
- Sacos de Polipropileno (15 unidades).
- Bolsas de plástico (1 paquete).
- Pita de rafia (1 rollo).
- Pizarra acrílica de 80x120cm (1 unidad).

Tabla 1

Recopilación de datos in situ de los agregados

Registro del muestreo						
Muestra	**Fecha**	**Hora**	**Temperatura ambiente**	**Cantera**	**Código de muestra**	**Coordenadas UTM**
Agregado Fino	20/08/2024	08:30 am	28°C	Manuel Olano	AF-01	Datum WGS-84: ESTE: 746307.98 NORTE: 9358062.49 ALTITUD: 698 m.s.n.m
Agregado Grueso	20/08/2024	08:45 am	28°C	Manuel Olano	AG-01	

Nota. Elaboración propia.

JIMENEZ DIAZ ROSALINDA

DNI: 71244095

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA AGREGADOS

F&M
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcc

INFORME N° 086-2024

PROYECTO:

"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM², JAÉN – 2024"

Solicitante:

ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ



Ubicación:

JAÉN – JAÉN – CAJAMARCA

DICIEMBRE-2024

Indecopi

CERTIFIED ISO 9001 CERTIFIED

ÍNDICE

I. GENERALIDADES....3
1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO....3
1.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREÁ DE ESTUDIO. 3
1.3. NORMAS A UTILIZAR 4
1.4. METODOLOGÍA 4
1.5. MATERIALES A UTILIZAR 5
II. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F´C = 380 Kg/cm^2 6
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES - AGREGADO FINO 6
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES - AGREGADO GRUESO 6
2.3. RESUMEN DE ENSAYO RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN. 7
2.4. CEMENTO 7
2.5. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES 7
2.6. CARACTERISTICAS DE CONCRETO FRESCO: PATRÓN 7
2.7. PROPORCIÓN DE MATERIALES CORREGIDOS POR ESTADO EN CONCRETO FRESCO: PATRON 7
2.8. CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO 8
2.9. CARACTERISTICAS DE CONCRETO FRESCO: PATRÓN + ADICIÓN DE CENIZAS DE FIBRA DE COCO. 8
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....12
IV. PANEL FOTOGRÁFICO 14
ANEXOS 20
RESULTADOS....21
CERTIFICADOS 22

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

I. GENERALIDADES

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente Informe Técnico de laboratorio: **"F&M Engineering and Construction S.A.C"**, tiene como objetivo determinar las características principales de los agregados para realizar el diseño de mezcla de concreto con resistencia f´c=380kg/cm², además verificar su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para el proyecto: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024".

1.2. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL AREÁ DE ESTUDIO.

Los agregados para concreto en estudio, están ubicados en la Provincia Jaén - Departamento De Cajamarca.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio *"F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION"* de la misma ciudad ya mencionada.



Fig. 1: Departamento de Cajamarca

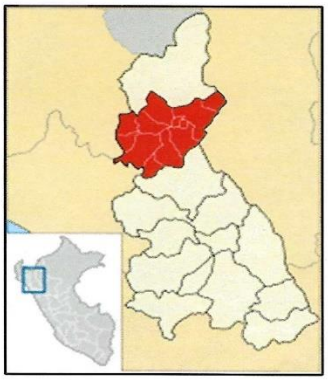


Fig. 2: Provincia de Jaén



Fig. 3: Distritos de Jaén

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

1.3. NORMAS A UTILIZAR

A. **NTP 339.034 (2021).** CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

B. Norma técnica de edificación E.060 concreto armado.

1.4. METODOLOGÍA

El solicitante trae los agregados al laboratorio "F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION" para su recepción y ser ensayadas bajo el siguiente procedimiento:

A. Se tienen en cuenta las normativas de los agregados para determinar el diseño de mezclas, los agregados son llevados al laboratorio y son correctamente ensayos por el personal técnico y supervisado por el jefe del laboratorio.

B. Para los diseños de mezcla de concreto. Se ha seguido la metodología ACI 211, del cual se tiene verdadera confianza en los valores resultantes de los diseños.

C. Se verifica las fechas de rotura para registra en el formato de laboratorio.

D. Se registra en el formato del laboratorio las medidas del testigo a roturar.

E. Se coloca los testigos de concreto a las maquina correspondientes para ser ensayadas a compresión o flexión y se registra la carga aplicada en Kn, además del tipo de falla.

F. Los datos registrados en los formatos del laboratorio se derivan al área de gabinete donde posteriormente se realizar los cálculos y se emite un informe realizado por el jefe del laboratorio.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

1.5. MATERIALES A UTILIZAR

1.5.1. Cantera

Los materiales de agregado grueso y agregado fino se extraerán de la cantera "MANUEL OLANO" y será trasladado a la cuidad de Jaén -Jaén -Cajamarca donde se realizarán los ensayos correspondientes según las normativas vigentes para realizar los diseños de mezcla para una resistencia f´c = 380 kg/cm².

1.5.2. Cemento

El cemento a utilizar será el cemento portland tipo I, que cumple con la normativa ASTM C-150.

1.5.3. Agregado Fino

Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial de la cantera "MANUEL OLANO", que deberá pasar el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg.) y quedar retenido en el tamiz normalizado 75 µm (No. 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037.

1.5.4. Agregado Grueso

Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (No. 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca de la cantera "MANUEL OLANO", deberá cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037.

1.5.5. Agua

El agua a utilizar para la mezcla será proveniente de la zona donde se realizará la ejecución de obra, deberá estar limpia y libre de impurezas perjudiciales como ácidos, aceites y materia orgánicas.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

II. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO F´C = 380 Kg/cm²

CANTERA: AGREGADO FINO : MANUEL OLANO

AGREGADO GRUESO: MANUEL OLANO

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES - AGREGADO FINO

ENSAYOS	UNIDAD	ARENA NATURAL
Peso Específico De Masa	Kg/cm³	2744
Peso Unitario Suelto Seco	Kg/cm³	2281
Peso Unitario Suelto Compactado	Kg/cm³	2411
Humedad	%	1.0
Absorción	%	0.7
Módulo De Fineza	adimensional	2.60

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES - AGREGADO GRUESO

ENSAYOS	UNIDAD	PIEDRA CHANCADA
Perfil	.....	Angular
Tamaño Máximo		1"
Tamaño Máximo Nominal	in	½"
Peso Específico De Masa	Kg/cm³	2630
Peso Unitario Suelto Seco	Kg/cm³	1355
Peso Unitario Suelto Compactado	Kg/cm³	1422
Humedad	%	0.4
Absorción	%	1.0
Módulo De Fineza	adimensional	4.9

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

2.3. RESUMEN DE ENSAYO RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN.

CANTERA	GRADACIÓN	MASA TOTAL	UNIFORMIDAD (%)	DESGASTE (%)
Manuel Olano	"B"	5008	5	21

2.4. CEMENTO

- Cemento Pacasmayo Tipo I:

  Peso específico: 3150 kg/cm3

2.5. CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES

ELEMENTO ESTRUCUTURAL	RESISTENCIA A LA COMPRENSIÓN	SLUMP
Diferentes Estructuras	F´c = 380 kg/cm²	3"-4"

2.6. CARACTERISTICAS DE CONCRETO FRESCO: PATRÓN

RESISTENCIA	PESO UNITARIO (Kg/m³)	SLUMP	TEMPERATURA °C	CONTENIDO DE AIRE
Diferentes Estructuras	2379	3"-4"	28.4	2.5 %

2.7. PROPORCIÓN DE MATERIALES CORREGIDOS POR ESTADO EN CONCRETO FRESCO: PATRON

PROPORCIÓN	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
PESO	1.00	2.84	2.28	27.9
VOLUMEN	1.00	1.87	2.53	27.9

Mayer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

2.8. CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO

2.8.1. PARA UN RESISTENCIA F´c= 380 kg/cm2

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDADES	CARACTERISTICAS
Cemento	Kg/m³	344	Pacasmayo Tipo I
Agregado Fino	Kg/m³	226	Cantera M. OLANO
Agregado Grueso	Kg/m³	977	Cantera M. OLANO
Agua	L	785	Cantera M. OLANO

2.9. CARACTERISTICAS DE CONCRETO FRESCO: PATRÓN + ADICIÓN DE CENIZAS DE FIBRA DE COCO.

ADICIÓN	RESISTENCIA	PESO UNITARIO (KG/M³)	SLUMP	TEMP. °C	CONTENIDO DE AIRE
1.5 %	Diferentes Estructuras	2393	3 ½"	28.4	2.5%
3.0 %	Diferentes Estructuras	2379	3 ½"	31.7	2.5%
4.5 %	Diferentes Estructuras	2366	3"	32.0	2.5%

2.10. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO F'C = 380 Kg/cm2

2.10.1. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA PATRÓN:

Mineyer Herr...
INGENIERO ...
REG. C.I.P. 15228...

MUESTRA PATRÓN					
Adoquín N°	**Curado**	**Resistencia a la fecha (Kg/cm2)**	**Resist. Del ensayo respecto al diseño (%)**	**Tipo de falla**	**Condición**
1	7	259.40	68.26	4	CUMPLE
2	7	253.84	66.80	4	CUMPLE
3	7	262.64	69.12	5	CUMPLE
4	14	295.94	77.88	6	CUMPLE
5	14	298.41	78.53	4	CUMPLE
6	14	296.76	78.10	5	CUMPLE
7	28	387.56	101.99	4	CUMPLE
8	28	394.37	103.78	4	CUMPLE
9	28	388.42	102.22	6	CUMPLE

2.10.2. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA + 1.5 % DE CENIZA DE FIBRA DE COCO:

MUESTRA + 1.5 % C.F.C					
Adoquín N°	**Curado**	**Resistencia a la fecha (Kg/cm2)**	**Resist. Del ensayo respecto al diseño (%)**	**Tipo de falla**	**Condición**
1	7	251.25	66.12	4	CUMPLE
2	7	248.75	65.46	6	CUMPLE
3	7	256.46	67.49	5	CUMPLE

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152283

4	14	290.22	76.37	5	CUMPLE
5	14	298.25	78.49	4	CUMPLE
6	14	293.72	77.30	4	CUMPLE
7	28	369.18	97.15	4	NO CUMPLE
8	28	367.17	96.62	6	NO CUMPLE
9	28	371.99	97.89	6	NO CUMPLE

2.10.3. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA + 3.0 % DE CENIZA DE FIBRA DE COCO:

MUESTRA + 3.0 % C.F.C					
Adoquín N°	**Curado**	**Resistencia a la fecha (Kg/cm2)**	**Resist. Del ensayo respecto al diseño (%)**	**Tipo de falla**	**Condición**
1	7	267.96	70.52	4	CUMPLE
2	7	272.99	71.84	4	CUMPLE
3	7	268.20	70.58	6	CUMPLE
4	14	301.56	79.36	5	CUMPLE
5	14	299.93	78.93	5	CUMPLE
6	14	302.53	79.61	5	CUMPLE
7	28	395.18	104.00	6	CUMPLE
8	28	388.33	102.19	4	CUMPLE
9	28	404.10	106.34	5	CUMPLE

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

2.10.4. RESUMEN DE RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA MUESTRA + 4.5 % DE CENIZA DE FIBRA DE COCO:

MUESTRA + 4.5 % C.F.C					
Adoquín N°	**Curado**	**Resistencia a la fecha (Kg/cm2)**	**Resist. Del ensayo respecto al diseño (%)**	**Tipo de falla**	**Condición**
1	7	284.82	74.95	4	CUMPLE
2	7	278.92	73.40	4	CUMPLE
3	7	281.14	73.98	4	CUMPLE
4	14	318.69	83.87	5	CUMPLE
5	14	313.37	82.47	5	CUMPLE
6	14	320.23	84.27	5	CUMPLE
7	28	413.08	108.71	6	CUMPLE
8	28	419.08	110.52	5	CUMPLE
9	28	416.01	109.48	6	CUMPLE

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUCIONES

- De los resultados de la resistencia a la compresión de los adoquines, se obtuvo que la muestra patrón si alcanzan la resistencia de diseño f´c= 380 kg/cm2 a los 28 días, por lo tanto, si cumple con la resistencia requerida según la Norma Técnica de Edificación E.060 CONCRETO ARMADO.
- De los resultados se obtuvo que la muestra patrón + 1.5% F.C.F no alcanzan la resistencia de diseño f´c= 380 kg/cm2 a los 28 días, por tanto, no cumple con la resistencia requerida según la Norma Técnica de Edificación E.060 CONCRETO ARMADO.
- De los resultados se obtuvo que la muestra patrón+ 3% F.C.F si alcanzan la resistencia de diseño f´c= 380 kg/cm2 a los 28 días, por lo tanto, si cumple con la resistencia requerida según la Norma Técnica de Edificación E.060 CONCRETO ARMADO.
- De los resultados de la resistencia a la compresión de los adoquines, se obtuvo que la muestra patrón + 4.5% F.C.F no alcanzan la resistencia de diseño f´c= 380 kg/cm2 a los 28 días, por tanto, si cumple con la resistencia requerida según la Norma Técnica de Edificación E.060 CONCRETO ARMADO.
- Los resultados, conclusiones y recomendaciones indicados en el presente informe, deberán ser usados únicamente para la zona investigada, no siendo válida para otras zonas.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

3.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda verificar que los agregados cumplan con las especificaciones normativas en cuanto a granulometría, forma, limpieza y propiedades físicas, como peso específico, absorción y contenido de humedad. Los agregados deben estar libres de materia orgánica, partículas blandas o dañinas que puedan afectar la resistencia del concreto.
- Se recomienda garantizar que las probetas estén en condiciones óptimas de curado antes del ensayo, manteniéndolas húmedas hasta el momento de la ruptura para evitar pérdida de resistencia.
- Es esencial que la máquina de ensayo esté calibrada y nivelada, y que la carga se aplique de forma uniforme según las normativas vigentes. Asimismo, debe documentarse el tipo de falla y cualquier irregularidad durante el proceso.
- Finalmente, se recomienda utilizar equipos de protección personal (EPP) para el personal y seguir estrictamente los protocolos de seguridad.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

IV. PANEL FOTOGRÁFICO



FOTO N° 01: CUARTEO DE MUESTRA DE AGREGADO GRUESO 1/2".



FOTO N° 02: ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO ½" *(LAVADO DE MUESTRA)*



FOTO N° 03: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO GRUESO ½".

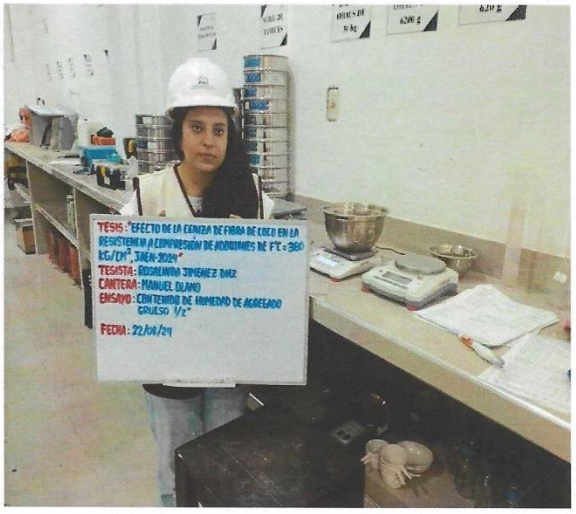


FOTO N° 04: ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO GRUESO ½" (PESO DE LA MUESTRA).

I.
II.
II.
X.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285



FOTO N° 05: ENSAYO DE PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO ½''.

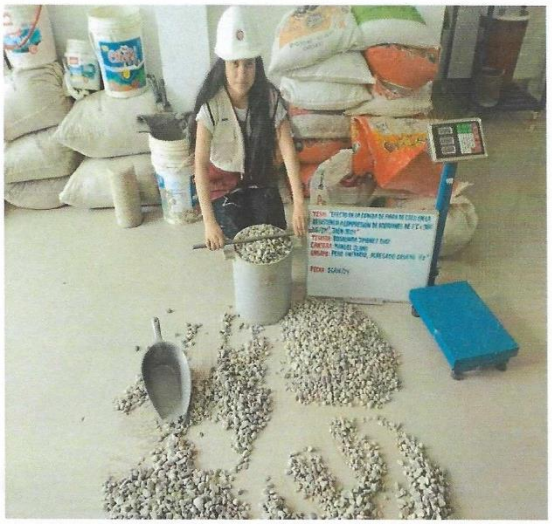


FOTO N° 06: ENSAYO DE PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO ½'' (UBICACIÓN DE MUESTRA).



FOTO N° 07: ENSAYO DE PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO ½'' (PESO DE MUESTRA).



FOTO N° 08: ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO ½''.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 182268

RESULTADOS

F&M
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

F&M
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

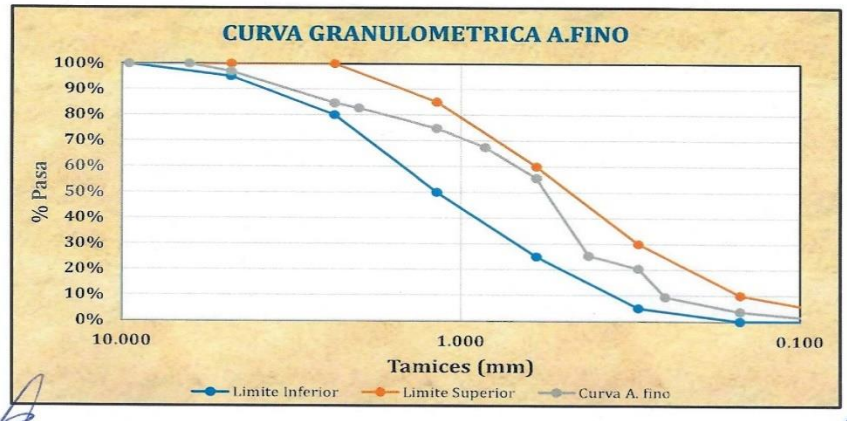
PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 26/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 28/08/2024	**PÁGINA**	: 1 de 9

CERTIFICADO DE ENSAYO:

AGREGADOS. Análisis Granulométrico por Tamizado del Agregado Fino, Grueso y Global
Norma ASTM C-136 Ó N.T.P. 400.012

PESO INICIAL	: 954.68 gramos
MUESTRA	: Cantera "MANUEL OLANO"

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% PASANTE ACUMULADO
1/2"	12.500	0.0	0.000	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.0	0.000	0.000	100.00
1/4"	6.300	0.0	0.000	0.000	100.00
No. 4	4.750	30.0	3.142	3.142	96.86
No. 8	2.360	117.0	12.250	15.393	84.61
No. 10	2.000	18.8	1.964	17.357	82.64
No. 16	1.180	75.3	7.884	25.241	74.76
No. 20	0.850	70.1	7.338	32.578	67.42
No. 30	0.600	113.0	11.836	44.415	55.59
No. 40	0.420	287.7	30.134	74.549	25.45
No. 50	0.300	48.0	5.024	79.572	20.43
No.60	0.250	105.5	11.048	90.620	9.38
No. 100	0.150	54.0	5.659	96.279	3.72
No. 200	0.075	35.0	3.661	99.940	0.06
<No.200	FONDO	0.57	0.060	100.000	0.00
	MÓDULO DE FINEZA :			**2.6**	
	ABERTURA DE MALLA DE REFERENCIA:			**1/2"**	



ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernandez Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

F&M Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES
DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS
Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F'C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 26/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 28/08/2024	**PÁGINA**	: 2 de 9

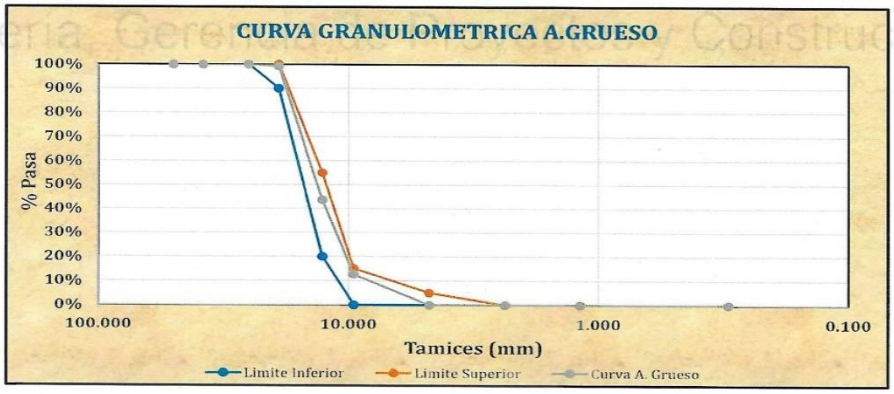
CERTIFICADO DE ENSAYO:

Análisis Granulométrico por Tamizado del Agregado grueso
Norma ASTM C-136 Ó N.T.P. 400.012

PESO INICIAL:	2239.30 gr
MUESTRA :	Cantera "MANUEL OLANO"

TAMICES (Pul)	TAMICES (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% ACUMULADO RETENIDO	% PASANTE ACUMULADO
2"	50.000	0.0	0.000	0.00	100.00
1 1/2"	38.000	0.0	0.000	0.000	100.00
1"	25.000	0.0	0.000	0.000	100.00
3/4"	19.000	18.0	0.804	0.804	99.20
1/2"	12.700	1243.0	55.508	56.312	43.69
3/8"	9.520	696.1	31.086	87.398	12.60
N° 4	4.750	282.2	12.602	100.000	0.00
N° 8	2.360	0.0	0.000	100.000	0.00
N° 16	1.180	0.0	0.000	100.000	0.00
N° 50	0.300	0.0	0.000	100.000	0.00
FONDO		0.0	0.000	100.000	0.00

TAMANO MÁXIMO	:	**1"**
TAMANO MÁXIMO NOMINAL	:	**1/2"**
MÓDULO DE FINEZA	:	**4.9**



ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 26/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 28/08/2024	**PÁGINA**	: 5 de 9

CERTIFICADO DE ENSAYO:

Peso especifico y Absorción del agregado fino
Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Muestra:	Cantera "MANUEL OLANO"	

