

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'c=210$ KG/CM² REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. JOSÉ MARLON GUERRERO SERRANO

ASESOR:

Dr. Ing. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMIREZ

CAJAMARCA – PERÚ

2024

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. **Investigador:** JOSÉ MARLON GUERRERO SERRANO

DNI: 72541737

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

2. **Asesor:** HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ

Facultad: INGENIERÍA

3. **Grado académico o título profesional**

Bachiller

Título profesional

Segunda especialidad

Maestro

Doctor

4. **Tipo de Investigación:**

Tesis

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

5. **Título de Trabajo de Investigación:**

"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS"

6. **Fecha de evaluación:** 31/05/2024

7. **Software antiplagio:**

TURNITIN

URKUND (OURIGINAL) (*)

8. **Porcentaje de Informe de Similitud:** 18%

9. **Código Documento:** 3117:358436817

10. **Resultado de la Evaluación de Similitud:**

APROBADO

PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 04/06/2024



FIRMA DEL ASESOR

Nombres y Apellidos

HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ

DNI: 26673916

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



Dra. Yvonne Katherine Fernandez León
DIRECTORA

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

COPYRIGHT © 2024 by
GUERRERO SERRANO JOSE MARLON
Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez, asesor de la presente investigación, por la disposición de tiempo para la orientación y supervisión del contenido de ésta. Agradezco a los ingenieros miembros de mi jurado, ingenieros docentes de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil y a todas las personas que me han acompañado en el desarrollo de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres, Víctor Guerrero y Lidia Serrano; a mis hermanos, a mi novia Cielo Ramos y al resto de mi familia, por brindarme su amor y apoyo en cada momento de manera incondicional.

A mis docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca, en especial a los de la filial JAÉN, quienes nos brindaron sus conocimientos durante toda nuestra formación académica.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN x	
ABSTRACT xi	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.5. ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.6. LIMITACIONES	14
1.7. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.7.1. Objetivo general.....	14
1.7.2. Objetivos específicos	14
1.8. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:	14
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS	16
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	16
2.1.2. Antecedentes nacionales	17
2.1.3. Antecedentes locales	18
2.2. BASES TEÓRICAS.....	18
2.2.1. Concreto y sus propiedades	18
2.2.2. Cemento	20
2.2.3. Agregados	20
2.2.4. El agua en el concreto	21
2.2.5. Fibras metálicas	21
2.2.6. Incorporación de las fibras de acero al concreto.....	21
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	23
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
3.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN	26
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	26

3.4.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
3.5.	DEFINICIÓN DE VARIABLES	28
3.6.	CANTERA DE ESTUDIO.....	29
3.6.1.	Extracción de agregados de la cantera	29
3.7.	CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO.....	29
3.7.1.	Estudio de las características físicas y mecánicas de los agregados para el concreto	29
3.7.2.	Extracción y preparación de muestras para ensayos.....	29
3.7.3.	Obtención de la muestra desde pilas de acopio o unidades de transporte	29
3.7.4.	Reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo	31
3.7.5.	Granulometría	31
3.7.6.	Densidad relativa y absorción.....	35
3.7.7.	Masa por unidad de volumen (densidad de masa).....	39
3.7.8.	Desgaste o abrasión del agregado grueso	42
3.8.	CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA METÁLICA	43
3.9.	EL CEMENTO UTILIZADO	43
3.10.	EL AGUA	44
3.11.	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLAS Y ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES	44
3.11.1.	Requerimientos del concreto considerados para el diseño de mezclas.....	44
3.11.2.	Propiedades de los materiales a considerar para el diseño de mezclas.....	44
3.11.3.	Procedimiento realizado para la selección de las proporciones del concreto por el método de módulo de fineza de la combinación de los agregados.....	45
3.11.4.	Elaboración de la mezcla de prueba.....	46
3.11.5.	Procedimiento realizado para el ajuste de las proporciones.....	46
3.11.6.	Especímenes de concreto convencional y con adición de la fibra de acero al 2%	47
3.11.7.	Elaboración de los especímenes de concreto para el ensayo mecánico.....	48
3.11.8.	Curado de los especímenes de concreto.....	49
3.12.	VARIABLES DE EVALUACIÓN DEL ESTUDIO	50
3.12.1.	Asentamiento en el concreto en estado fresco	50
3.12.2.	Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto.	51
3.12.3.	Desarrollo de la resistencia del concreto.	52
3.13.	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	53
3.13.1.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información	53