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)	999.0
3.- Peso del frasco + Agua	(gr)	680.0
6.- Peso de la muestra secada al horno + peso del frasco	(gr)	1176.7
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	496.7
8.- Volumen del frasco	(cm^3)	500.0

II .- **RESULTADOS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm^3)	2.744
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm^3)	2.762
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm^3)	2.795
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.666

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 26/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 28/08/2024	**PÁGINA**	: 6 de 9

CERTIFICADO DE ENSAYO:

Peso especifico y Absorción del agregado Grueso

Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra: **Cantera "MANUEL OLANO"** -- 1/2"

I. DATOS

1.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	2333.3
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	(gr)	2356.1
3.- Peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	(gr)	2321.0
4.- Peso de la canastilla	(gr)	852.0
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(gr)	1469.0

II .- RESULTADOS

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm^3)	2.630
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm^3)	2.656
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm^3)	2.700
4.- PORCENTAJE DE ABSORCION	%	0.98

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 152285

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 26/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 28/08/2024	**PÁGINA**	: 3 de 9

CERTIFICADO DE ENSAYO:

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: Cantera "MANUEL OLANO"

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7770	7882	7855
2.- Peso del recipiente	(gr.)	229.13	229.13	229.13
3.- Peso de muestra	(gr.)	7540.87	7652.87	7625.87
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0033	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	2285	2319	2311
6.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m^3)		**2305**	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)		**2281**	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	8285	8248	8274
2.- Peso del recipiente	(gr.)	229.13	229.13	229.13
3.- Peso de muestra	(gr.)	8055.87	8018.87	8044.87
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0033	0.0033	0.0033
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	2441	2430	2438
6.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m^3)		**2436**	
7.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m^3)		**2411**	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2955	1108.2
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	2908.1	1105.2
c.- Peso de recipiente	(gr.)	213.7	210.2
d.- Contenido de humedad	(%)	1.7	0.3
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	**1.0**	

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQU		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 26/10/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 28/10/2024	**PÁGINA**	: 4 de 9

CERTIFICADO DE ENSAYO:

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra: Cantera "MANUEL OLANO" -- 1/2"

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	28450	28600	28800
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7400	7400	7400
3.- Peso de muestra	(gr.)	21050	21200	21400
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0156	0.0156	0.0156
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1349	1359	1372
6.- Peso unitario suelto humedo (Promedio)	(kg/m^3)		**1360**	
7.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m^3)		**1355**	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	29550	29950	29500
2.- Peso del recipiente	(gr.)	7400	7400	7400
3.- Peso de muestra	(gr.)	22150	22550	22100
4.- Constante ó Volumen	(m^3)	0.0156	0.0156	0.0156
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m^3)	1420	1446	1417
6.- Peso unitario compactado humedo (Promedio)	(kg/m^3)		**1427**	
7.- Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m^3)		**1422**	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

a.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	2969.9	3003.9
b.- Peso de muestra seca	(gr.)	2956.6	2994.9
c.- Peso de recipiente	(gr.)	214.44	219.48
d.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.3
e.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	**0.4**	

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

F&M
Engineering and Construction S.A.C
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F'C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"

UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	CÓDIGO INTERNO	S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	ENSAYO POR	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: -----	F. DE RECEPCIÓN	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 02/09/2024	F. DE EMISIÓN	: Dic - 2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 05/09/2024	PÁGINA	: 9 de 9

INFORME DE ENSAYO N° 086-2024

AGREAGDOS: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESGASTE EN AGREGADOS GRUESOS DE TAMAÑOS MENORES POR ABRASIÓN E IMPACTO EN LA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES.

NTP 400.019 (2020)

CANTERA :		**MANUEL OLANO**			
MUESTRA :		**AGREGADOS**			
GRADACIÓN:		"A "	" B"	" C"	" D"
3"	2 1/2"	---	----	---	---
2 1/2"	2"	---	----	---	---
2"	1 1/2"	---	2505.00	---	---
1 1/2"	1"	---	2503.00	---	---
1"	3/4"	---	----	---	---
MATA TOTAL (g.)		---	5008.00	---	---
N° DE ESFERAS		12	11	8	6
N° DE REVOLUCIONES		500	500	500	500
R. TAMIZ N° 12 (1) (g.)		---	4774	---	---
R. TAMIZ N° 12 (2) (g.)		---	3956	---	---
UNIFORMIDAD (%)		---	5 %	---	---
DESGASTE (%)		---	21 %	---	---

Observaciones: * *Muestreo realizado por el Solicitante*
* *Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo*
* *En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibió*

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

CERTIFICADO DE DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 30/08/2024	**PÁGINA**	: 7 de 9

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA — F'c = 380 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso	: " MANUEL OLANO"			
01.- Tamaño máximo nominal			1/2"	pulg.
02.- Peso específico seco de masa			2630	Kg/m³
03.- Peso Unitario compactado seco			1422	Kg/m³
04.- Peso Unitario suelto seco			1355	Kg/m³
05.- Contenido de humedad			0.4	%
06.- Contenido de absorción			1.0	%
II.) Datos del agregado fino	: " MANUEL OLANO"			
07.- Peso específico seco de masa			2744	Kg/m³
08.- Peso unitario seco suelto			2281	Kg/m³
09.- Contenido de humedad			1.0	%
10.- Contenido de absorción			0.7	%
11.- Módulo de fineza (adimensional)			2.450	
III.) Datos de la mezcla y otros				
12.- Resistencia especificada a los 28 días		F'_{cr}	380	Kg/cm²
13.- Relación agua cemento		$R^{a/c}$	0.56	
14.- Asentamiento			4	Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	: JAÉN		216	L/m³
16.- Contenido de aire atrapado			2.5	%
17.- Volumen del agregado grueso			0.550	m³
18.- Peso específico del cemento	:Tipo I		3150	Kg/m³

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

					Corrección por humedad	Agua Efectiva
a.- Cemento	344	0.109				
b.- Agua	216	0.216				
c.- Aire	2.5	0.025				
d.- Arena	967	0.353	55	977		2.9
e.- Grava	782	0.297	45	785		7.0
	2312	1.000				10

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

			VI.) Tanda de ensayo	1.000 m³	
CEMENTO	344	Kg/m³	344.000 kg	$F/^{\text{cemento (en bolsas)}}$	8.1
AGUA	226	L/m³	225.900 L	$R^{\text{a/c de diseño}}$	0.628
ARENA	977	Kg/m³	977.434 kg	$R^{\text{a/c de obra}}$	0.657
PIEDRA	785	Kg/m³	785.043 kg		
	2332		2332.377		

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

En bolsa de 1 pie3 P	1.0	2.84	2.28	27.9	Lts/pie³
En bolsa de 1 pie3 V	1.0	1.87	2.53	27.9	Lts/pie³

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152286

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: " MANUEL OLANO"	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYADO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: --------	**F. DE RECEPCIÓN**	: 25/08/2024
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 30/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-2024
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 30/08/2024	**PÁGINA**	: 8 de 9

INFORME DE ENSAYO ENSAYO N°086 - 2024

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (Sin Aire Acondicionado)

RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE MEZCLA FINAL (ACI 211) F'c = 380 kg/cm²

CEMENTO : " MANUEL OLANO"
1.- Tipo de cemento : Tipo I
2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino : : " MANUEL OLANO"

1.- Peso específico de masa	2.744	gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.762	gr/cm³
3.- Peso unitario suelto	2281	Kg/m³
4.- Peso unitario compactado	2411	Kg/m³
5.- % de absorción	0.7	%
6.- Contenido de humedad	1.0	%
7.- Módulo de fineza	2.60	adimensional

Agregado gru : " MANUEL OLANO"

1.- Peso específico de masa	2.630	gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.656	gr/cm³
3.- Peso unitario suelto	1355	Kg/m³
4.- Peso unitario compactado	1422	Kg/m³
5.- % de absorción	1.0	%
6.- Contenido de humedad	0.4	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	1/2"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	30.0	96.9
Nº 08	117.0	84.6
Nº 16	75.3	74.8
Nº 30	113.0	55.6
Nº 50	48.0	20.4
Nº 100	54.0	3.7
Fondo	0.6	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"	18.0	99.2
1/2"	1243.0	43.7
3/8"	696.1	12.6
Nº 04	282.2	0.0
Fondo	0.0	0.0

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco : 2379 Kg/m³
Relación agua cemento de diseño : 0.56

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	344	Kg/m³	Tipo I
Agua	226	L/m³	: "JAÉN"
Agregado fino	977	Kg/m³	: " MANUEL OLANO"
Agregado grueso	785	Kg/m³	: " MANUEL OLANO"

Proporción en peso :	**Cemento**	**Arena**	**Piedra**	**Agua**
	1.0	2.84	2.28	27.9 Lts/pie³
Proporción en volumen :	1.0	2.53	2.53	27.9 Lts/pie³

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

REPORTE DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES

F&M
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: MANUEL OLANO	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: ------	**F. DE RECEPCIÓN**	: Agos-24
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 29/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-24
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 26/09/2024	**PÁGINA**	: 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 086-2024

CONCRETO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO

NTP 339.034 (2021)

A. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PATRÓN: F'C = 380 kg/cm2

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Adoquín	Días Curado	Fecha de Ensayo	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (gr)	Densidad (gr/cm3)	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Tipo de Falla						Condición
														kg/cm2	Diseño		1	2	3	4	5	6	
A. PATRÓN	29/08/2024	1	7	05/09/2024	20.12	10.09	6.14	202.89	2046.32	2935	1.43	515.98	52629.96	259.40	380	68.26%				x			CUMPLE
A. PATRÓN	29/08/2024	2	7	05/09/2024	20.18	10.07	5.97	203.26	2046.91	2823	1.38	505.84	51595.68	253.84	380	66.80%				x			CUMPLE
A. PATRÓN	29/08/2024	3	7	05/09/2024	20.24	10.13	6.08	205.10	2078.30	2892	1.39	528.12	53868.24	262.64	380	69.12%					x		CUMPLE
PROMEDIO												**516.65**	**52697.96**	**258.63**	**380**	**68.06%**							**CUMPLE**
A. PATRÓN	29/08/2024	4	14	12/09/2024	20.40	10.12	6.18	206.54	2091.03	2669	1.28	599.26	61124.52	295.94	380	77.88%						x	CUMPLE
A. PATRÓN	29/08/2024	5	14	12/09/2024	20.10	10.11	5.98	203.19	2053.78	2866	1.40	594.44	60632.88	298.41	380	78.53%				x			CUMPLE
A. PATRÓN	29/08/2024	6	14	12/09/2024	20.25	10.13	6.09	205.13	2078.40	2972	1.43	596.81	60874.62	296.76	380	78.10%					x		CUMPLE
PROMEDIO												**596.84**	**60877.34**	**297.04**	**380**	**78.17%**							**CUMPLE**
A. PATRÓN	29/08/2024	7	28	26/09/2024	20.36	10.10	6.08	205.54	2075.44	2878	1.39	780.98	79659.96	387.56	380	101.99%				x			CUMPLE
A. PATRÓN	29/08/2024	8	28	26/09/2024	20.15	10.09	6.10	203.25	2049.91	2870	1.40	785.84	80155.68	394.37	380	103.78%				x			CUMPLE
A. PATRÓN	29/08/2024	9	28	26/09/2024	20.39	10.14	6.21	206.70	2095.56	2962	1.41	787.12	80286.24	388.42	380	102.22%						x	CUMPLE
PROMEDIO												**784.65**	**80033.96**	**390.12**	**380**	**102.66%**							**CUMPLE**

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Observaciones:

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibio*

F&M Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F'C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: MANUEL OLANO	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: ------	**F. DE RECEPCIÓN**	: Agos-24
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 29/08/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-24
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 26/09/2024	**PÁGINA**	: 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 086-2024

CONCRETO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO

NTP 339.034 (2021)

B. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PATRÓN + 1.5 % DE CENIZA DE FIBRA DE COCO: F'C = 380 kg/cm2

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Adoquín	Días Curado	Fecha de Ensayo	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (gr)	Densidad (gr/cm3)	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Tipo de Falla						Condición
														kg/cm2	Diseño		1	2	3	4	5	6	
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	1	7	05/09/2024	20.43	10.03	6.16	204.96	2056.07	2946	1.43	504.87	51496.74	251.25	380	66.12%				x			CUMPLE
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	2	7	05/09/2024	22.99	10.08	6.37	231.71	2335.01	3034	1.30	565.07	57637.14	248.75	380	65.46%						x	CUMPLE
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	3	7	05/09/2024	20.19	9.99	6.44	201.69	2014.64	3016	1.50	507.10	51724.20	256.46	380	67.49%					x		CUMPLE
PROMEDIO												**525.68**	**53619.36**	**252.15**	**380**	**66.36%**							**CUMPLE**
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	4	14	12/09/2024	20.40	10.27	6.13	209.55	2152.67	3033	1.41	596.23	60815.46	290.22	380	76.37%					x		CUMPLE
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	5	14	12/09/2024	20.37	10.08	6.33	205.42	2071.08	2987	1.44	600.64	61265.28	298.25	380	78.49%				x			CUMPLE
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	6	14	12/09/2024	20.19	10.10	6.49	203.91	2059.23	3021	1.47	587.20	59894.40	293.72	380	77.30%				x			CUMPLE
PROMEDIO												**594.69**	**60658.38**	**294.07**	**380**	**77.39%**							**CUMPLE**
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	7	28	26/09/2024	20.25	10.10	6.39	204.56	2066.62	3019	1.46	740.38	75518.76	369.18	380	97.15%				x			NO CUMPLE
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	8	28	26/09/2024	20.16	9.99	6.35	201.43	2012.50	2980	1.48	725.10	73960.20	367.17	380	96.62%						x	NO CUMPLE
P +1.5%C.F.C	29/08/2024	9	28	26/09/2024	20.24	10.22	6.32	206.78	2112.90	3018	1.43	754.12	76920.24	371.99	380	97.89%						x	NO CUMPLE
PROMEDIO												**739.87**	**75466.40**	**369.45**	**380**	**97.22%**							**NO CUMPLE**

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Observaciones:
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibio*

F&M Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: MANUEL OLANO	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: ------	**F. DE RECEPCIÓN**	: Agos-24
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/09/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-24
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2024	**PÁGINA**	: 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 086-2024

CONCRETO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO

NTP 339.034 (2021)

C. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PATRÓN + 3.0 % DE CENIZA DE FIBRA DE COCO: F'C = 380 kg/cm2

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Adoquín	Días Curado	Fecha de Ensayo	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (gr)	Densidad (gr/cm3)	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Tipo de Falla						Condición
														kg/cm2	Diseño		1	2	3	4	5	6	
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	1	7	06/09/2024	20.23	10.06	6.51	203.60	2048.93	3050	1.49	534.87	54556.74	267.96	380	70.52%				x			CUMPLE
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	2	7	06/09/2024	20.28	10.25	6.20	207.84	2129.76	3032	1.42	556.27	56739.54	272.99	380	71.84%				x			CUMPLE
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	3	7	06/09/2024	20.19	10.23	6.49	206.60	2114.23	3084	1.46	543.24	55410.48	268.20	380	70.58%						x	CUMPLE
PROMEDIO												**544.79**	**55568.92**	**269.72**	**380**	**70.98%**							**CUMPLE**
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	4	14	13/09/2024	20.60	10.27	6.43	211.63	2174.06	3077	1.42	625.67	63818.34	301.56	380	79.36%					x		CUMPLE
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	5	14	13/09/2024	20.42	10.47	6.42	213.71	2236.67	3068	1.37	628.42	64098.84	299.93	380	78.93%					x		CUMPLE
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	6	14	13/09/2024	20.39	10.09	6.59	205.69	2074.76	3137	1.51	610.07	62227.14	302.53	380	79.61%					x		CUMPLE
PROMEDIO												**621.39**	**63381.44**	**301.34**	**380**	**79.30%**							**CUMPLE**
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	7	28	27/09/2024	20.19	10.22	6.33	206.38	2109.48	3021	1.43	799.58	81557.16	395.18	380	104.00%						x	CUMPLE
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	8	28	27/09/2024	20.32	10.28	6.36	208.83	2146.39	3060	1.43	795.05	81095.10	388.33	380	102.19%				x			CUMPLE
P +3.0%C.F.C	30/08/2024	9	28	27/09/2024	20.23	9.98	6.46	201.88	2014.77	3030	1.50	799.78	81577.56	404.10	380	106.34%					x		CUMPLE
PROMEDIO												**798.14**	**81409.94**	**395.87**	**380**	**104.18%**							**CUMPLE**

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Observaciones:
** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibio*

F&M Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

SERVICIOS TÉCNICOS PROFESIONALES DE MECÁNICA DE SUELOS, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO	: "EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"		
UBICACIÓN	: JAÉN - JAÉN - CAJAMARCA		
CANTERA	: MANUEL OLANO	**CÓDIGO INTERNO**	: S-0271-2024
SOLICITANTE	: ROSALINDA JIMENEZ DIÁZ	**ENSAYO POR**	: A.J.S.G.
CONTACTO DE SOLICITANTE	: ------	**F. DE RECEPCIÓN**	: Agos-24
F. DE INICIO DE ENSAYO	: 06/09/2024	**F. DE EMESIÓN**	: Dic-24
F. DE TERMINO DE ENSAYO	: 27/09/2024	**PÁGINA**	: 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 086-2024

CONCRETO. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS. MÉTODO DE ENSAYO

NTP 339.034 (2021)

D. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO PATRÓN + 4.5 % DE CENIZA DE FIBRA DE COCO: F'C = 380 kg/cm2

Estructura / Elemento	Fecha de Muestreo	N° Adoquín	Días Curado	Fecha de Ensayo	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (gr)	Densidad (gr/cm3)	Carga Aplicada (KN)	Conversión de Carga en (KG)	Resistencia a la Fecha		Resist. del Ensayo Respecto al diseño	Tipo de Falla						Condición
														kg/cm2	Diseño		1	2	3	4	5	6	
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	1	7	06/09/2024	19.80	10.22	6.16	202.30	2067.33	2876	1.39	564.88	57617.76	284.82	380	74.95%				x			CUMPLE
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	2	7	06/09/2024	20.37	10.28	6.10	209.45	2153.95	2925	1.36	572.74	58419.48	278.92	380	73.40%				x			CUMPLE
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	3	7	06/09/2024	20.10	10.26	5.97	206.17	2114.31	2851	1.35	568.26	57962.52	281.14	380	73.98%				x			CUMPLE
PROMEDIO												**568.63**	**57999.92**	**281.62**	**380**	**74.11%**							**CUMPLE**
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	4	14	13/09/2024	20.04	10.15	5.94	203.39	2064.69	2845	1.38	635.48	64818.96	318.69	380	83.87%					x		CUMPLE
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	5	14	13/09/2024	20.29	10.34	6.10	209.81	2169.68	2907	1.34	644.58	65747.16	313.37	380	82.47%					x		CUMPLE
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	6	14	13/09/2024	20.33	10.30	6.90	209.49	2158.67	2902	1.34	657.68	67083.36	320.23	380	84.27%					x		CUMPLE
PROMEDIO												**645.91**	**65883.16**	**317.43**	**380**	**83.53%**							**CUMPLE**
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	7	28	27/09/2024	19.92	10.23	6.13	203.74	2084.19	2857	1.37	825.12	84162.24	413.08	380	108.71%						x	CUMPLE
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	8	28	27/09/2024	20.36	10.25	6.11	208.66	2138.34	2899	1.36	859.14	87632.28	419.97	380	110.52%					x		CUMPLE
P +4.5%C.F.C	30/08/2024	9	28	27/09/2024	20.42	10.21	6.09	208.41	2126.87	2943	1.38	850.00	86700.00	416.01	380	109.48%						x	CUMPLE
PROMEDIO												**844.75**	**86164.84**	**416.35**	**380**	**109.57%**							**CUMPLE**

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Observaciones:

** Los resultados se relacionan solamente con los items sometidos a ensayo.*
** En el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra como se recibio*

CERTIFICADO DE REGISTRO DE PROPIEDAD INDUSTRIAL DEL LABORATORIO EN INDECOPI

PERÚ | Presidencia del Consejo de Ministros | INDECOPI

Firmado digitalmente por: CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Piere FAU 20133840533 hard
Fecha: 11/04/2023 17:25:59-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00146585

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución Nº 008786-2023/DSD - INDECOPI de fecha 04 de abril de 2023, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. INGENIERÍA, GERENCIA DE PROYECTOS Y CONSTRUCCIÓN y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo
Clase	:	42 de la clasificación Internacional.
Solicitud	:	0004590-2023
Titular	:	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C.
País	:	Perú
Vigencia	:	04 de abril de 2033
Distingue	:	Estudios de mecánica de suelos

F&M
Engineering and Construction S.A.C.
Ingeniería, Gerencia de Proyectos y Construcción

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013- PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador *Id Documento:vl2q0d0p6m*

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS EMITIDO POR INACAL

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 024

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

030-CMM-2024
Área de Metrología

Expediente	:	155D-02-2024
Solicitante	:	**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento	:	**BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	R21PE30ZH
Serie	:	8354661372-1
Identificación	:	LAB-010 (*)
Ubicación	:	Área de Ensayo II
Procedencia	:	No indica
Capacidad máxima	:	30000 g
Capacidad mínima	:	50 g (**)
División de escala (d)	:	1 g
División de verificación (e)	:	1 g (**)
Clase de exactitud	:	II (**)
Tipo	:	Electrónica
Fecha de calibración	:	2024-05-07
Lugar	:	Área de Ensayo II **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido(pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este Certificado se emite de manera electrónica, podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mail certificadosdigitales@2myn.com .

El certificado de calibración sin firmas y sello carece de validez.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. ÁREA METROLOGÍA LABORATORIO 02

2024-05-14
Fecha de emisión

VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 14/05/2024 12:34
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 15/05/2024 00:36
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 03481-A **Cód. FT-M-04 Rev. 05**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024

INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 024

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

027-CMM-2024
Área de Metrología

Expediente	:	155D-02-2024
Solicitante	:	**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento	:	**BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO**
Marca	:	OHAUS
Modelo	:	NV622'ZH
Serie	:	834768517
Identificación	:	LAB-007 (*)
Ubicación	:	Área de Ensayo I
Procedencia	:	No indica
Capacidad máxima	:	620 g
Capacidad mínima	:	0,2 g (**)
División de escala (d)	:	0,01 g
División de verificación (e)	:	0,01 g (**)
Clase de exactitud	:	II **(**)**
Tipo	:	Electrónica
Fecha de calibración	:	2024-05-08
Lugar	:	Área de Ensayo I **F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido(pesas patrón), según el PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase (I) y (II) ", 4ta. Edición, Abril - 2010, SNM-INDECOPI.

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este Certificado se emite de manera electrónica, podrá consultarlo directamente a través de la página del Tocapu y también en el E-mail certificadosdigitales@2myn.com .

El certificado de calibración sin firmas y sello carece de validez.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. ÁREA METROLOGÍA LABORATORIO 02

2024-05-14
Fecha de emisión

VALENCIA VELASCO FERNANDO GABRIEL
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.02
jmetrologia@2myn.com
Fecha: 14/05/2024 12:31
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 15/05/2024 00:22
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio: 03480-A **Cód. FT-M-04 Rev. 05**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Certificado de calibración : 027-CMM-2024

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	27,2	26,9
Humedad Relativa %hr	74,3	71,2

Patrones de referencia:

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia a LO JUSTO S.A.C.	Juego de Pesas de 1 mg a 500 g Clase F1	E1535-2893A-2023-1

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 03480-A y la fecha de calibración.
- (*) La Identificación se encuentra en una etiqueta pegada al equipo
- (**) Se consideró de acuerdo a la Norma Metrológica Peruana NMP 003 2009 Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático
- Se realizó una precarga a la balanza antes de comenzar la calibración en 620 g indicando la balanza 620,00 g
- No se realizó ningún tipo de ajuste a la balanza antes de su calibración
- El delta del local proporcionado por el cliente es de : ΔT **7°C**
- El cliente es responsable de toda la información proporcionada durante el servicio y que puedan afectar a la validez de los resultados.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 024

Certificado de calibración : 027-CMM-2024

Resultados de medición

Inspección visual			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

Ensayo de Repetibilidad

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,2	Final	27,1	Humedad Relativa %hr	Inicial	74,3	Final	73,3

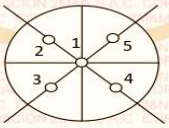
Carga = 310,001 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
310,00	6	-2
310,00	7	-3
310,01	9	5
310,00	6	-2
310,01	9	5
310,01	9	5
310,00	6	-2
310,00	6	-2
310,00	5	-1
310,00	6	-2

Carga = 620,001 g		
I (g)	ΔL(mg)	E (mg)
620,01	8	6
620,00	3	1
620,00	3	1
620,00	4	0
620,01	8	6
620,00	4	0
620,00	3	1
620,00	3	1
620,00	3	1
620,01	8	6

Carga (g)	Emáx. - Emín. (mg)	e.m.p. (mg)
310	8	30
620	6	30

Ensayo de Excentricidad

VISTA FRONTAL



Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,1	Final	27,3	Humedad Relativa %hr	Inicial	73,3	Final	73,3

Posición de carga	Carga (g)	Determinación del error		
		I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)
1	0,100	0,10	5	0
2		0,10	5	0
3		0,10	6	-1
4		0,10	5	0
5		0,10	6	-1

Carga (g)	Determinación del error			
	I (g)	ΔL (mg)	E(mg)	Ec (mg)
200,001	200,00	6	-2	-2
	199,99	3	-9	-9
	200,00	7	-3	-2
	200,01	8	6	6
	200,00	5	-1	0
Error máximo permitido : ±		30	mg	

Código de Servicio: 03480-A

Cód. FT-M-04 Rev. 05

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Certificado de calibración : 027-CMM-2024

Ensayo de Pesaje

Condiciones Ambientales									
Temperatura °C	Inicial	27,3	Final	26,9	Humedad Relativa %hr	Inicial	73,3	Final	71,2

Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p.
(g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	(± mg)
0,100	0,10	5	0						
0,200	0,20	6	-1	-1	0,20	5	0	0	10
50,000	50,00	5	0	0	50,00	5	0	0	10
120,000	120,00	4	1	1	120,00	5	0	0	20
200,001	200,00	4	0	0	200,00	4	0	0	20
250,001	250,00	3	1	1	250,00	3	1	1	30
310,001	310,01	8	6	6	310,00	4	0	0	30
400,001	400,01	9	5	5	400,00	3	1	1	30
500,000	500,00	2	3	3	500,01	8	7	7	30
550,001	550,01	8	6	6	550,01	9	5	5	30
620,001	620,01	8	6	6	620,01	8	6	6	30

La lectura corregida del resultado de una pesada:

$$R_{corregida} = R - 0{,}00000964 \cdot R$$

con una incertidumbre de medición:

$$U_R = 2 \cdot \sqrt{0{,}0000313\ g^2 + 0{,}000000000542 \cdot R^2}$$

NOTA

e.m.p: Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud (II)

La incertidumbre expandida de medición reportada en el presente certificado es la incertidumbre de medición estándar combinada, multiplicada por el factor de cobertura k=2. Este valor de la magnitud ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

I Lectura de la balanza
E Error encontrado
E_o Error en cero
E_c Error corregido
ΔL Carga incrementada
R Lectura de la balanza después de la calibración (g)

Fin de Documento

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LC - 024

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 024

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

052-CT-MI-2024

Área de Metrología

Expediente	:	155D-02-2024
Solicitante	:	**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre -Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo	:	**HORNO**
Marca	:	PYS EQUIPOS
Modelo	:	STHX-2A
Serie	:	2205138
Identificación	:	LAB-03 (*)
Ubicación	:	Área de Ensayo I (**)
Procedencia	:	No indica
Tipo de Ventilación	:	Forzada
Nro. de Niveles	:	2
Alcance del Equipo	:	50 °C a 300 °C (***)

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp
Alcance de indicación	-100 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración	:	2024-05-07
Lugar de Calibración	:	**Área de Ensayo I - F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre -Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.

Los resultados son válidos únicamente para el equipo calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado se emite por vía electrónica, puede validarlo directamente a través de la página web de Tocapu o consultar a través del e-mail: certificadosdigitales@2myn.com .

El certificado de calibración sin firmas y sello carece de validez.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. ÁREA METROLOGÍA LABORATORIO 01

2024-05-13
Fecha de emisión

ALVAREZ NAVARRO ANGEL GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 13/05/2024 17:58
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 14/05/2024 00:24
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 03482-A

Cód. FT-T-03 Rev. 06

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad metrológica a los patrones nacionales y/o internacionales, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con doce termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,11 °C hasta 0,17 °C.	037-CT-T-2024 Marzo 2024
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,4 °C / 2,3 %hr	035-CT-H-2024 Abril 2024
Patrones de Referencia al DM-INACAL	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,0000001 s a 0,003 s	LTF-C-090-2023 Agosto 2023
Patrones de Referencia a ELICROM	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5 m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 70 µm	CLC-1464-001-23 Octubre 2023

Condiciones generales durante la calibración:

Temperatura de Trabajo (°C) (**)	Se programó el controlador	Nro. de Lecturas por punto de medición	Porcentaje de Carga	El tipo de carga que se empleó
110 °C ± 10 °C	110 °C	31	90%	Envases con material

- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 2 h .
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 5

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	28,3	28,3
Humedad Relativa %hr	66	68

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 03482-A y la fecha de calibración.
- (*) Código proporcionado por F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
- (**) Datos proporcionados por el solicitante.
- (***) Dato tomado del manual.
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son trazables a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- La incertidumbre expandida de medición reportada en el presente certificado es la incertidumbre de medición estándar combinada, multiplicada por el factor de cobertura k=2. Este valor de la magnitud ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 10 °C

Tiempo	Term. Del equipo	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom	Tmax-Tmin
(min)	(°C)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	(°C)	(°C)
00	110,0	107,56	109,88	110,41	107,83	106,29	110,37	109,25	111,40	114,16	111,96	109,91	7,86
02	110,0	107,46	110,07	110,41	107,83	106,34	110,37	109,15	111,45	114,25	112,11	109,94	7,91
04	110,0	107,60	109,97	110,51	107,92	106,39	110,52	109,15	111,40	114,21	112,06	109,97	7,81
06	110,0	107,41	110,02	110,46	107,83	106,34	110,37	109,20	111,40	114,16	112,30	109,95	7,81
08	110,0	107,46	109,88	110,41	107,78	106,29	110,37	109,25	111,50	114,06	112,16	109,92	7,77
10	110,0	107,56	110,02	110,51	107,78	106,44	110,37	109,35	111,36	114,16	112,06	109,96	7,72
12	110,0	107,46	110,07	110,41	107,78	106,44	110,42	109,45	111,40	114,25	112,01	109,97	7,81
14	110,0	107,51	110,02	110,46	107,83	106,34	110,37	109,30	111,40	114,21	111,96	109,94	7,86
16	110,0	107,56	110,02	110,46	107,92	106,05	110,42	109,25	111,40	114,21	112,30	109,96	8,16
18	110,0	107,46	110,07	110,51	107,88	106,15	110,22	109,20	111,36	114,11	112,11	109,91	7,96
20	110,0	107,46	109,97	110,46	107,88	106,00	110,37	109,20	111,36	114,11	112,16	109,90	8,11
22	110,0	107,46	109,92	110,41	107,92	106,29	110,22	109,20	111,40	114,06	112,01	109,89	7,77
24	110,0	107,65	110,07	110,41	107,92	106,44	110,37	109,30	111,45	114,25	112,16	110,00	7,81
26	110,0	107,60	110,12	110,51	107,88	106,39	110,42	109,35	111,55	114,21	112,26	110,03	7,81
28	110,0	107,56	110,12	110,56	107,92	106,19	110,47	109,35	111,50	114,30	112,21	110,02	8,11
30	110,0	107,56	110,02	110,46	107,88	106,15	110,37	109,40	111,50	114,21	112,35	109,99	8,06
32	110,0	107,51	110,02	110,41	107,88	106,10	110,52	109,40	111,55	114,11	112,06	109,95	8,01
34	110,0	107,41	109,97	110,46	107,83	106,10	110,22	109,30	111,45	114,11	112,16	109,90	8,01
36	110,0	107,60	109,88	110,41	107,78	106,00	110,37	109,15	111,36	114,06	112,16	109,88	8,06
38	110,0	107,51	109,88	110,41	107,78	106,15	110,37	109,30	111,45	114,06	112,01	109,89	7,91
40	110,0	107,60	110,07	110,46	107,92	106,05	110,32	109,35	111,50	114,16	112,11	109,95	8,11
42	110,0	107,60	110,02	110,51	107,92	106,05	110,57	109,45	111,45	114,21	112,06	109,98	8,16
44	110,0	107,56	110,07	110,46	107,97	106,19	110,37	109,35	111,45	114,16	112,30	109,99	7,96
46	110,0	107,41	109,92	110,41	107,92	106,00	110,27	109,35	111,40	114,06	112,01	109,88	8,06
48	110,0	107,51	110,02	110,46	107,92	106,05	110,27	109,15	111,40	114,11	112,21	109,91	8,06
50	110,0	107,46	110,12	110,51	107,92	106,15	110,47	109,20	111,50	114,21	111,96	109,95	8,06
52	110,0	107,51	110,07	110,51	107,83	106,39	110,42	109,25	111,45	114,25	112,01	109,97	7,86
54	110,0	107,46	109,92	110,51	107,88	106,39	110,42	109,30	111,50	114,21	112,11	109,97	7,81
56	110,0	107,60	110,12	110,51	107,97	106,34	110,52	109,30	111,45	114,11	112,06	110,00	7,77
58	110,0	107,51	110,07	110,46	107,92	106,10	110,47	109,40	111,50	114,11	112,30	109,98	8,01
60	110,0	107,41	110,07	110,41	107,83	106,05	110,37	109,30	111,36	114,25	112,16	109,92	8,21
T. PROM	110,0	107,51	110,02	110,46	107,87	106,21	110,39	109,29	111,44	114,16	112,12	109,95	
T.MAX	110,0	107,65	110,12	110,56	107,97	106,44	110,57	109,45	111,55	114,30	112,35		
T.MIN	110,0	107,41	109,88	110,41	107,78	106,00	110,22	109,15	111,36	114,06	111,96		
DTT	0,0	0,24	0,24	0,15	0,19	0,44	0,35	0,30	0,19	0,24	0,39		

Parámetro	Valor (ºC)	Incertidumbre Expandida (ºC)
Máxima Temperatura Medida	114,30	0,37
Mínima Temperatura Medida	106,00	0,31
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,44	0,05
Desviación de Temperatura en el Espacio	7,95	0,30
Estabilidad Medida (±)	0,22	0,03
Uniformidad Medida	8,21	0,30

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
Tprom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T.MAX: Temperatura máxima.
T.MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Cód. de Servicio: 03482-A **Cód. FT-T-03 Rev. 06**

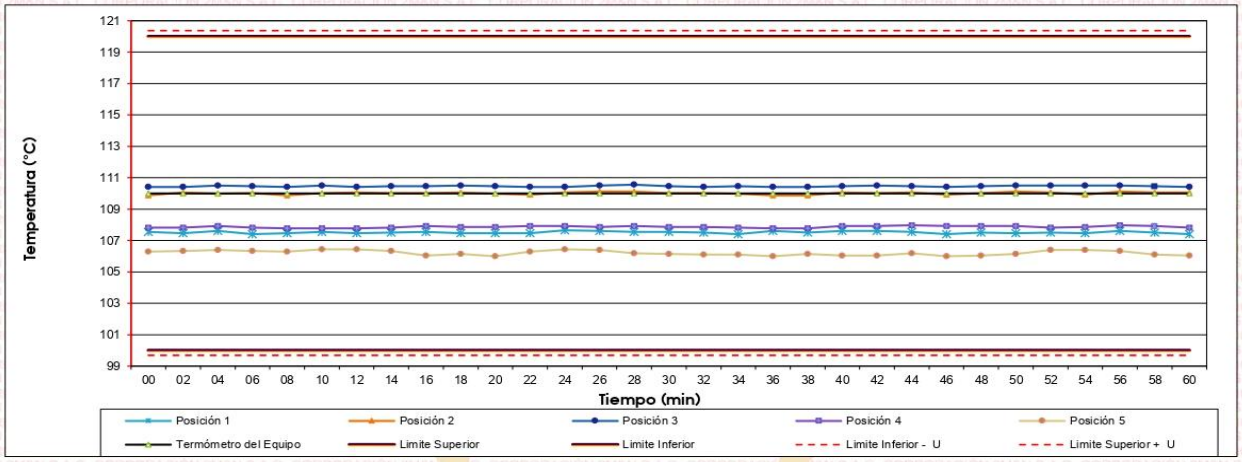
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Entre dos posiciones de medición su **"desviación de temperatura en el espacio"** está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

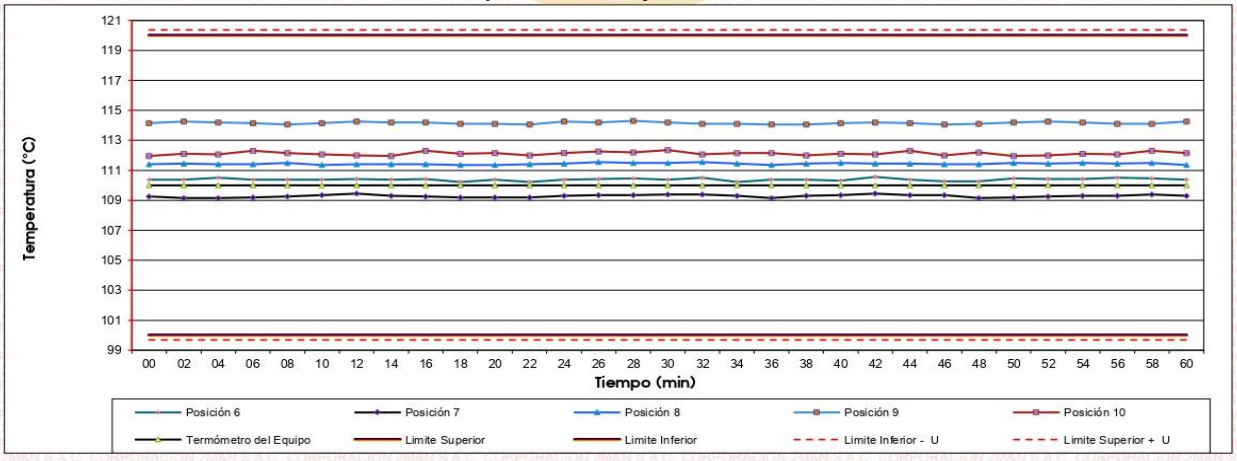
Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isotermo. 0,06 °C .

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura .

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 10 °C



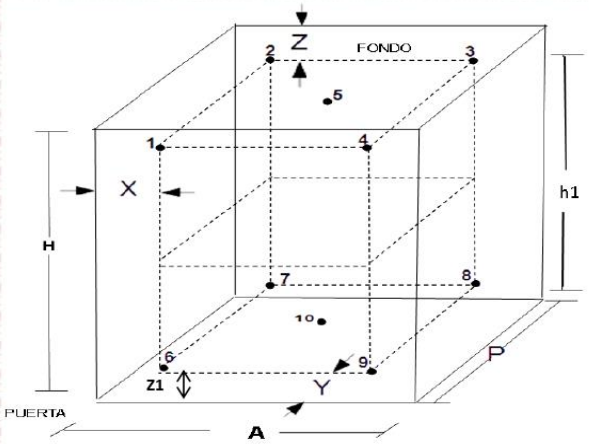
Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 10 °C



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A=	55,0	cm			
P=	45,0	cm			
H=	55,0	cm			

Ubicación de los sensores

X=	7,0	cm	**Z=**	9,5	cm
Y=	6,0	cm	**Z1=**	9,0	cm

Distancias entre planos

h1=	36,5	cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de la parrilla superior a:	31,5	cm por encima de la base interna.
Distancia de la parrilla Inferior a:	10,5	cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles .
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 14,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 729-4071 / 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | calidad@2myn.com

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración

LT - 298 - 2023

Expediente	**1051799**
Solicitante	**CORPORACION 2M & N S.A.C.**
Dirección	**Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú**
Instrumento de Medición	**TERMOMETRO DE INDICACION DIGITAL**
Intervalo de Indicación	**-50 °C a 250 °C (*)**
Resolución	**0,01 °C ; 0,1 °C (**)**
Marca	**DELTA OHM**
Modelo	**HD 2127.1 (Para el indicador); TP47.100.O (Para los sensores)**
Procedencia	**ITALIA**
Número de Serie	**14035084**
Elemento Sensor	**Dos termorresistencias de platino de 100 ohm**
Fecha de Calibración	**2023-10-16 al 2023-10-18**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

Instituto Nacional de Calidad - DM - INACAL - Dirección de Metrología

Responsable del área	Responsable del laboratorio
Firmado digitalmente por DE LA CRUZ GARCIA Leonardo FAU 20600283015 soft Fecha: 2023-11-02 20:56:47	Firmado digitalmente por CALZADO CANTEÑO Joan Manuel FAU 20600283015 soft Fecha: 2023-11-02 17:18:53
Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web:www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/

INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración
LT – 298 – 2023

Método de Calibración

Calibración por comparación siguiendo el procedimiento INDECOPI-SNM PC-017 "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales" (2da Edición Diciembre 2012)

Lugar de Calibración

Laboratorio de Termometría
Calle De la Prosa 150, San Borja - Lima

Condiciones Ambientales

Temperatura	23 °C ± 2 °C
Humedad Relativa	66 % ± 5 %

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología	Indicador digital con 6 sensores de platino de 100 ohm (sensor 07; sensor 08; sensor 09; sensor 10; sensor 11 y sensor 12) con incertidumbres del orden desde 7,4 mK hasta 16,0 mK	LT-106-2023 Mayo 2023

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de la Dirección de Metrología - INACAL.
Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
(*) Para el indicador; con termorresistencia de 100 ohm modelo TP47.100.O.
(**) La resolución de la pantalla es de 0,01 °C entre -199,99 °C hasta 199,99 °C .Fuera de este alcance la resolución es de 0,1 °C ; según su manual.
Este documento reemplaza al certificado de calibración LT-288-2023 emitido el 2023-10-19, debido a que la incertidumbre reportada para el sensor N° 15032143 en el punto de 250 °C , en la página 3, es errónea.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración
LT – 298 – 2023

Resultados de Medición

PARA EL SENSOR N° 15032144 (Canal A)

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
-30,00	-30,023	-0,023	0,023
0,07	0,005	-0,065	0,023
75,12	75,006	-0,114	0,022
150,12	150,023	-0,097	0,022
250,1	250,01	-0,09	0,06

PARA EL SENSOR N° 15032143 (Canal B)

INDICACION DEL TERMOMETRO (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	CORRECCION (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
-30,03	-30,023	0,007	0,023
0,05	0,005	-0,045	0,023
75,08	75,006	-0,074	0,022
150,08	150,023	-0,057	0,022
250,0	250,01	0,01	0,06

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:
TCV = Indicación del termómetro + corrección

Nota 1.- La profundidad de inmersión de los sensores fue de 20 cm aproximadamente .
Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos .
Nota 3.- Los resultados mostrados se relacionan unicamente con el instrumento descrito en la página 1 del presente documento de calibración.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Laboratorio de Termometría

Certificado de Calibración
LT – 298 – 2023

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura *k*=2 . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB:www.inacal.gob.pe

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

Laboratorio de Calibración

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

015-CF-2024

Área de Metrología

Expediente	:	155D-02-2024
Solicitante	:	**F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION**
Dirección	:	Mz. C Lt. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Equipo/ Instrumento	:	**PRENSA DE CONCRETO**
Marca	:	PINZUAR
Modelo	:	PC-42
Serie	:	492
Identificación	:	LAB-035
Ubicación	:	Área de Ensayo II (*)
Procedencia	:	Colombia
Alcance de indicación	:	1000 kN
División de escala	:	0,01 kN
Tipo de Indicación	:	Digital
Marca de indicador	:	PINZUAR
Modelo de indicador	:	PC-42
Serie de indicador	:	492
Dirección de Fuerza	:	Compresión
Fecha de calibración	:	2024-05-08
Lugar	:	**Área de Ensayo II - F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION** Mz. C Lt. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú
Método utilizado:	:	Calibración por comparación con celda patrón tomando como referencia el procedimiento PC-032 "Procedimiento para la Calibración de Máquinas de Ensayo Uniaxiales" - DM- INACAL Primera Edición - Diciembre 2021

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos únicamente para el instrumento calibrado en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. ÁREA METROLOGÍA LABORATORIO III

2024-05-13
Fecha de emisión

ALVAREZ NAVARRO ANGEL GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 13/05/2024 17:54
Firmado con www.tocapu.pe

VELASCO NAVARRO MIRIAN ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
gerencia@2myn.com
Fecha: 14/05/2024 00:09
Firmado con www.tocapu.pe

Código de Servicio : 06223

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27,0	26,0
Humedad Relativa (%hr)	71,0	70,0

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales , que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia PUCP CATÓLICA	Celda Patrón de 100 t	INF-LE 059-24

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 06223 y la fecha de calibración.
- (*) Dato proporcionado por el solicitante.