3.13.2. Técnicas de procesamiento y análisis de información.....	53
3.13.3. Presentación de los resultados	53
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
4.1. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS	57
4.2. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO	57
4.3. PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO ...	57
4.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	58
4.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	58
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
5.1. CONCLUSIONES	59
5.2. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
APENDICE	63
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS	63
DISEÑO DE MEZCLAS	76
RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	87
ANEXOS	94
FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO UTILIZADO.....	94
CERTIFICADO DE PERMISO DE USO DE LABORATORIO EXTERNO PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS	95
CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO.....	96
DOCUMENTOS LEGALES DEL LABORATORIO.....	97
PANEL FOTOGRÁFICO.....	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Número de muestras totales evaluadas.	27
Tabla 2.	Porción de la muestra de campo requerida para los ensayos de laboratorio.....	30
Tabla 3.	Cantidad mínima de muestra para partículas menores al tamiz N° 200	31
Tabla 4.	Requisitos granulométricos del agregado grueso	33
Tabla 5.	Requisitos granulométricos del agregado fino.....	34
Tabla 6.	Capacidad de los recipientes para ensayo de densidad de masa	39
Tabla 7.	Muestra requerida para el ensayo de abrasión	42
Tabla 8.	Tiempo de prueba de los especímenes y tolerancia	51
Tabla 9.	Propiedades físicas y mecánicas de los agregados	53
Tabla 10.	Dosificación de materiales por metro cúbico.....	54
Tabla 11.	Asentamiento del concreto según el diseño patrón y con adición de fibra.....	54
Tabla 12.	Peso unitario del concreto fresco según el diseño patrón y con adición del 2%, 4% y 6% de fibra metálica	54
Tabla 13.	Peso unitario del concreto endurecido según el diseño patrón	55
Tabla 14.	Peso unitario del concreto endurecido con adición al 2% de fibra metálica	55
Tabla 15.	Peso unitario del concreto endurecido con adición al 4% de fibra metálica	56
Tabla 16.	Peso unitario del concreto endurecido con adición al 6% de fibra metálica	56
Tabla 17.	Resistencia a compresión a diferentes edades de la muestra patrón y con adición de fibra metálica al 2%, 4% y 6%.....	56
Tabla 18.	Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado grueso	63
Tabla 19.	Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado fino.....	63
Tabla 20.	Ensayo N° 01 de granulometría del agregado grueso.....	64
Tabla 21.	Ensayo N° 02 de granulometría del agregado grueso.....	65
Tabla 22.	Ensayo N° 03 de granulometría del agregado grueso.....	66
Tabla 23.	Gráfico: Requisito granulométrico del agregado grueso	67
Tabla 24.	Ensayo N° 01 de granulometría del agregado fino	68
Tabla 25.	Ensayo N° 02 de granulometría del agregado fino	69
Tabla 26.	Ensayo N° 03 de granulometría del agregado fino	70
Tabla 27.	Gráfico Requisito granulométrico del agregado fino.....	71
Tabla 28.	Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso.....	72
Tabla 29.	Determinación del peso específico y absorción del agregado fino.....	72
Tabla 30.	Peso unitario seco suelto del agregado grueso.....	73
Tabla 31.	Peso unitario seco compactado del agregado grueso.....	73
Tabla 32.	Peso unitario seco suelto del agregado fino	74