Resultados de medición:

Dirección de Carga : Compresión

FUERZA APLICADA kN	SERIE 1 POSICIÓN 0° (kN) ASCENSO	SERIE 2 POSICIÓN 120° (kN) ASCENSO	SERIE 3 POSICIÓN 240° (kN) ASCENSO	SERIE 3 POSICIÓN 240° (kN) DESCENSO	$P_{promedio}$ (kN)	ERROR (kN)
100	98,7	98,5	98,5	---	98,6	1,4
200	197,1	196,8	195,3	---	196,4	3,6
300	296,7	296,7	294,1	---	295,8	4,2
400	395,7	389,2	393,5	---	392,8	7,2
500	491,4	489,8	492,8	---	491,3	8,7
600	592,3	585,6	593,7	---	590,5	9,5
700	692,4	686,9	694,2	---	691,2	8,8
800	793,8	786,7	794,8	---	791,8	8,2
900	899,4	900,6	897,4	---	899,1	0,9

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

FUERZA APLICADA kN	EXACTITUD q (%)	REPETIBILIDAD b(%)	REVERSIBILIDAD v (%)	RESOLUCIÓN a (%)	ERROR ACCESORIOS a (%)	Incertidumbre del error de exactitud U (%)
100	1,45	0,25	---	0,50	---	1,36
200	1,84	0,93	---	0,25	---	1,36
300	1,41	0,90	---	0,17	---	1,36
400	1,83	1,67	---	0,13	---	1,36
500	1,76	0,62	---	0,10	---	1,36
600	1,61	1,36	---	0,08	---	1,36
700	1,28	1,06	---	0,07	---	1,36
800	1,04	1,03	---	0,06	---	1,36
900	0,09	0,36	---	0,06	---	1,36
Error relativo de cero f_0	0,00					

Código de Servicio : 06223

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Especialistas en Metrología

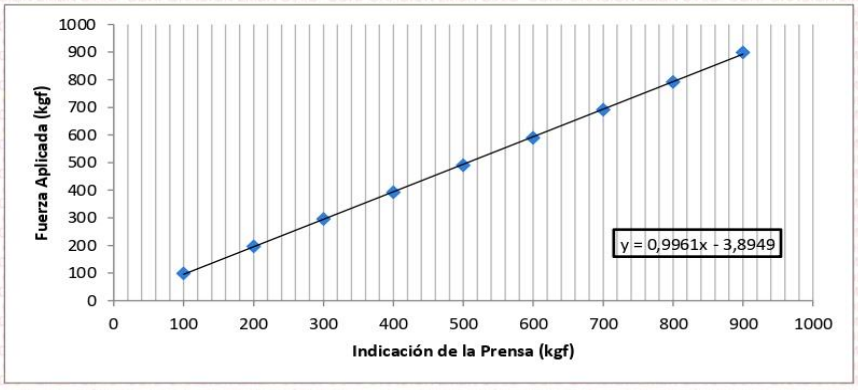
Laboratorio de Calibración

Certificado de Calibración 015-CF-2024
Página 3 de 3

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Cero f_0
	q	b	v	a	
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

Ecuación de Ajuste : y = 0,9961 x (f) - 3,8949

Donde : f: Lectura de la Pantalla
y: Fuerza Promedio kN



Fin del documento

Código de Servicio : 06223

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rímac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

UNIMETRO

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO Nº LC - 022

INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado
Registro N°LC - 022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-060-2024

Fecha de emisión: 2024-05-02
Expediente: 1309-2024

SOLICITANTE	:	F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION
Dirección	:	Mza. C Lote. 11 Sec. Pueblo Libre - Jaen - Cajamarca - Perú.
UNIDAD BAJO PRUEBA	:	**PIE DE REY**
Marca	:	INSIZE
Modelo	:	1108-200W
Cód. fábrica	:	No Indica
Número de serie	:	1301212414
Cód. de identificación	:	No Indica (*)
Ubicación	:	No Indica
Alcance Indic.	:	0 mm a 200 mm; 0 in a 8 in
Resolución	:	0,01 mm; 0,0005 in
Tipo de Indicación	:	Digital
Procedencia	:	No Indica
DE LA CALIBRACIÓN		
Fecha	:	2024-05-02
Lugar	:	Laboratorio de Calibración de UNIMETRO S.A.C.
Método	:	Según el PC-012 Procedimiento de calibración de pie de rey 5ta. Edición, Agosto 2012, SNM-INDECOPI.

UNIMETRO S.A.C. ofrece a la industria y laboratorios de ensayo en general, los servicios de calibración de equipos e instrumentos de medición, contando para ello con un laboratorio equipado con equipos de alta tecnología, patrones trazables a patrones nacionales o patrones de referencia (DM-INACAL).

Los resultados del presente certificado sólo son válidos para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIMETRO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo e instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración que figuran en este documento.

El usuario debe recalibrar sus equipos en intervalos adecuados, teniendo como base las características del trabajo realizado así como el mantenimiento del instrumento y el tiempo de vida del mismo.

RESULTADO DE LAS MEDICIONES
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

TRAZABILIDAD
Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones de referencia del Laboratorio Nacional y/o laboratorios acreditados, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia del INACAL-DM	Bloques Patrón de Longitud IL-04	LLA-C-003-2023 - INACAL-DM
	Varillas Cilindricas IL-15	LLA-200-2021 - INACAL-DM
	Anillo Patrón IL-14	LLA-174-2021 - INACAL-DM

Gerente de Metrología
Reg. CIP N° 137294

Firmado digitalmente por INGA CHUCOS MOISES ADOLFO FIR 10020315 hard
Fecha: 2024.05.02 16:38:32 -05'00'

UNIMETRO GERENCIA DE METROLOGIA INGENIERIA EN METROLOGIA

UNIMETRO

PROHIBIDA SU REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE UNIMETRO S.A.C.

Mineyer Hernández Arca
INGENIERO CIVIL
REG. C.I.P. 152285

CERTIFICADO DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL LABORATORIO

CERTIFICADO

Esto es para certificar que los Sistemas de Gestión de Calidad de

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION

MZA. C LOTE. 11 SEC. PUEBLO LIBRE – JAEN – JAEN – CAJAMARCA – PERÚ.

Ha sido evaluado y se ha determinado que cumple con los requisitos de

ISO 9001:2015

Este Certificado es válido para el siguiente alcance:

SERVICIOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO Y EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA.

Certificado N°	: AMER11653
Fecha de Registro:	: 24/06/2023
Fecha de Emisión:	: 20/06/2024
Fecha de Expiración:	: 23/06/2025
Fecha de Recertificación:	: 23/06/2026

Director

AMERICO QUALITY STANDARDS REGISTECH PVT. LTD

Key Location: 1910 Thomes Ave, Cheyenne, Wyoming, WY 82001, USA

Operations Office: D 303, 104.Nisarg plaza, Bhumkar chowk - Hinjewadi road, Wakad, Pune 411057

For verification and updated information concerning the present certificate, please visit www.americocert.com The Certificate is valid for period of 3 years subject to satisfactory annual surveillance audit. This Certificate is the property of Americo Quality Standards Registech Pvt Ltd. & shall be returned immediately when demanded.

Anexo 09. Panel Fotográfico del Proceso Experimental

PANEL FOTOGRÁFICO DE OBTENCIÓN DE CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*)

Figura 45

Selección de frutos de Cocos nucifera para obtención de materia prima



Nota. Clasificación de cocos en “Frutimax” - Jaén. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 45 ilustra el proceso de selección de *Cocos nucifera*.

Figura 46

Recolección del mesocarpio de Cocos nucifera



Nota. Recolección de cocos en bolsas plásticas. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 46 muestra la fragmentación manual del *Cocos nucifera.*

Figura 47

Fragmentos de cáscara de Cocos nucifera cuarteada

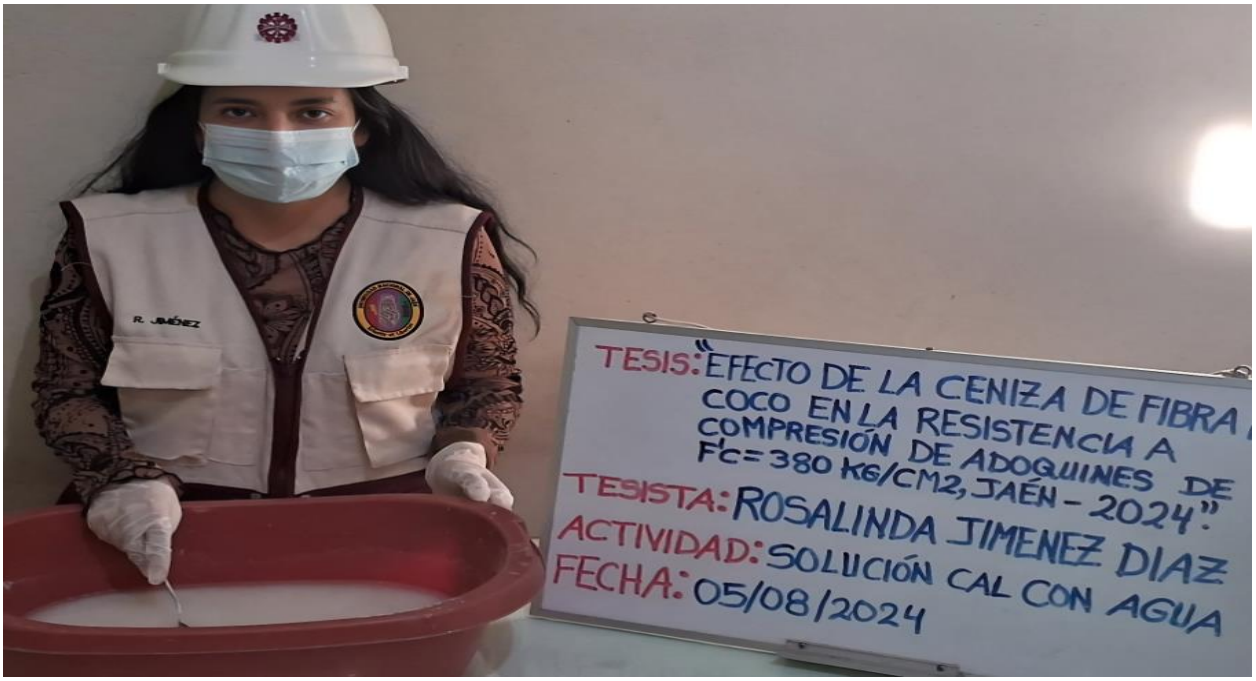


Nota. Cuarteo para facilitar el curado. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 47 exhibe la acumulación de fragmentos del cuarteado.

Figura 48

Preparación de la solución alcalina



Nota. Mezcla de cal viva (CaO) en agua (H2O). Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 48 ilustra el proceso de preparación de cal hidratada (Ca(OH)2).

Figura 49

Proceso de curado de fragmentos de Cocos nucifera



Nota. Tratamiento de cáscaras de coco con cal hidratada durante 72 horas. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 49 muestra la etapa de curado de la cáscara de *Cocos nucifera*.

Figura 50

Combustión controlada de la cáscara de Cocos nucifera



Nota. Incineración del mesocarpio del coco en horno artesanal. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 50 ilustra el proceso de combustión del *Cocos nucifera*.

Figura 51

Tamizado de la ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. Tamizado de ceniza utilizando una malla N° 100. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 51 ilustra la etapa de cribado de ceniza de *Cocos nucifera*.

Figura 52

Acopio y almacenamiento de la ceniza de Cocos nucifera tamizada



Nota. Almacenamiento de ceniza en bolsas herméticas. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La Figura 52 exhibe la etapa de recolección de ceniza.

PANEL FOTOGRÁFICO DE RECOLECCIÓN DE AGREGADOS (CANTERA MANUEL OLANO)

Figura 53

Recolección de agregado fino en la cantera Manuel Olano



Nota. Almacenamiento de arena zarandeada en sacos. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 53 ilustra la etapa de recolección manual de agregado fino en la cantera Manuel Olano.

Figura 54

Recolección de agregado grueso en la cantera Manuel Olano



Nota. Almacenamiento de piedra chancada (1/2") en sacos. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 54 muestra la etapa de recolección manual de agregado grueso en la cantera Manuel Olano.

PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYOS REALIZADOS A AGREGADOS PARA CONCRETO

Figura 55

Cuarteo de muestra de agregado fino y grueso

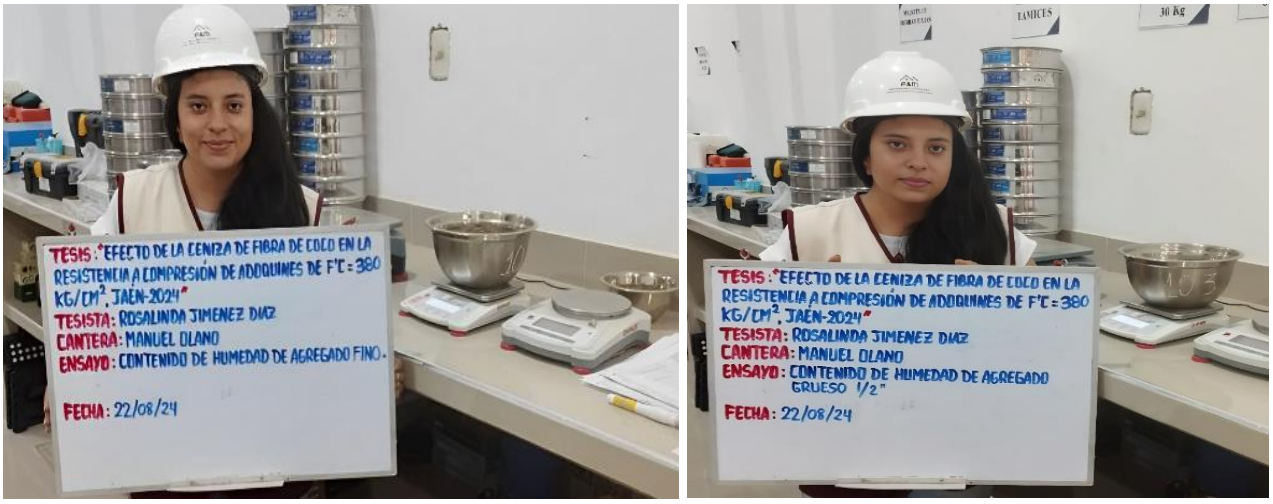


Nota. División diametral de muestra de agregado fino y grueso. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 55 ilustra el proceso de cuarteo de una muestra combinada.

Figura 56

Determinación de masa de muestras de agregado fino y grueso



Nota. Pesado de muestras previo al ingreso al horno. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 56 presenta la medición de la masa de una muestra combinada.

Figura 57

Determinación del contenido de humedad del agregado fino



Nota. Ingreso del agregado fino al horno. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 57 ilustra el proceso de ensayo de humedad de agregado fino.

Figura 58

Determinación del contenido de humedad del agregado grueso



Nota. Ingreso del agregado grueso al horno. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 58 ilustra la etapa de ensayo de humedad de agregado grueso.

Figura 59

Pesaje y remojo de muestras de agregados para análisis granulométrico

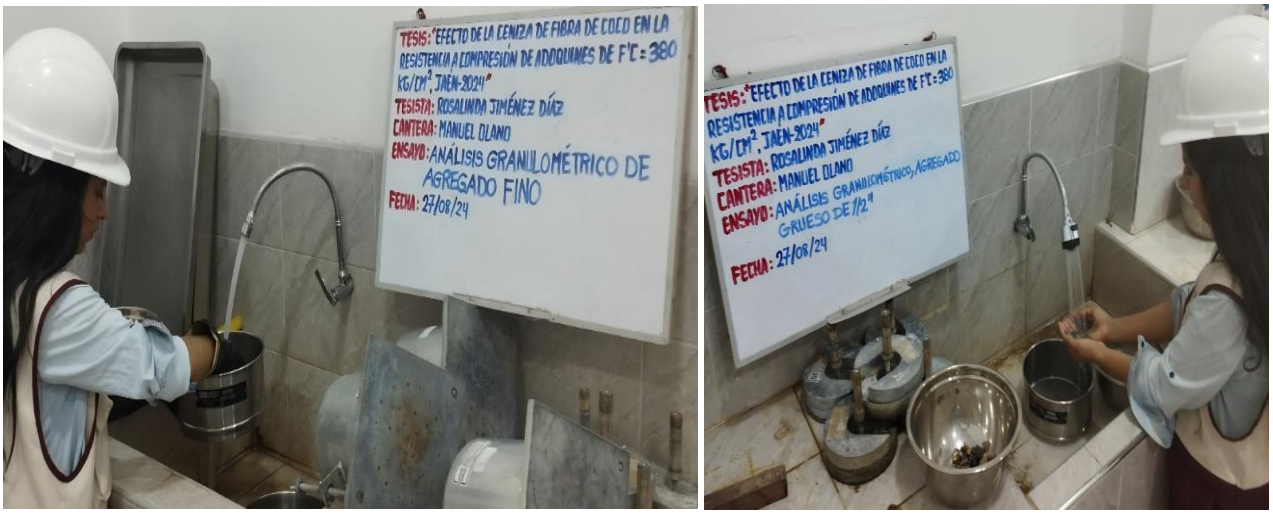


Nota. Pesado y remojo de agregados para granulometría. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 59 muestra el pesaje inicial y posterior remojo de muestras.

Figura 60

Lavado de muestras de agregado fino y grueso



Nota. Proceso de lavado de agregados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 60 ilustra el proceso de lavado de muestra para granulometría.

Figura 61

Análisis granulométrico por lavado de agregado fino



Nota. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 61 ilustra la granulometría del agregado fino.

Figura 62

Ingreso de las muestras granulométricas al horno



Nota. Secado en horno de los agregados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 62 muestra el secado post-análisis granulométrico.

Figura 63

Análisis granulométrico por tamizado mecánico de agregado fino

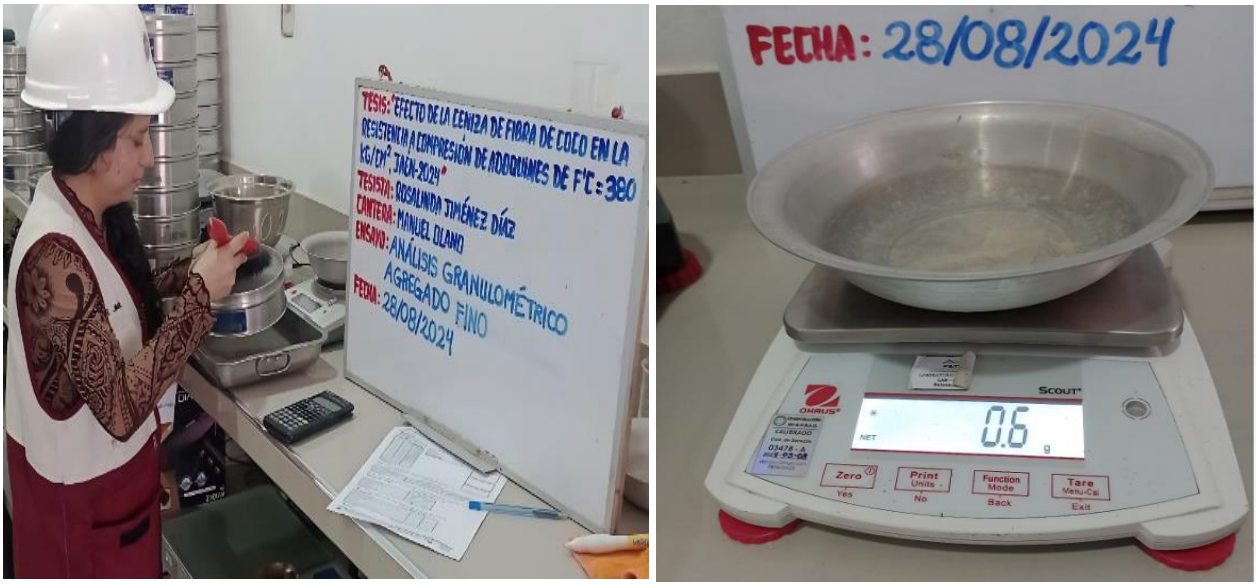


Nota. Tamizado mecánico de agregado fino con juego de tamices. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 63 ilustra el ensayo de granulometría del agregado fino.

Figura 64

Determinación de masa del agregado fino retenido en tamices



Nota. Pesado del material fino retenido. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 64 muestra la medición de la masa del material fino.

Figura 65

Análisis granulométrico por tamizado mecánico de agregado grueso



Nota. Tamizado mecánico de agregado grueso con juego de tamices. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 65 muestra la medición de la masa del material grueso.

Figura 66

Determinación de masa del agregado grueso retenido en tamices



Nota. Pesado del material grueso retenido. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 66 muestra la medición de la masa del material grueso.

Figura 67

Cuarteo de muestra para ensayo de peso unitario de agregados



Nota. Cuarteo de agregados fino y grueso. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 67 ilustra el proceso de cuarteo de muestras de agregados.

Figura 68

Llenado por capas de moldes con agregados fino y grueso



Nota. Material suelto y compactado. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 68 muestra el proceso de llenado del molde en tres capas.

Figura 69

Determinación de masa de agregados fino y grueso



Nota. Pesaje de muestras previo al ingreso al horno. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 69 ilustra el proceso de pesado de las muestras.

Figura 70

Ubicación de muestras de agregados en horno para secado



Nota. Colocación de muestras en el horno. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 70 presenta el proceso de secado de las muestras.

Figura 71

Preparación de muestra de agregado grueso para peso específico y absorción



Nota. Agregado grueso seleccionado sumergido en agua por 24 horas. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 71 ilustra la inmersión en agua de una muestra seleccionada.

Figura 72

Secado manual de agregado grueso para condición superficialmente seca

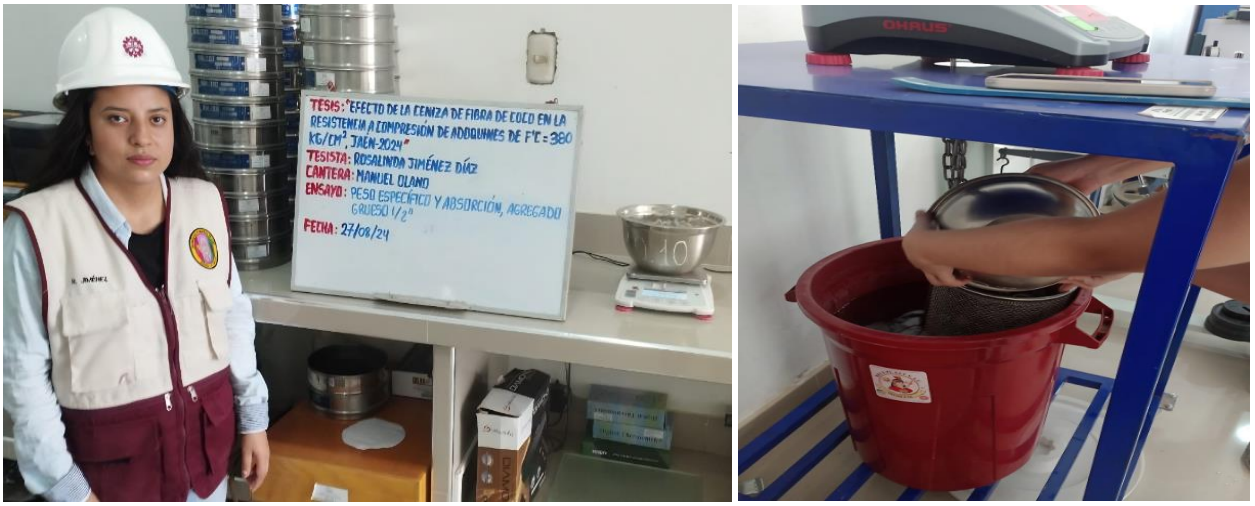


Nota. Secado de agregado grueso con franela. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 72 muestra el proceso de secado manual del agregado grueso.

Figura 73

Determinación de masa sumergida de agregado grueso



Nota. Muestra en canastilla metálica sumergida para pesaje. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 73 ilustra el proceso de pesaje sumergido de la muestra.

Figura 74

Secado en horno de muestra de agregado grueso

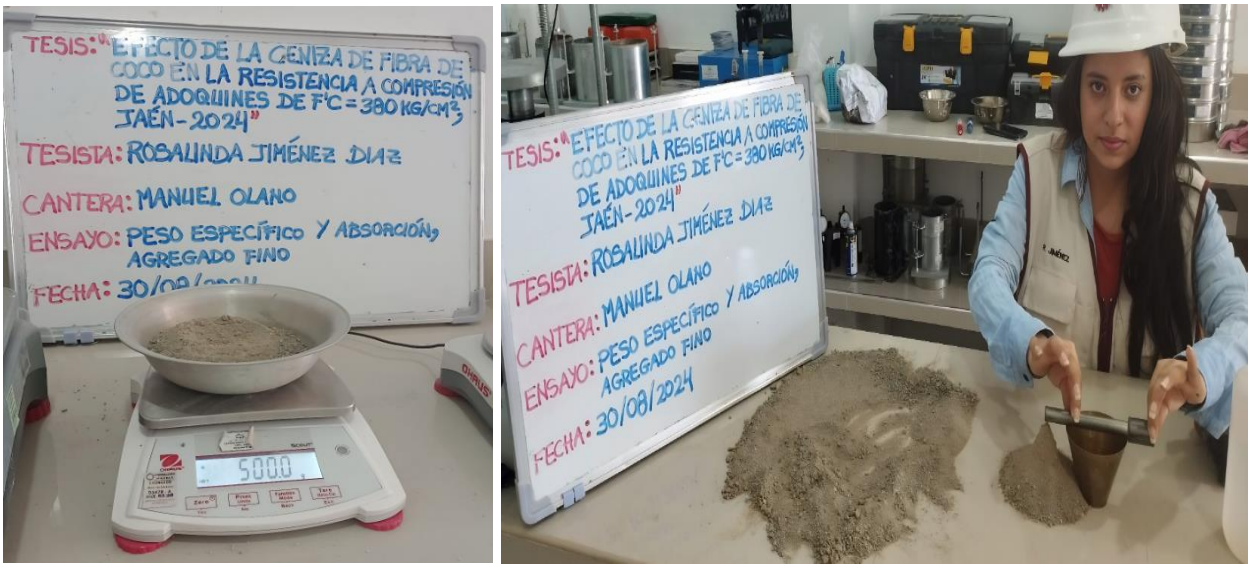


Nota. Muestra pesada e ingresada al horno por 24 horas. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 74 ilustra la introducción de la muestra de agregado grueso.

Figura 75

Determinación de masa de muestra de agregado fino



Nota. Muestra colocada en tara para pesaje. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 75 ilustra el proceso de pesaje de la muestra de agregado fino.

Figura 76

Determinación de masa de una fiola con agregado fino y agua destilada.

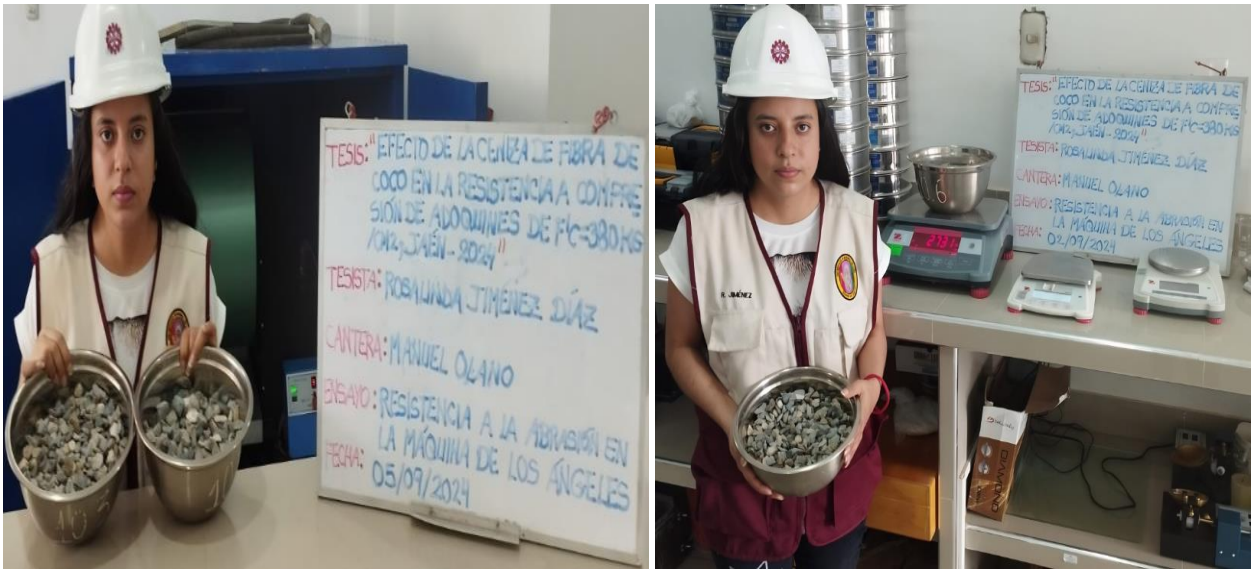


Nota. Colocación de agregado a fiola, agitado, pesado y secado en horno. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 76 muestra el proceso de medición de masa de agregado fino.

Figura 77

Clasificación granulométrica de agregado grueso para ensayo de abrasión de Los Ángeles

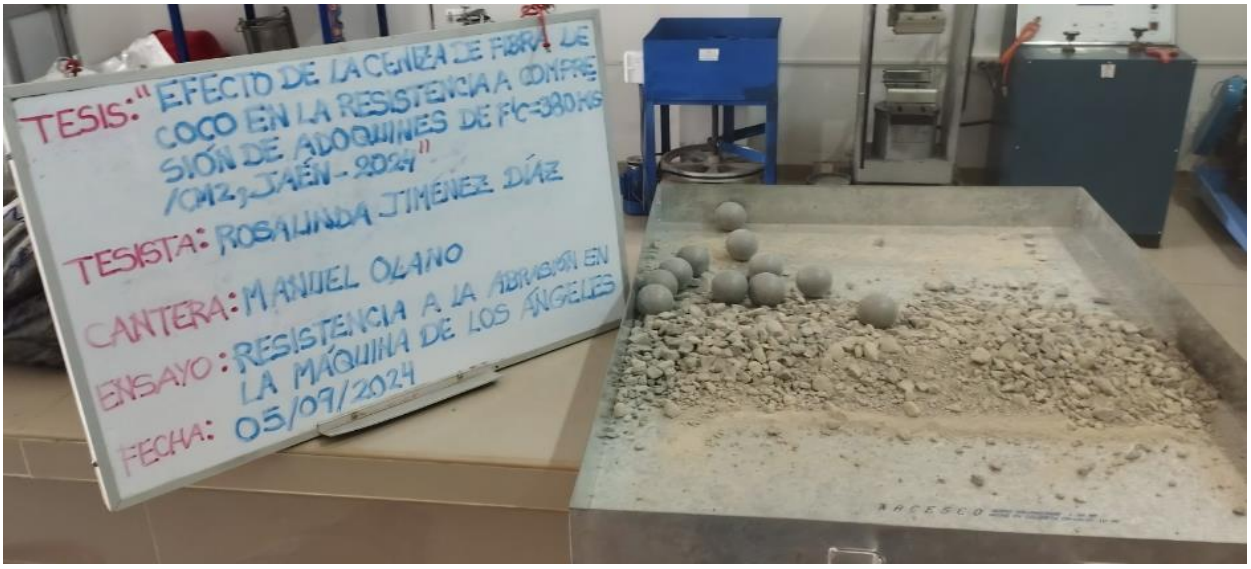


Nota. Tamizado de fracción fina, lavado y secado de agregado grueso. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 77 ilustra la separación granulométrica del agregado grueso.

Figura 78

Descarga de agregado grueso después del ensayo de abrasión en la máquina de Los Ángeles



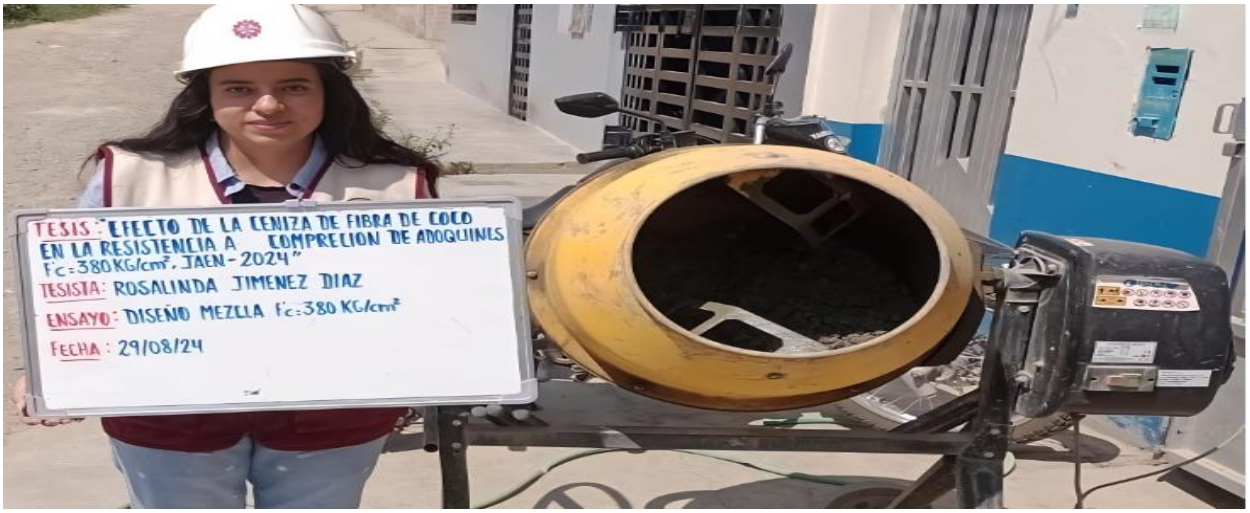
Nota. Descarga de material y separación con tamiz de 1.70 mm (Nº 12). Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 78 muestra el proceso de descarga del material de la máquina.

PANEL FOTOGRÁFICO DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO

Figura 79

Preparación de mezcla para adoquines sin adición (0%) de ceniza de Cocos nucifera

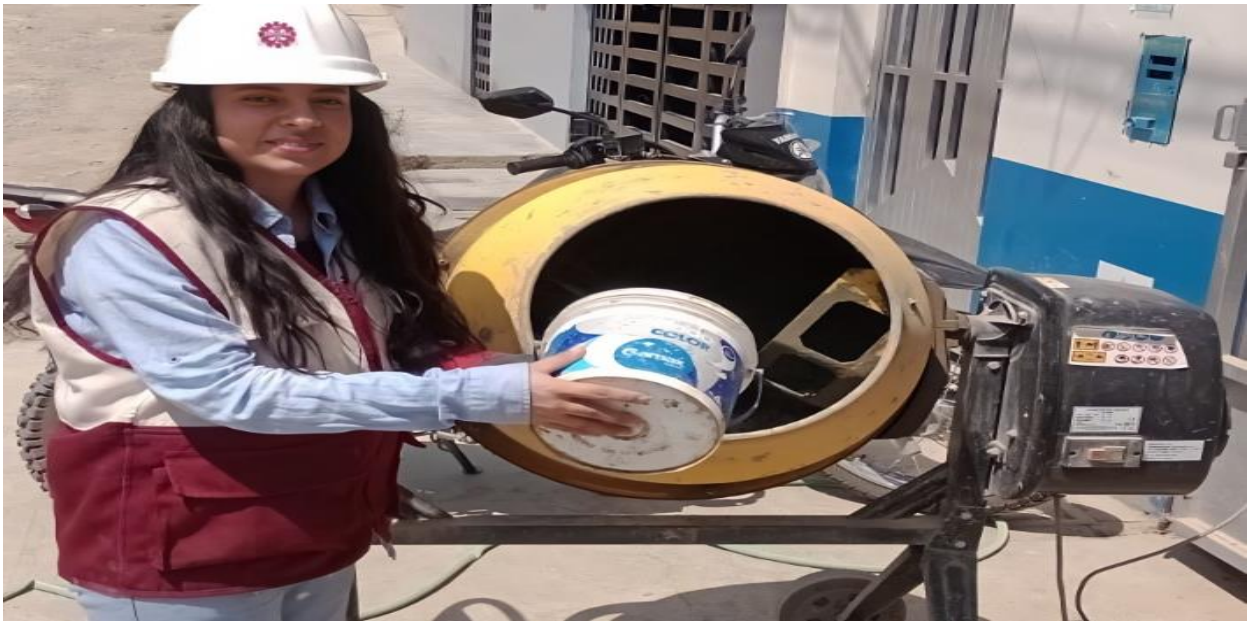


Nota. Mezcla para adoquines patrón. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 79 ilustra el proceso de elaboración de la mezcla.

Figura 80

Preparación de mezcla para adoquines con 1.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera

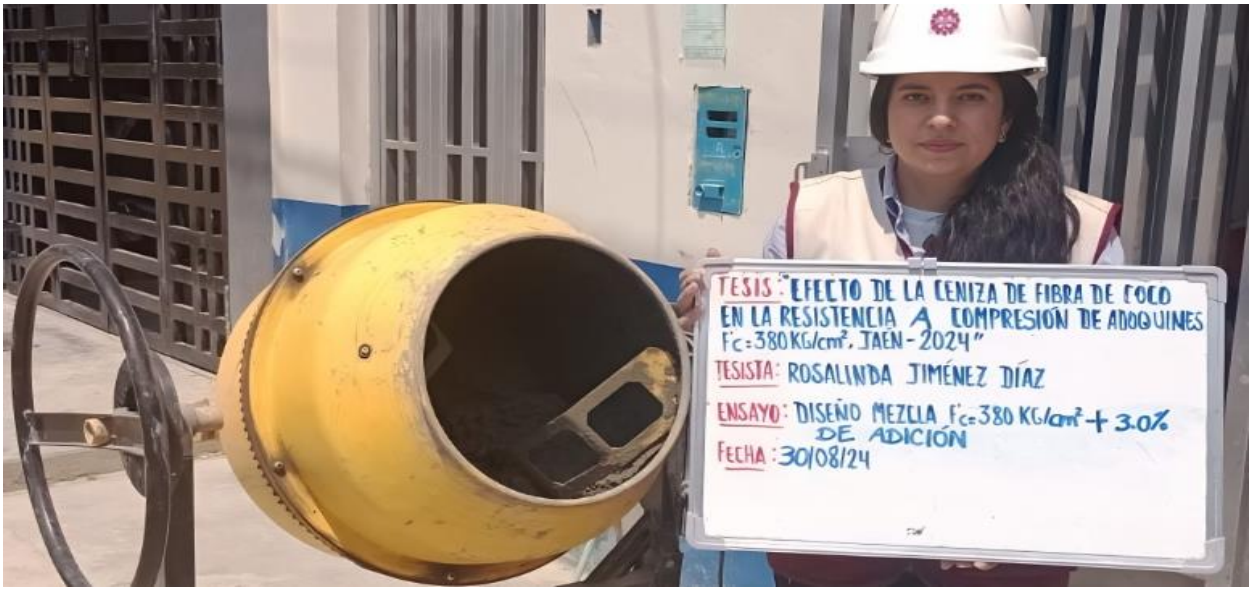


Nota. Mezcla para adoquines con 1.5% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 80 muestra el proceso de elaboración de la mezcla.

Figura 81

Preparación de mezcla para adoquines con 3.0% de adición de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Mezcla para adoquines con 3.0% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 81 muestra el proceso de elaboración de la mezcla.

Figura 82

Preparación de mezcla para adoquines con 4.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Mezcla para adoquines con 4.5% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 82 muestra el proceso de elaboración de la mezcla.

Figura 83

Aplicación de grasa multiusos en moldes de madera



Nota. Laqueado de moldes con grasa de litio (Li) para evitar adherencia. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 83 ilustra el proceso de aplicación de grasa sobre los moldes.

Figura 84

Determinación de masa de componentes de la mezcla



Nota. Pesado de materiales según dosificación establecida. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 84 muestra el proceso de pesaje de los agregados.

Figura 85

Homogenización de agregados con ceniza



Nota. Proceso de mezclado con una mezcladora eléctrica. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 85 exhibe la fase de integración de componentes del concreto.

Figura 86

Determinación de la temparatura del concreto fresco con 0% de ceniza



Nota. Medición de la temperatura del concreto fresco. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 86 ilustra la lectura de la temperatura en concreto fresco.

Figura 87

Determinación de la temperatura del concreto fresco con 1.5% de ceniza



Nota. Medición de la temperatura del concreto fresco. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 87 muestra la lectura de la temperatura en concreto fresco.

Figura 88

Determinación de la temperatura del concreto fresco con 3.0% de ceniza



Nota. Medición de la temperatura del concreto fresco. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 88 ilustra la lectura de la temperatura en concreto fresco.

Figura 89

Determinación de la temperatura del concreto fresco con 4.5% de ceniza



Nota. Medición de la temperatura del concreto fresco. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 89 ilustra la lectura de la temperatura en concreto fresco.

Figura 90

Colocación y vibrado del concreto en el molde del adoquín



Nota. Vaciado del concreto en el molde de 6x10x20 cm. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 90 muestra la etapa de vertido y compactación del concreto.

Figura 91

Fabricación de adoquines sin adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. Elaboración de adoquines patrones. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 91 exhibe el proceso de moldeo de adoquines sin ceniza.

Figura 92

Fabricación de adoquines con 1.5% de adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. En la imagen se presenta la elaboración de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 92 ilustra la etapa de moldeo de adoquines con ceniza.

Figura 93

Fabricación de adoquines con 3.0% de adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. En la imagen se observa la elaboración de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 93 exhibe la fase de moldeo de adoquines con ceniza.

Figura 94

Fabricación de adoquines con 4.5% de adición de ceniza de fibra de Cocos nucifera



Nota. En la imagen se presenta la elaboración de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 94 ilustra el proceso de moldeo de adoquines con ceniza.

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE SLUMP EN CONCRETO FRESCO

Figura 95

Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 0% de adición de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Medición del asentamiento con el cono de Abrams. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 95 exhibe la estimación de la trabajabilidad en concreto fresco.

Figura 96

Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 1.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Medición del asentamiento con el cono de Abrams. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 96 ilustra la estimación de la trabajabilidad en concreto fresco.

Figura 97

Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 3.0% de adición de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Medición del asentamiento con el cono de Abrams. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 97 exhibe la estimación de la trabajabilidad en concreto fresco.

Figura 98

Ensayo del asentamiento del concreto (Slump) con 4.5% de adición de ceniza de Cocos nucifera



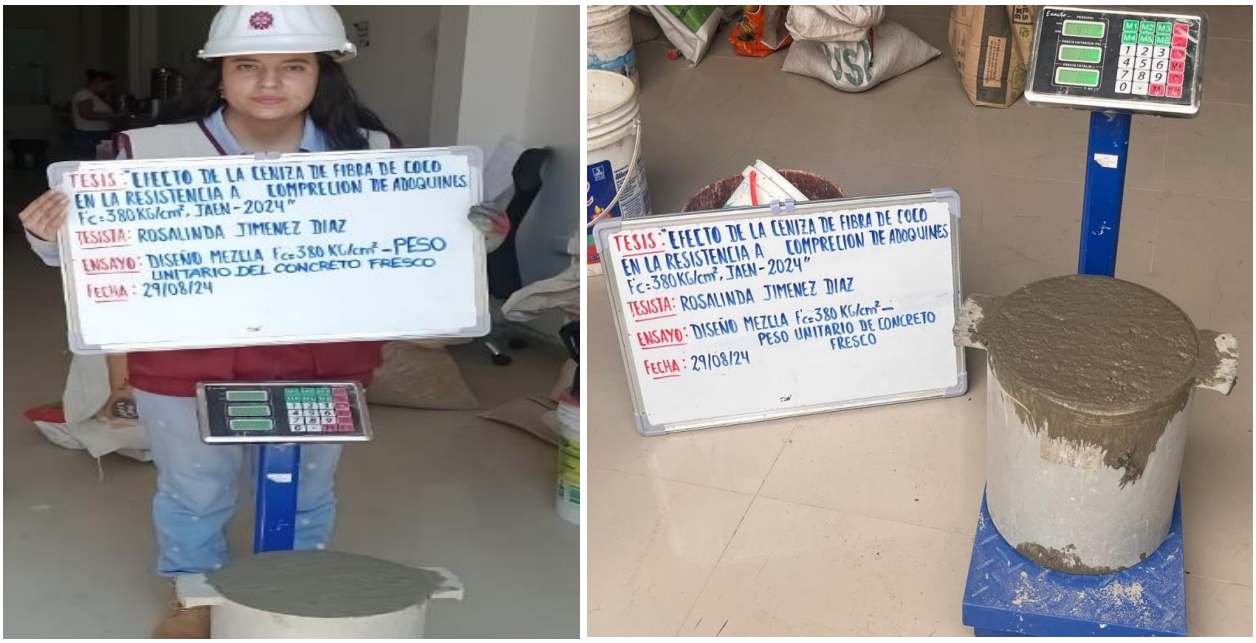
Nota. Medición del asentamiento con el cono de Abrams. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 98 ilustra la estimación de la trabajabilidad en concreto fresco.

PANEL FOTOGRÁFICO DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO EN CONCRETO FRESCO

Figura 99

Ensayo de peso unitario del concreto fresco sin adición (0%) de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Pesaje del concreto fresco en un molde metálico. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 99 ilustra la medición de la densidad del concreto fresco.

Figura 100

Ensayo de peso unitario del concreto fresco con adición de 1.5% de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Pesaje del concreto fresco en un molde metálico. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 100 exhibe la medición de la densidad del concreto fresco.

Figura 101

Ensayo de peso unitario del concreto fresco con adición de 3.0% de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Pesaje del concreto fresco en un molde metálico. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 101 ilustra la medición de la densidad del concreto fresco.

Figura 102

Ensayo de peso unitario del concreto fresco con adición de 4.5% de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Pesaje del concreto fresco en un molde metálico. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 102 exhibe la medición de la densidad del concreto fresco.

PANEL FOTOGRÁFICO DE CURADO DE ADOQUINES DE CONCRETO

Figura 103

Curado de adoquines de concreto sin adición (0%) de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Curado por inmersión de adoquines patrón desmoldados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 103 exhibe la etapa de curado de adoquines a 7, 14 y 28 días.

Figura 104

Curado de adoquines de concreto con 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Curado por inmersión de adoquines con ceniza desmoldados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 104 detalla la etapa de curado de adoquines a 7, 14 y 28 días.

PANEL FOTOGRÁFICO DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE CONCRETO

Figura 105

Desmoldado de adoquines de concreto con y sin adición de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Desencofrado de adoquines con 0%, 1.5%, 3.0% y 4.5% de ceniza. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 105 ilustra la etapa de desmoldado de adoquines de concreto.

Figura 106

Codificado de adoquines de concreto patrón y con adición de ceniza de Cocos nucifera

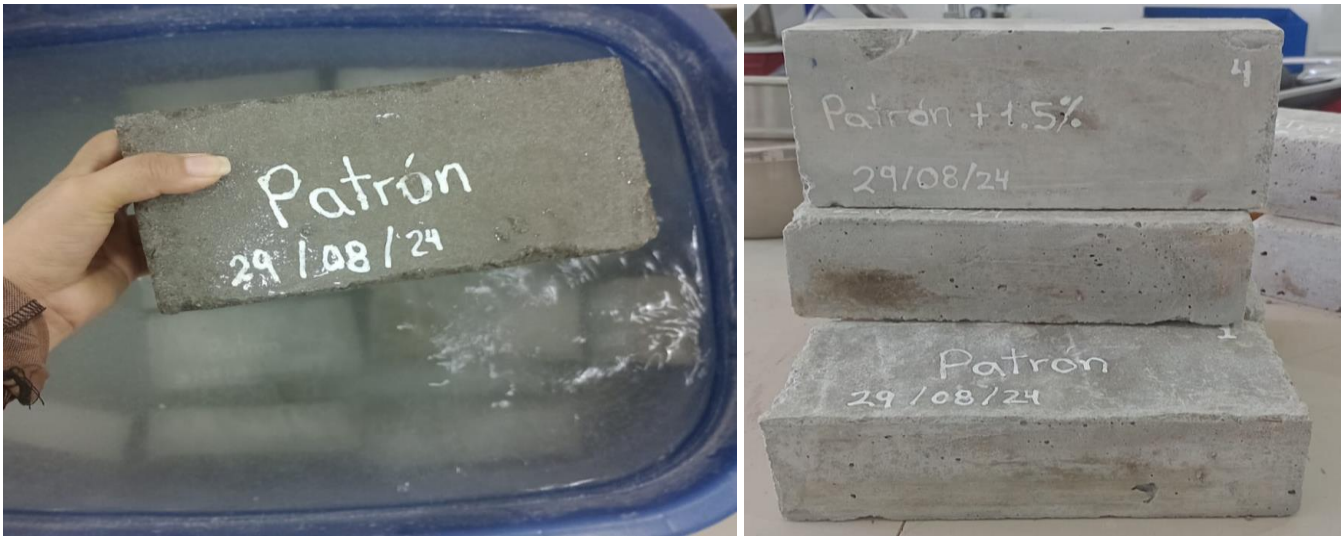


Nota. Rotulado de identificación de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 106 exhibe la marcación para la identificación de adoquines.

Figura 107

Extracción de adoquines de la cámara de curado



Nota. Retiro de adoquines curados para pruebas de compresión. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 107 exhibe la fase de retiro de adoquines a diferentes edades.

Figura 108

Medición dimensional de adoquines con calibrador Vernier



Nota. Medición del espesor, largo y ancho del adoquín. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 108 muestra la variación dimensional de los adoquines.

Figura 109

Registro del peso de adoquines de concreto patrón



Nota. Pesaje de muestras de concreto curadas por 7 días. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 109 exhibe la medición de la masa de adoquines patrón.

Figura 110

Registro del peso de adoquines de concreto con adición de 1.5% de ceniza de Cocos nucifera



Nota. Pesado de adoquines curados durante 7 días. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 110 muestra la determinación de la masa de adoquines.

Figura 111

Registro del peso de adoquines patrón y con adición de 1.5% de ceniza a los 28 días



Nota. Pesaje de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 111 exhibe la medición de masa de los adoquines curados.

Figura 112

Registro del peso de adoquines con adición de 3.0% y 4.5% de ceniza a los 28 días



Nota. Pesado de los adoquines ensayados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 112 muestra la medición de masa de los adoquines curados.

Figura 113

Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines patrón y con 3.0% de ceniza a los 7 días



Nota. Rotura de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 113 muestra la falla por compresión de adoquines curados.

Figura 114

Ensayo resistencia a la compresión de adoquines con 1.5% y 4.5% de ceniza a los 7 días



Nota. Rotura de adoquines con adición. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 114 ilustra la fractura por compresión de adoquines curados.

Figura 115

Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines patrón y con 3.0% de ceniza a los 14 días



Nota. Rotura de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 115 muestra la falla por compresión de adoquines curados.

Figura 116

Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines con 1.5% y 4.5% de ceniza a los 14 días



Nota. Rotura de adoquines con adición. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 116 ilustra la fractura por compresión de adoquines curados.

Figura 117

Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines patrón y con 3.0% de ceniza a los 28 días



Nota. Rotura de los adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 117 muestra la falla por compresión de adoquines curados.

Figura 118

Ensayo de resistencia a la compresión de adoquines con 1.5% y 4.5% de ceniza a los 28 días

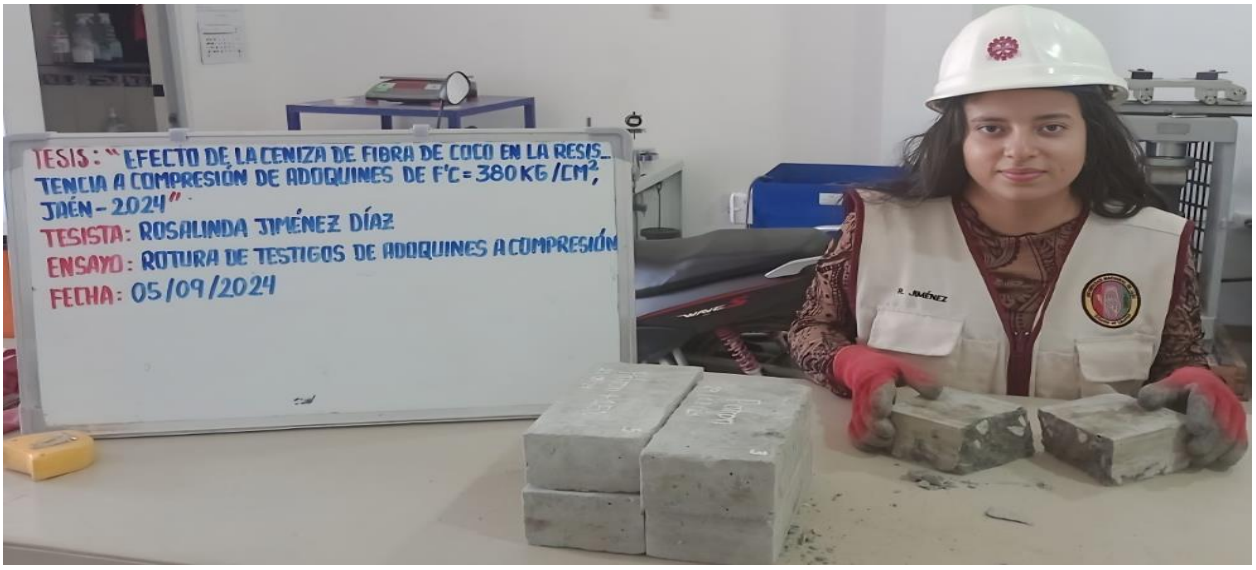


Nota. Rotura de adoquines combinados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 118 ilustra la fractura por compresión de adoquines curados.

Figura 119

Fisuración de adoquines de concreto patrón a los 7 días



Nota. Presencia de fisuras superficiales en adoquines de concreto. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 119 exhibe el agrietamiento en la superficie de adoquín patrón.

Figura 120

Fisuración de adoquines de concreto con adición de 1.5% de ceniza a los 7 días

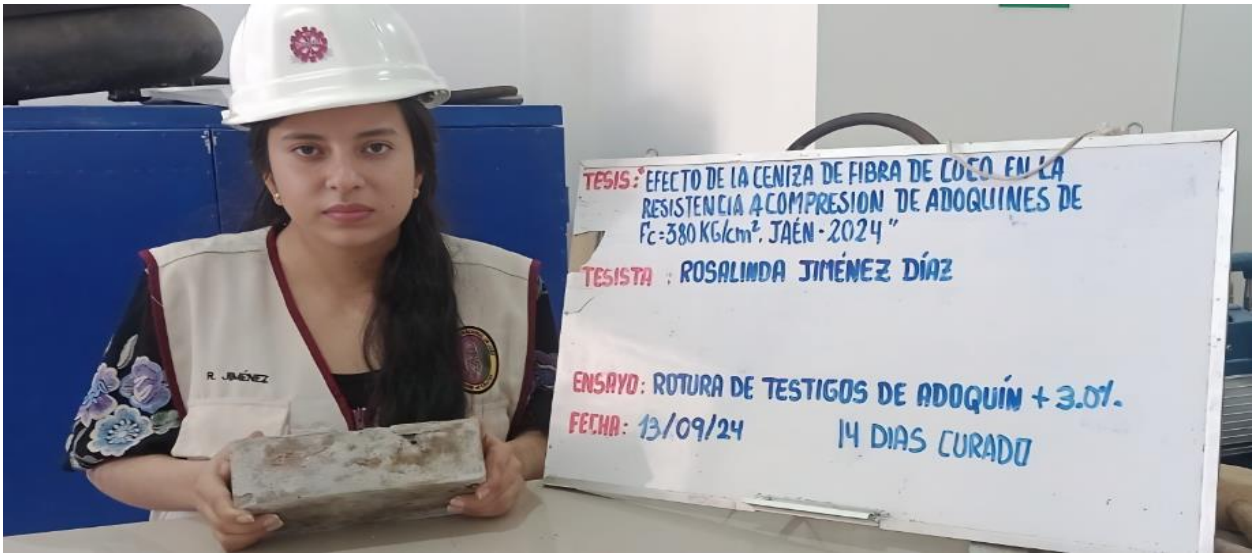


Nota. Medición de la fisura del adoquín. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 120 ilustra la identificación de las fisuras en adoquines.

Figura 121

Fisuración de adoquines de concreto con adición de 3.0% de ceniza a los 14 días



Nota. Medición de la fisura de especímenes ensayados a compresión. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 121 exhibe la fisuración en adoquines ensayados.

Figura 122

Fisuración de adoquines de concreto con adición de 4.5% de ceniza a los 14 días

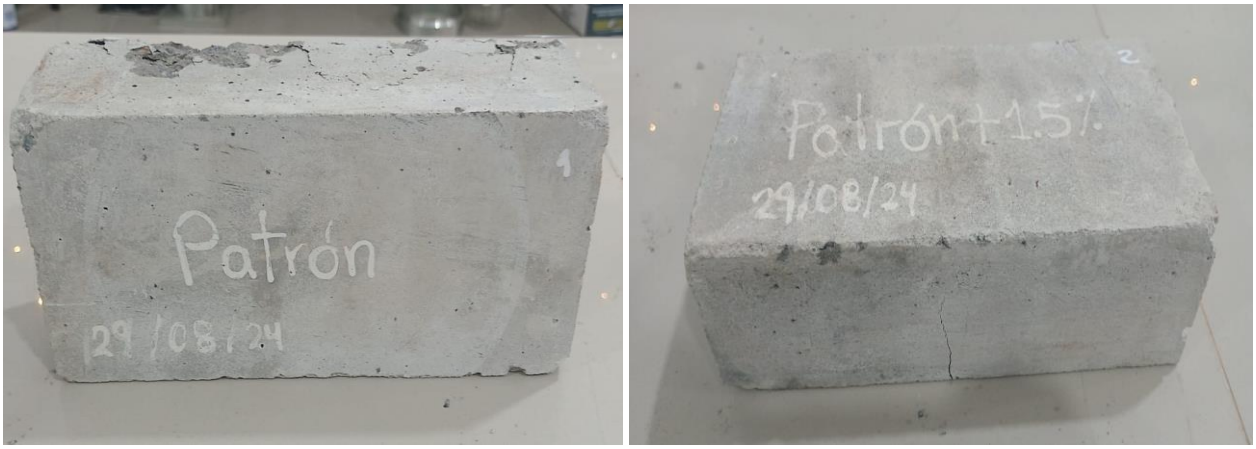


Nota. Medición de la fisura del adoquín. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 122 ilustra la identificación de las fisuras en adoquines.

Figura 123

Fisuración de adoquines de concreto patrón y con 1.5% de ceniza a los 28 días

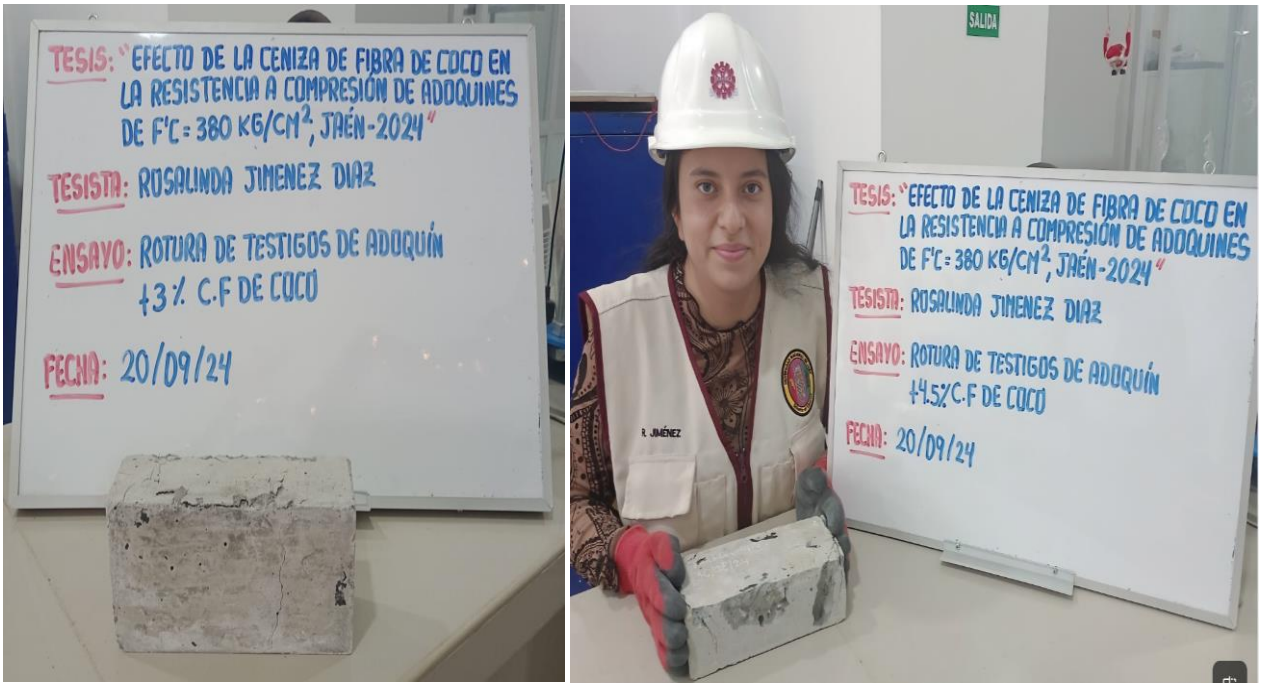


Nota. Presencia de fisuras superficiales en adoquines. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 123 exhibe la fisuración en adoquines ensayados.

Figura 124

Fisuración de adoquines de concreto con adición de 3.0% y 4.5% de ceniza a los 28 días



Nota. Fisuras de los adoquines ensayados. Fuente: Elaboración propia (2024).

Interpretación: La figura 124 ilustra la identificación de las fisuras en adoquines.

FICHA TÉCNICA Y CERTIFICADO DE CALIDAD DEL CEMENTO



Cemento Tipo I

Cemento Portland de uso general Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.8
SO_3	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	2.72
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	2.9
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire en mortero	Máximo	12	%	NTP 334.048	7
Finura					
Superficie específica	Mínimo	260	m^2/kg	NTP 334.002	395
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.03
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	28.0 (4060)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	33.5 (4870)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	40.7 (5900)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	135
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	253
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	0.006

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional.

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos y químicos de la NTP 334.009 / ASTM C150

Esquema de certificación 5

Otorga el certificado de conformidad de producto ICONTEC (Esquema de certificación 5 según ISO/IEC 17067) para:
It grants the certificate of conformity product ICONTEC (Certification Scheme 5 according ISO/IEC 17067) for:

CEMENTO PORTLAND

Fabricado por **CEMENTOS PACASMAYO S.A.A** , en la **Panamericana Norte Km 666 Pacasmayo, La Libertad, Perú**

Manufactured by **CEMENTOS PACASMAYO S.A.A** ,in the **Panamericana Norte Km 666 Pacasmayo, La Libertad, Perú**

El derecho del uso del certificado de conformidad de producto se otorga con el referencial:
The right to use the certificate of conformity of product is granted with the Audit Criteria

NTP 334.009:2022

Cementos Pórtland

Portland cement

SECTOR ICS 91.100.10

Este certificado de conformidad de producto está sujeto a que la empresa y el producto cumplan permanentemente con los requisitos establecidos en el referencial y en el documento "R-PS-019 Reglamento para la certificación de producto tangible", lo cual será verificado por ICONTEC
This certificate of conformity of product is subject to the company's and product's permanent fulfillment of the requirements set forth in the audit criteria and the " R-PS-019 Reglamento para la Certificación de producto tangible" document, which will be verified by ICONTEC.
Las referencias autorizadas para ostentar el certificado de conformidad de producto se incluyen en documento anexo que es parte integral del presente certificado

The references authorized to hold the certificate of conformity of product are included in annexed document and it is integral part of this certificate

Certificado: CSC -CER1016270
Certificate

Fecha de Aprobación: 2023 08-18
Approval Date:
Fecha Última Modificación:
Last Modification Date:
Fecha de Renovación:
Renewal Date:
Fecha de Vencimiento: 2029-08-17
Expiration Date:

La autenticidad del certificado y su alcance se puede consultar al correo electrónico: cliente@icontec.org

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

ICONTEC es un organismo de Certificación acreditado por:
ICONTEC is a certification body accreditated by:

ANAB
ANSI National Accreditation Board
ACCREDITED
ISO/IEC 17065
PRODUCT CERTIFICATION BODY
ID # 0677

F-PS-628
Versión 00

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado
ICONTEC carrera 37 nro. 52 - 95, Bogotá D.C., Colombia

Pacasmayo

Informe de ensayo de fábrica

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Piura a Paita Km 3.5 - Piura - Piura
Teléfono 317 - 6000

Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001
G-CC-F-04
Versión 04

Planta: Piura

Cemento Tipo I

19 de agosto de 2024

Tipo I - Cemento Portland de uso general

Periodo de despacho 01 de julio de 2024 - 31 de julio de 2024

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.2
SO3 (%)	3.00 máx.	2.60
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.0
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.8
Álcalis Equivalentes (%)	A	1.07

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire en mortero (volumen %)	12 máx.	7
Superficie específica (m2/kg)	260 mín.	390
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.04
Densidad (g/cm3)	A	3.09
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	16.2
3 días	12.0 mín.	28.0
7 días	19.0 mín.	33.0
28 días *	28.0 mín.	40.2
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	146
Final	375 máx.	260
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días (%)	0.020 máx.	0.004

A No especifica

* Requisito opcional

El (la) RC 28 días corresponde al mes de junio del 2024
El (la) Expansión barra de mortero a 14 días corresponde al mes de junio del 2024

Los resultados de los ensayos presentados en este informe, para el cemento descrito, cumplen con los requisitos especificados en la norma NTP 334.009 y ASTM C150.



Ing. Carlos Llaque Chumpitaz

Superintendente de Control de Calidad

icontec Sello con Reglamento Técnico

DS 001-2022 PRODUCE
Cemento Hidráulico
utilizado en Edificaciones
y
Construcciones en General

icontec Sello de Calidad

NTP 334.009
ASTM C 150
Cemento Portland

Solicitado por: **Distribuidora Norte Pacasmayo S. R. L.**

Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S. A. A.

FICHA TÉCNICA Y CERTIFICADO DE CALIDAD DEL AGUA

EPS MARAÑÓN S.A.

Agua Marañón

"Año del bicentenario y de la consolidación de nuestra independencia y de la conmemoración, de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

Jaén, 26 de setiembre del 2024.

La oficina de Aseguramiento de la calidad, de la EPS MARAÑON SA. En solicitud de la información de la calidad de agua potable de la ciudad de Jaén. En beneficio a la tesista Rosalinda Jiménez Díaz; identificado con DNI: 71244095.

Otorgamos:

CERTIFICADO DE CALIDAD DE AGUA POTABLE

Presentando las condiciones de la calidad son los siguientes:

AÑO 2024		DS. 031 – 2010 - SA	PTAP – 01 - JAÉN
Fecha		-	26/09/2024
Hora		-	3:05 pm
Turbidez	NTU	5	0.66
pH	-	6.5 – 8.5	7.46
Cloro R.	mg/L	>0.5	0.96
Conductividad	uS/m	1500	150.6
Coliformes totales	UFC/100 mL	0	0
Coliformes termo tolerantes	UFC/100 mL	0	0
Bacterias heterotrófico	UFC/mL	500	0
Color	Pt/Co	15	1
Cloruros	mg/L	250	4
Sulfatos	mg/L	250	9.15
Dureza	mg/L	500	25
Nitratos	mg/L	50	6.50
Aluminio	mg/L	0.2	0.043
Manganeso	mg/L	0.4	0.01
Cobre	mg/L	2.0	0.02
Zinc	mg/L	3.0	0.02
Organismo de vida libre: Algas	Org/L	0	0
Organismo de vida libre: Copépodos	Org/L	0	0
Organismo de vida libre: Rotíferos	Org/L	0	0
Organismo de vida libre: Nemátodos	Org/L	0	0

Mencionamos que el certificado tiene validez de 03 meses, para su atención y requerimientos a fines.

Eso es todo en mención.

Atentamente.

E.P.S. MARAÑON S.A.
Ing. Yang Pool A. Chuica Vega
Aseguramiento de la Calidad

E.P.S. MARAÑON S.A. V° B° ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD JAÉN

Ing. Yang Pool A. Chuica Vega.
Aseguramiento de la Calidad

PROTOCOLOS PARA EL USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

PROTOCOLO PARA LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) DURANTE LA EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

LEY N° 29783, LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Indicaciones: Antes de comenzar la ejecución de cualquier ensayo, fue de carácter obligatorio la utilización de los equipos de protección personal (EPP) para prevenir accidentes lamentables que pongan en riesgo el cuerpo, la vida y la salud de las personas.

Tabla 1

Matriz de equipos de protección personal utilizados según los ensayos realizados

ENSAYOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL							
	Casco de seguridad 3M	Zapatos punta de acero	Chaleco	Guantes de látex	Mascarilla	Guantes termo protectores	Lentes anti impacto	Orejeras con protección auditiva
Granulometría	X	X	X	X	X	X	X	X
Contenido de humedad	X	X	X			X		
Peso específico y absorción	X	X	X	X	X	X	X	X
Peso unitario	X	X	X	X		X		
Abrasión	X	X	X		X	X	X	X
Resistencia a la compresión	X	X	X	X				X

Nota. Elaboración propia.

ROSALINDA JIMENEZ DIAZ

DR. MANUEL EMILIO MILLA PINO

MG. JOSE LUIS PIEDRA TINEO

ALAN JIM SALDAÑA GUERRERO
TÉCNICO LABORATORIO
C. F20202400400

F&M ENGINEERING AND CONSTRUCTION SAC
Fernando Demetrio Llatas Villanueva
GERENTE GENERAL

PROTOCOLO PARA LA UTILIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) DURANTE LA OBTENCIÓN DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO

LEY N° 29783, LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Indicaciones: Antes de comenzar la ejecución de cualquier actividad, fue de carácter obligatorio la utilización de los equipos de protección personal (EPP) para prevenir accidentes lamentables que pongan en riesgo el cuerpo, la vida y la salud de las personas.

Tabla 1

Matriz de equipos de protección personal utilizados según las actividades realizadas

ENSAYOS	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL							
	Casco de seguridad 3M 	Zapatos punta de acero 	Chaleco 	Guantes de látex 	Mascarilla 	Guantes termo protectores 	Lentes anti impacto 	Orejeras con protección auditiva 
Recolección de los cocos	X	X	X	X				
Partido de los cocos	X	X	X	X			X	
Curado de la fibra de coco	X	X	X	X	X		X	
Combustión de la fibra	X	X	X			X		
Recolección de la ceniza	X	X	X	X	X	X	X	
Tamizado de la ceniza	X	X	X	X	X			

Nota. Elaboración propia.

ROSALINDA JIMENEZ DIAZ

DR. MANUEL EMILIO MILLA PINO

MG. JOSE LUIS PIEDRA TINEO

Anexo 10. Formatos de Validación por Expertos de Instrumentos de Recolección de Datos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N.° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado **M. Sc. Marcos Antonio Gonzáles Santisteban,** es grato dirigirme a usted para manifestarle mi cordial saludo. Considerando su amplia trayectoria profesional y méritos académicos y personales, le solicito su colaboración como JUEZ EXPERTO para la validación del contenido de los ítems que conforman los instrumentos que serán aplicados a una muestra seleccionada que tiene como finalidad recoger información directa para la investigación titula:

TÍTULO DEL PROYECTO DE TESIS:	"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	LI_IC_01 ESTRUCTURAS
ASESORES:	DR. MANUEL EMILIO MILLA PINO MG. JOSÉ LUIS PIEDRA TINEO

Para efectuar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta en donde se pueden seleccionar una o varias alternativas de acuerdo a criterio personal y profesional que corresponda al instrumento.

Se le agradece de antemano cualquier sugerencia relativa a la redacción, el contenido, la pertinencia y la congruencia u otro aspecto que considere relevante para mejorar el mismo.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Muy atentamente,

Tesista: Rosalinda Jiménez Díaz
DNI: 71244095
Correo institucional: rosalinda.jimenez@est.unj.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL			50			

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente



Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C128-15)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C128-15)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Volumen compactado del agregado fino.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Volumen compactado del agregado fino.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Volumen compactado del agregado fino.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (ASTM C127-15)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (ASTM C127-15)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Volumen compactado del agregado grueso.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Volumen compactado del agregado grueso.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Volumen compactado del agregado grueso.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM (C29-97)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM (C29-97)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Densidad del agregado fino.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Densidad del agregado fino.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Densidad del agregado fino.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM (C29-97)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM (C29-97)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Densidad del agregado grueso.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Densidad del agregado grueso.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Densidad del agregado grueso.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (ASTM C566-19)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (ASTM C566-19)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Marcos Antonio Gonzáles Santisteban** identificado con CIP N°106159 y DNI N°41693694, ostento el grado de Magíster en Ciencias y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO (NTP 339.604 / ASTM C - 94)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **M. SC. MARCOS ANTONIO GONZÁLES SANTISTEBAN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO (NTP 339.604 / ASTM C - 94)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: Excelente

Mg. Sc. Ing. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N.° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado **Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón,** es grato dirigirme a usted para manifestarle mi cordial saludo. Considerando su amplia trayectoria profesional y méritos académicos y personales, le solicito su colaboración como JUEZ EXPERTO para la validación del contenido de los ítems que conforman los instrumentos que serán aplicados a una muestra seleccionada que tiene como finalidad recoger información directa para la investigación titula:

TÍTULO DEL PROYECTO DE TESIS:	"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	LI_IC_01 ESTRUCTURAS
ASESORES:	DR. MANUEL EMILIO MILLA PINO MG. JOSÉ LUIS PIEDRA TINEO

Para efectuar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta en donde se pueden seleccionar una o varias alternativas de acuerdo a criterio personal y profesional que corresponda al instrumento.

Se le agradece de antemano cualquier sugerencia relativa a la redacción, el contenido, la pertinencia y la congruencia u otro aspecto que considere relevante para mejorar el mismo.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Muy atentamente,

Tesista: Rosalinda Jiménez Díaz
DNI: 71244095
Correo institucional: rosalinda.jimenez@est.unj.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C128-15)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C128-15)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

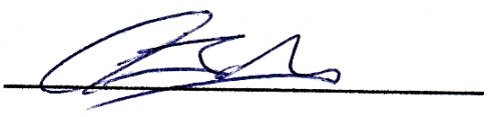
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Volumen compactado del agregado fino.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Volumen compactado del agregado fino.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Volumen compactado del agregado fino.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50



Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (ASTM C127-15)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (ASTM C127-15)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

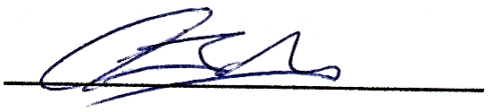
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Volumen compactado del agregado grueso.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Volumen compactado del agregado grueso.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Volumen compactado del agregado grueso.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL			50			

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50



Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM (C29-97)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM (C29-97)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

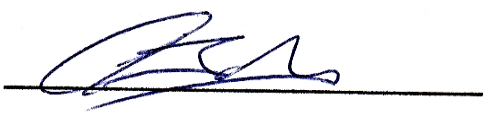
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Densidad del agregado fino.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Densidad del agregado fino.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Densidad del agregado fino.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50



Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM (C29-97)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM (C29-97)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

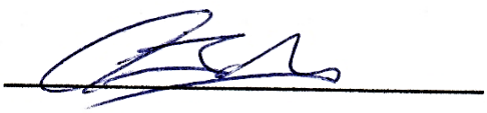
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Densidad del agregado grueso.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Densidad del agregado grueso.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Densidad del agregado grueso.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50



Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (ASTM C566-19)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (ASTM C566-19)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Billy Alexis Cayatopa Calderón** identificado con CIP N°140708 y DNI N° 44936232, ostento el grado de Magíster en Gestión Pública y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO (NTP 339.604 / ASTM C - 94)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **MG. ING. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO (NTP 339.604 / ASTM C - 94)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N.° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

CARTA DE PRESENTACIÓN AL JUICIO DE EXPERTO

Estimado **Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández,** es grato dirigirme a usted para manifestarle mi cordial saludo. Considerando su amplia trayectoria profesional y méritos académicos y personales, le solicito su colaboración como JUEZ EXPERTO para la validación del contenido de los ítems que conforman los instrumentos que serán aplicados a una muestra seleccionada que tiene como finalidad recoger información directa para la investigación titula:

TÍTULO DEL PROYECTO DE TESIS:	"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:	LI_IC_01 ESTRUCTURAS
ASESORES:	DR. MANUEL EMILIO MILLA PINO MG. JOSÉ LUIS PIEDRA TINEO

Para efectuar la validación del instrumento, usted deberá leer cuidadosamente cada enunciado y sus correspondientes alternativas de respuesta en donde se pueden seleccionar una o varias alternativas de acuerdo a criterio personal y profesional que corresponda al instrumento.

Se le agradece de antemano cualquier sugerencia relativa a la redacción, el contenido, la pertinencia y la congruencia u otro aspecto que considere relevante para mejorar el mismo.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Muy atentamente,

Tesista: Rosalinda Jiménez Díaz
DNI: 71244095
Correo institucional: rosalinda.jimenez@est.unj.edu.pe

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C136)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

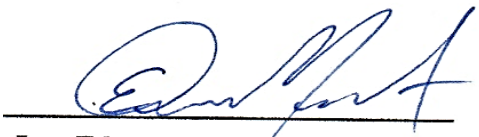
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Tamaño máximo nominal del agregado.**					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE



Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C128-15)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (ASTM C128-15)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

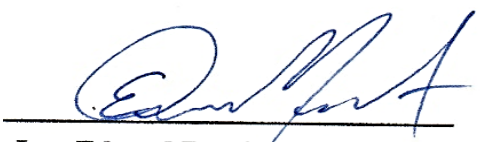
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Volumen compactado del agregado fino.**					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Volumen compactado del agregado fino.**					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Volumen compactado del agregado fino.**					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL			50			

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE



Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (ASTM C127-15)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO (ASTM C127-15)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					✓
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Volumen compactado del agregado grueso.**					✓
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Volumen compactado del agregado grueso.**					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Volumen compactado del agregado grueso.**					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					✓
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM (C29-97)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO ASTM (C29-97)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					10
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					10
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Densidad del agregado fino.**					10
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					10
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					10
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Densidad del agregado fino.**					10
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					10
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Densidad del agregado fino.**					10
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					10
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					10
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM (C29-97)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO ASTM (C29-97)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Densidad del agregado grueso.**					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Densidad del agregado grueso.**					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Densidad del agregado grueso.**					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (ASTM C566-19)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (ASTM C566-19)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					10
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					10
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					10
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					10
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					10
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					10
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					10
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Cantidad de agua presente en los agregados.**					10
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					10
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					10
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N°. 002-2018-SUNEDU/CD

DECLARACIÓN JURADA DE EXPERTO EN VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Yo, **Edgard Ramiro Muñoz Fernández** identificado con CIP N°179408 y DNI N°43717159, ostento el grado de Ingeniero Civil y ejerzo la docencia en la Carrera Profesional de Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado y evaluado, con fines de validación, el instrumento **"FORMATO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO (NTP 339.604 / ASTM C - 94)"** para la aplicación correspondiente al Proyecto de Tesis titulado **"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"**, y así lograr que la estudiante Rosalinda Jiménez Díaz, con DNI 71244095, obtenga el Título Profesional de Ingeniero Civil a nombre de la nación, expedido por la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Concluyendo la aprobación y posterior aplicación del instrumento en calidad de validador.

Jaén, 11 de setiembre del 2023.

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N.° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

INFORME DE OPINIÓN SOBRE EL INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: **ING. EDGARD RAMIRO MUÑOZ FERNÁNDEZ**

Institución donde labora: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

Instrumento de evaluación: **"FORMATO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ADOQUINES DE CONCRETO (NTP 339.604 / ASTM C - 94)"**

Tesista del instrumento: **ROSALINDA JIMENEZ DIAZ**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					5
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable, en todas sus dimensiones en indicadores operacionales y conceptuales a través de la aplicación de dicho formato.					5
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					5
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					5
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					5
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					5
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la clasificación del agregado, como parte de la investigación.					5
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: **Medir la resistencia a compresión de los adoquines.**					5
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico y experimental.					5
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					5
PUNTAJE TOTAL				50		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 40 "Bueno"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable).

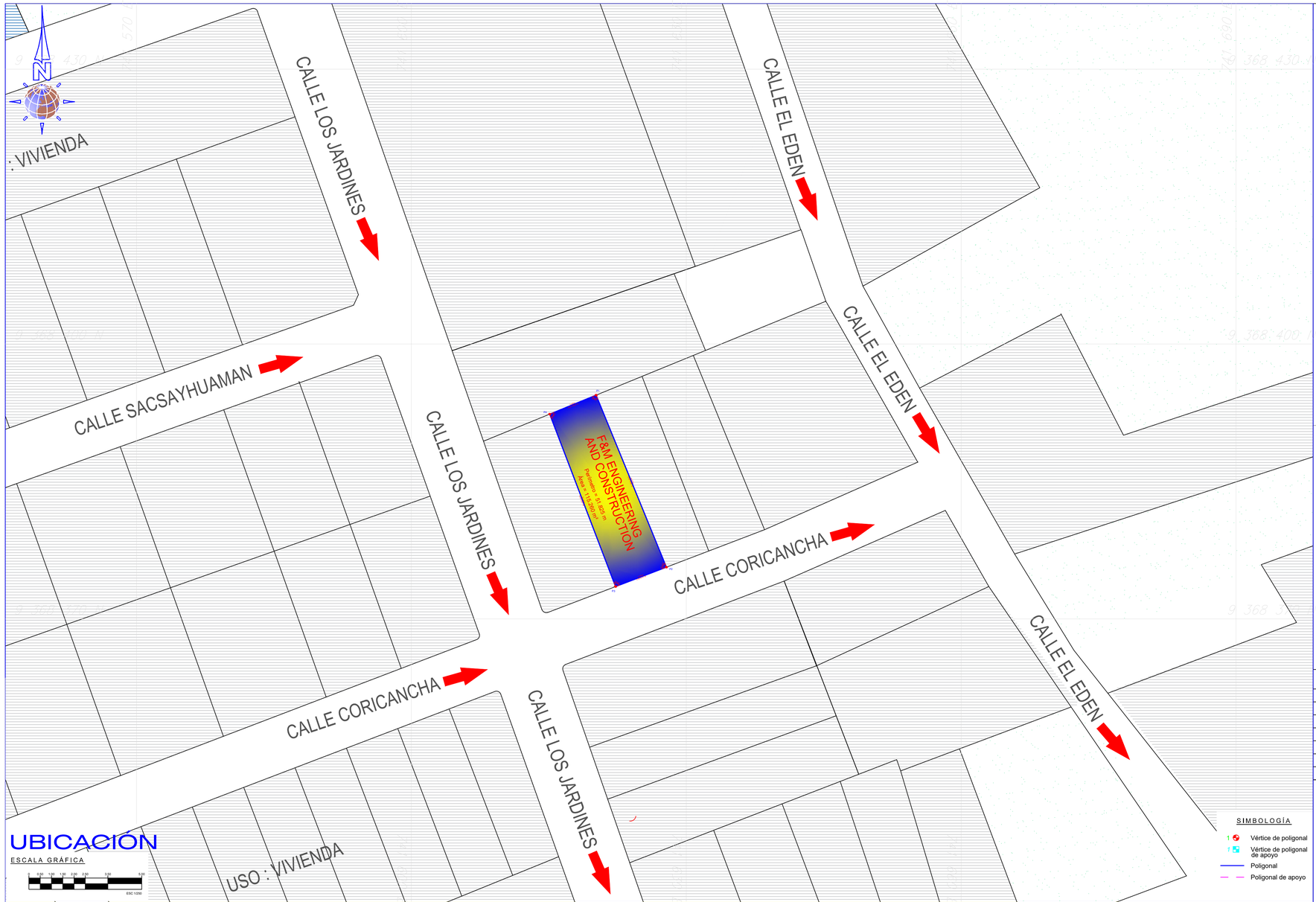
II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

NO ES APLICABLE			APLICABLE	
0-10	11-20	21-30	31-40	41-50
DEFICIENTE	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: EXCELENTE

Ing. Edgard Ramiro Muñoz Fernández

Anexo 11. Planos de Localización Geográfica





ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA
PROVINCIA : JAÉN
DISTRITO : JAÉN
URBANIZACIÓN : SECTOR PUEBLO LIBRE
CALLE : CORICANCHA S/N
MANZANA/LOTE : "C"/"L-11"
COORDENADAS : UTM 17S/WGS-84
ALTITUD : 747 m.s.n.m.

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN

LADO		ÁNGULO INTERNO	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
EST	PV				ESTE	NORTE
P1	P2	90°0'0"	S 22°14'35" E	20.275	741,620.160	9'368,394.417
P2	P3	88°39'6"	S 69°6'19" W	5.942	741,627.835	9'368,375.651
P3	P4	90°0'0"	N 20°53'41" W	20.141	741,622.283	9'368,373.531
P4	P1	91°20'54"	N 67°45'25" E	5.467	741,615.100	9'368,392.348
Perímetro = 51.825m				Área = 115.260m²		

NOTAS

- Sistema de coordenadas '(arbitrarias - referenciadas)
- Norte '(arbitrario - magnetico - astronomico)
- Banco de nivel '(arbitrario - referenciado)
- Otras

CUADRO NORMATIVO

PARÁMETROS	R.N.C.	DESCRIPCIÓN
ZONIFICACIÓN	R-4	R-4
ÁREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA	I	I
USOS	VIV. UNIFAMILIAR	VIV. UNIFAMILIAR
DENSIDAD NETA	500 hab-Ha	8 per/159.00 m2
ÁREA DE LOTE NORMATIVO	120m2 - 90m2	90.60 m2
COEFICIENTE DE EDIFICACIÓN	1.8	1.75
ÁREA LIBRE	30 %	30 %
ALTURA MÁXIMA	3 PISOS	2 PISOS + AZOTEA
RETIRO MÍNIMO FRONTAL	3.00 ml.	3.2
ESTACIONAMIENTO	viv.:1 Estacionamiento cada 3 viv.	1

CUADRO DE ÁREAS (m2)

	ÁREAS PARCIALES	TOTAL
PRIMER PISO	63.42 m2	63.42 m2
SEGUNDO PISO	63.10 m2	63.10 m2
(AZOTEA)	32.49 m2	32.49 m2
ÁREA TECHADA		159 m2
ÁREA DEL TERRENO		90.60m2
ÁREA LIBRE		27.18 m2
ÁREA OCUPADA		90.60 m2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO: ENGINEERING AND CONSTRUCTION S.A.C. (F&M)
GERENTE GENERAL: DR. ING. FERNANDO DEMETRIO LLATAS VILLANUEVA

UBICACIÓN :
SECTOR : PUEBLO LIBRE
DISTRITO : JAÉN
PROVINCIA : JAÉN
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA
FECHA: 03/06/2025
PLANO: LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

TESISTA: ROSALINDA JIMENEZ DIAZ

TÍTULO DE TESIS:
"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"

LÁMINA: PLU-01

PLANO DE LOCALIZACIÓN

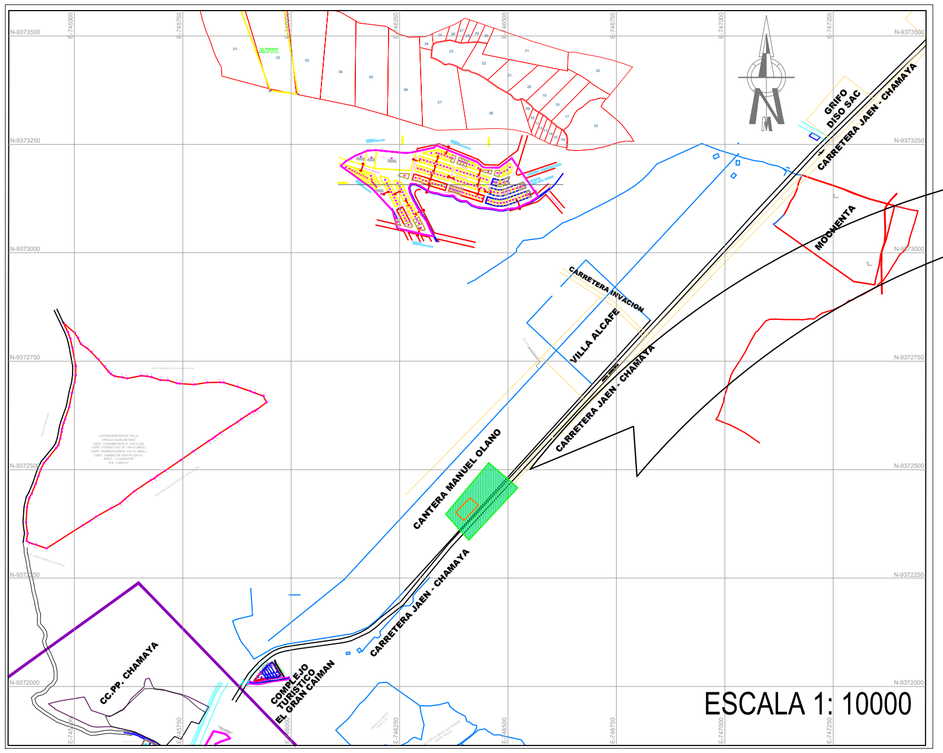
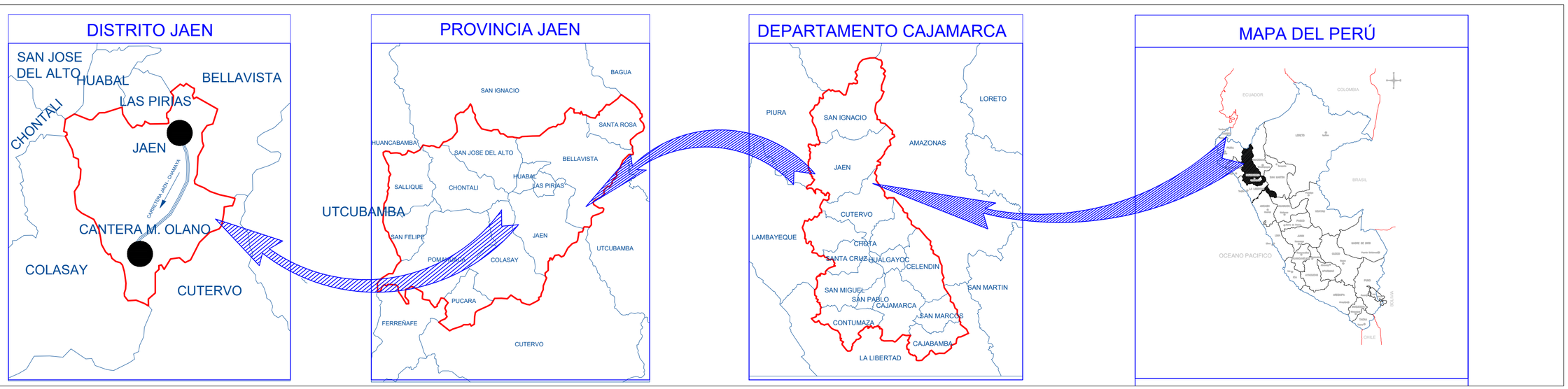


IMAGEN SATELITAL





ESCALA GRAFICA.

0m 2000m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESISTA: ROSALINDA JIMENEZ DIAZ

CANTERA: MANUEL OLANO

DIRECCIÓN: CARRETERA CHAMAYA - JAÉN (KM 4+000)

TÍTULO DE TESIS:

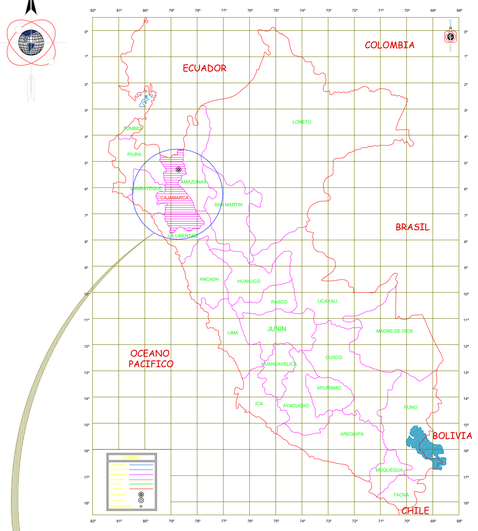
"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"

PLANO: LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

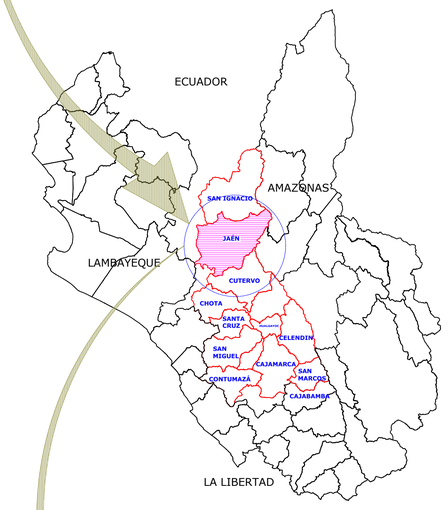
LÁMINA: PLU-02

DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA	ESCALA:	INDICADA
PROVINCIA:	JAÉN		
DISTRITO:	JAÉN	FECHA:	04/06/2025

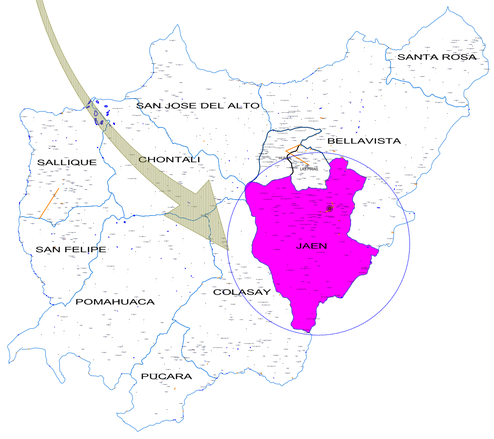
MAPA POLITICO DEL PERÚ



MAPA POLITICO DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

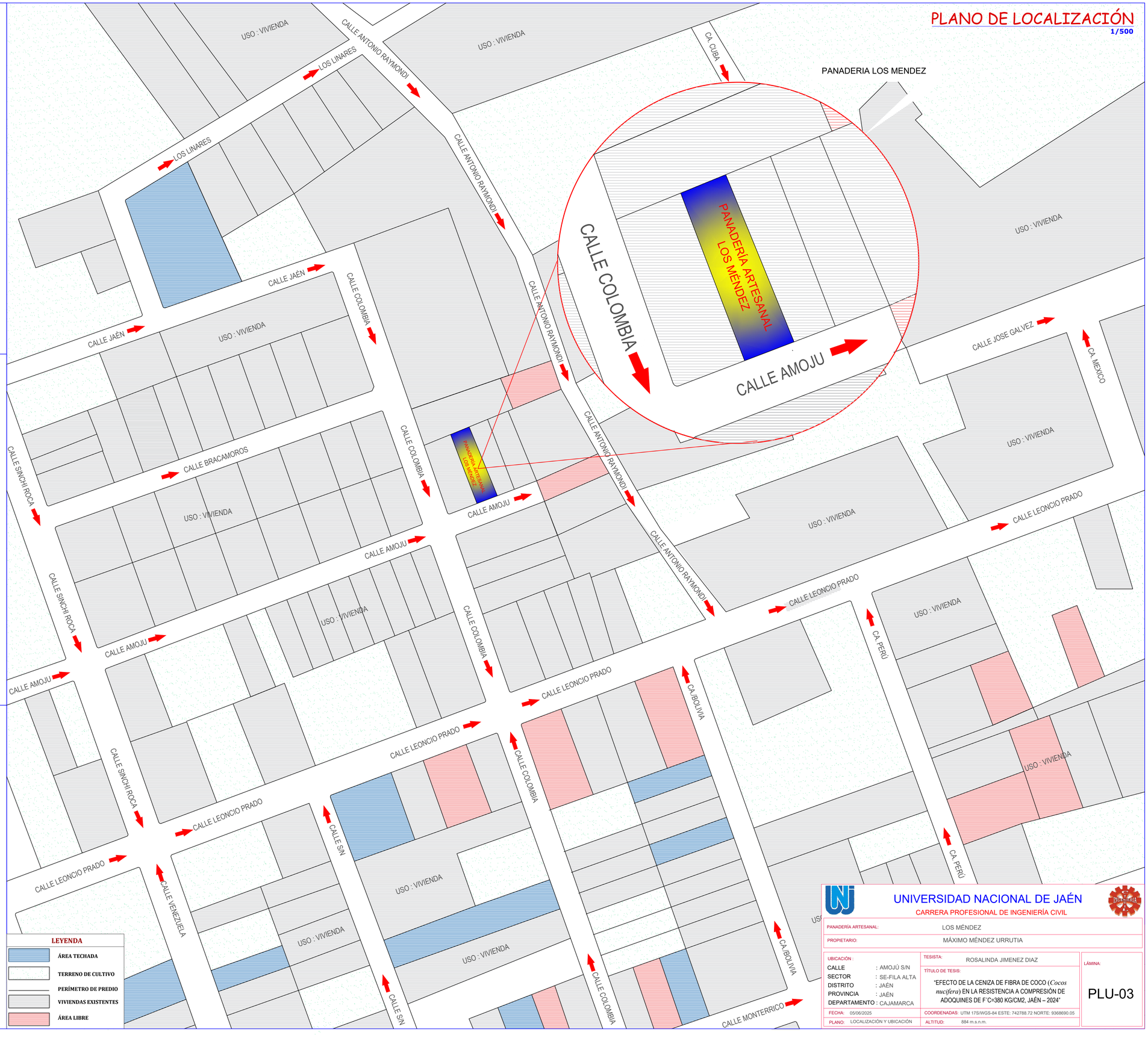


MAPA POLITICO DE LA PROVINCIA DE JAÉN



PLANO DE LOCALIZACIÓN

1/500



LEYENDA

- ÁREA TECHADA
- TERRENO DE CULTIVO
- PERÍMETRO DE PREDIO
- VIVIENDAS EXISTENTES
- ÁREA LIBRE

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PANADERÍA ARTESANAL:	LOS MÉNDEZ
PROPIETARIO:	MÁXIMO MÉNDEZ URRUTIA

UBICACIÓN :	
CALLE	: AMOJÚ S/N
SECTOR	: SE-FILA ALTA
DISTRITO	: JAÉN
PROVINCIA	: JAÉN
DEPARTAMENTO	: CAJAMARCA
FECHA:	05/06/2025
PLANO:	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN

TESISTA: ROSALINDA JIMENEZ DIAZ

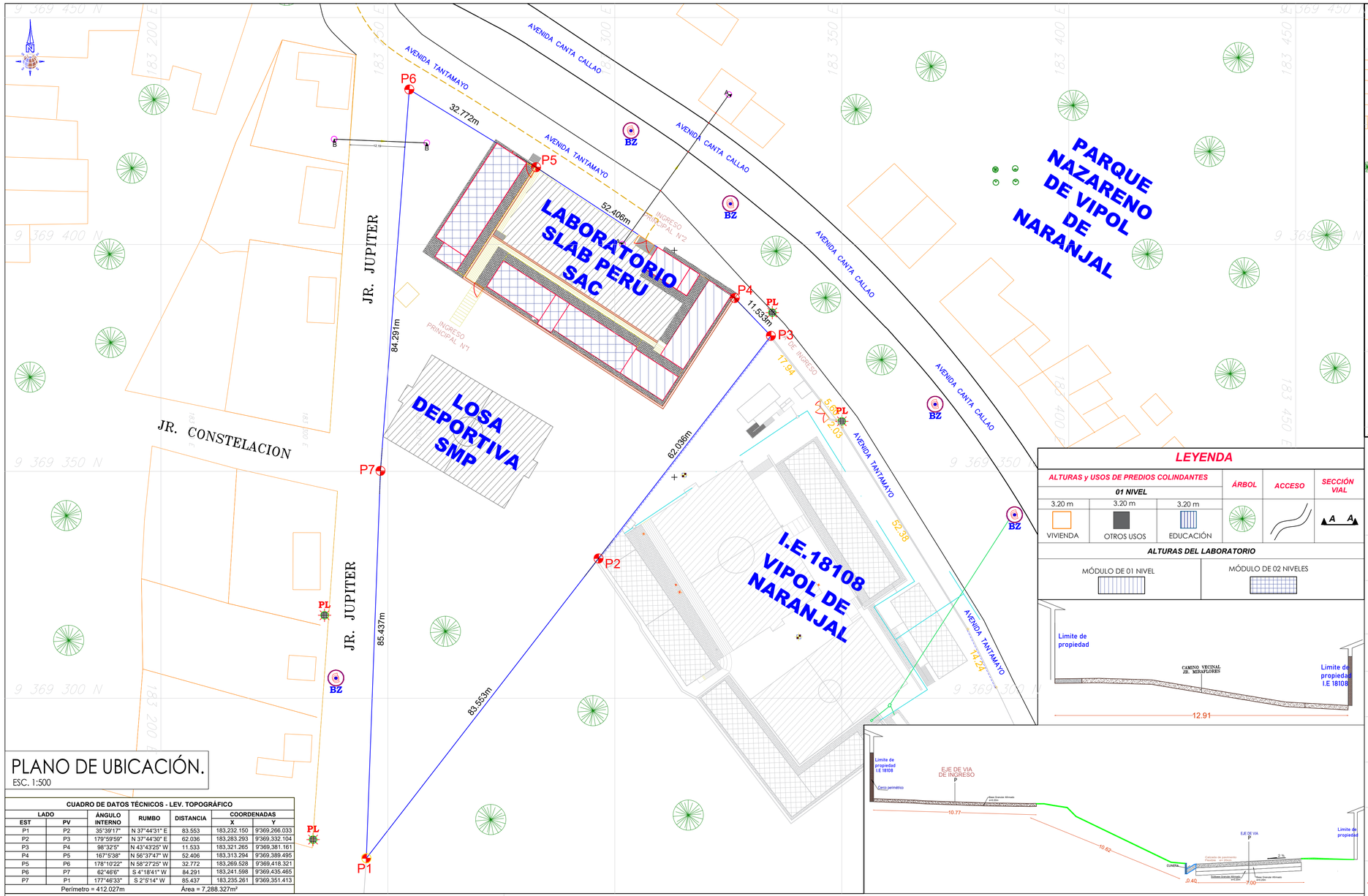
TÍTULO DE TESIS:

"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (*Cocos nucifera*) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"

COORDENADAS: UTM 17S/WGS-84 ESTE: 742788.72 NORTE: 9368690.05

ALTITUD: 884 m.s.n.m.

LÁMINA: PLU-03

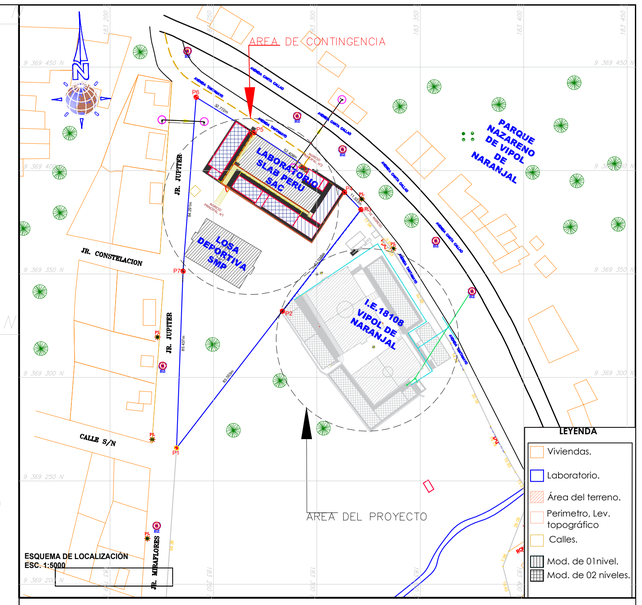


PLANO DE UBICACIÓN.
ESC. 1:500

CUADRO DE DATOS TÉCNICOS - LEV. TOPOGRÁFICO

LADO		ÁNGULO INTERNO	RUMBO	DISTANCIA	COORDENADAS	
EST	PV				X	Y
P1	P2	35°39'17"	N 37°44'31" E	83.553	183,232.150	9'369,266.033
P2	P3	179°59'59"	N 37°44'30" E	62.036	183,283.293	9'369,332.104
P3	P4	98°32'5"	N 43°43'25" W	11.533	183,321.265	9'369,381.161
P4	P5	167°5'38"	N 56°37'47" W	52.406	183,313.294	9'369,389.495
P5	P6	178°10'22"	N 58°27'25" W	32.772	183,269.528	9'369,418.321
P6	P7	82°46'6"	S 41°8'41" W	84.291	183,241.598	9'369,435.465
P7	P1	177°46'33"	S 2°5'14" W	85.437	183,235.261	9'369,351.413

Perímetro = 412.027m Área = 7,288.327m²



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
ESC. 1:5000

LEYENDA

ALTURAS y USOS DE PREDIOS COLINDANTES — 01 NIVEL

3.20 m	3.20 m	3.20 m
VIVIENDA	OTROS USOS	EDUCACIÓN

ÁRBOL | ACCESO | SECCIÓN VIAL

ALTURAS DEL LABORATORIO

MÓDULO DE 01 NIVEL	MÓDULO DE 02 NIVELES

CUADRO NORMATIVO

PARÁMETROS	NORMATIVO:	LABORATORIO:
USOS :	*Educación*	*Servicios*
DENSIDAD NETA :	———	———
COEF. DE EDIFICACIÓN :	———	———
% ÁREA LIBRE:	———	———
ALTURA MÁXIMA :	———	———
RETIRO MÍNIMO :	———	———
ALINEAMIENTO DE FACHADA :	———	———
ÁREA DE LOTE NORMATIVO :	———	———
FRENTE MÍNIMO NORMATIVO :	———	———
ESTACIONAMIENTO :	———	———

CUADRO DE ÁREAS (m2)

PISO NIVEL :	NUEVO	EXISTENTE :	DEMOLICIÓN:	AMPLIACIÓN :	REMODELADO:	SUB TOTAL :
1° PISO		*637.945 m²*				
2° PISO		*455.5729 m²*				
OBRAS EXTERIORES		*1660.2744 m²*				
ÁREA PARCIAL :	———	**2753.7923** *m²*	———	———	———	**2753.7923** *m²*
ÁREA TECHADA TOTAL :						*1093.518 m²*
ÁREA TOTAL DEL TERRENO :						*7288.327 m²*
ÁREA LIBRE DEL TERRENO :						*4990.107m²*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO:	LIMA
PROVINCIA:	LIMA
DISTRITO:	SAN MARTÍN DE PORRES
CALLE:	JÚPITER N° 22
URBANIZACIÓN:	VIPOL DE NARANJAL
MANZANA/LOTE:	"E"/"L-7"
COORDENADAS:	UTM 18S/WGS-84 ESTE: 183232.15 NORTE: 9369266.03
ALTITUD:	123 m.s.n.m.
LABORATORIO:	SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. (SLab Perú)
GERENTE GENERAL:	ING. QUIM. NURIA ZOILA JULCA IZQUIERDO
TESISTA:	ROSALINDA JIMENEZ DIAZ
TÍTULO DE TESIS:	"EFECTO DE LA CENIZA DE FIBRA DE COCO (Cocos nucifera) EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE ADOQUINES DE F´C=380 KG/CM2, JAÉN – 2024"
PLANO:	LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN
LÁMINA:	PLU-04
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	05/06/2025