Tabla 33.	Peso unitario seco compactado del agregado fino	74
Tabla 34.	Resistencia a la abrasión del agregado grueso	74
Tabla 35.	Peso específico de la fibra metálica	74
Tabla 36.	Contenido de Humedad del agregado fino.....	75
Tabla 37.	Contenido de Humedad del agregado grueso	75
Tabla 38.	Diseño de mezcla patrón	76
Tabla 39.	Diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 2%	81
Tabla 40.	Corrección a partir de los valores obtenidos del diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 2%	82
Tabla 41.	Diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 4%	83
Tabla 42.	Corrección a partir de los valores obtenidos del diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 4%	84
Tabla 43.	Diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 6%	85
Tabla 44.	Corrección a partir de los valores obtenidos del diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 6%	86
Tabla 45.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño patrón	87
Tabla 46.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño patrón	88
Tabla 47.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño patrón	88
Tabla 48.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño con adición de fibra metálica al 2%	89
Tabla 49.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño con adición de fibra metálica al 2%	89
Tabla 50.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño con adición de fibra metálica al 2%	90
Tabla 51.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño con adición de fibra metálica al 4%	90
Tabla 52.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño con adición de fibra metálica al 4%	91
Tabla 53.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño con adición de fibra metálica al 4%	91
Tabla 54.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño con adición de fibra metálica al 6%	92
Tabla 55.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño con adición de fibra metálica al 6%	92
Tabla 56.	Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño con adición de fibra metálica al 6%	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes	19
Figura 2.	Mapa de Ubicación de la Provincia de Jaén en la Región Cajamarca.	25
Figura 3.	Fotografía satelital de la ubicación de la planta de chancado.....	26
Figura 4.	Trituración y método de separación de los agregados en cantera.....	99
Figura 5.	Vista general de la Cantera “ARENERA JAÉN”	99
Figura 6.	Ubicación del Torno en el mapa satelital obtenida del Google Maps.	100
Figura 7.	Máquina del Torno de donde se obtuvieron las fibras metálicas, las cuales fueron utilizadas para esta investigación.....	100
Figura 8.	Ensayo de granulometría del agregado grueso.	101
Figura 9.	Procedimiento del método del cuarteo para el agregado grueso.....	101
Figura 10.	Ensayo de determinación del peso específico del agregado fino.....	102
Figura 11.	Ensayo de peso unitario suelto seco del agregado grueso	102
Figura 12.	Ensayo para calcular el asentamiento de la mezcla de prueba.....	103
Figura 13.	Ensayo de especímenes de concreto para el cálculo de la resistencia a compresión	103
Figura 14.	Ensayo para calcular el asentamiento de la mezcla con adición de fibra al 2%	104
Figura 15.	Resultado del ensayo de resistencia a compresión de una probeta de 7 días de curado con adición de fibra metálica al 2%	104
Figura 16.	Resultado del ensayo de resistencia a compresión de una probeta de 14 días de curado con adición de fibra metálica al 4%	105
Figura 17.	Resultado del ensayo de resistencia a compresión de una probeta de 28 días de curado con adición de fibra metálica al 6%	105

RESUMEN

El concreto reforzado con fibras metálicas es poco conocido en el Perú, sin embargo, en muchos otros países ya ha sido utilizado en diferentes campos como en túneles, pisos industriales, pistas de aeropuertos, muelles, concreto pretensado, cimentaciones, depósitos y tanques. En esta investigación se estudia al concreto de $f'c=210$ kg/cm² reforzado con fibras metálicas (CRF), la finalidad es aumentar su resistencia a la compresión en un 15%, usando materiales locales de la provincia de Jaén, y de esta manera, menguar la falta de estudios sobre este tipo de concretos en esta parte de la región, que nos permitan adaptarlos a las condiciones y elementos con los que se cuenta en cada localidad. Para lograr el objetivo de obtener un concreto de $f'c=210$ kg/cm² reforzado con fibras metálicas usando materiales locales, se realizó un diseño de mezclas patrón, usando el método del ACI, los agregados utilizados de la cantera arenera jaén, las fibras metálicas de un taller de torno, cemento Pacasmayo Tipo I y agua potable de la red vecinal; llegando a obtener una resistencia a la compresión promedio de 249.60 kg/cm² (5.04 %) con porcentaje del 2% de fibra metálica a los 28 días y de 240.02 kg/cm² (1.01 %) con porcentaje del 4% de fibra metálica a los 28 días y 226.35 kg/cm² (-4.74 %) con porcentaje del 6 % de fibra metálica a los 28 días de edad; comparados con un concreto patrón de $f'c=210$ kg/cm², su resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad fue de 237.62 kg/cm². Concluyéndose que sí es posible aumentar la resistencia a la compresión de un concreto convencional adicionándole fibras metálicas; y que la mayor resistencia a la compresión del concreto fue con el porcentaje del 2% de fibra metálica.

Palabras clave: concreto reforzado, fibra metálica, resistencia a la compresión del concreto, adición de fibra.

ABSTRACT

Concrete reinforced with metal fibers is little known in Peru, however in many other countries it has already been used in different fields such as tunnels, industrial floors, airport runways, docks, prestressed concrete, foundations, warehouses and tanks. In this research, concrete with $f'_c=210$ kg/cm² reinforced with metal fibers (CRF) is studied, the purpose is to increase its compression resistance by 15%, using local materials from the province of Jaén, and in this way way, reduce the lack of studies on this type of concrete in this part of the region, which allow us to adapt them to the conditions and elements available in each location. To achieve the objective of obtaining a concrete of $f'_c=210$ kg/cm² reinforced with metallic fibers using local materials, a pattern mix design was carried out, using the ACI method, the aggregates used from the Jaén sand quarry, the fibers metal from a lathe workshop, Pacasmayo Type I cement and drinking water from the neighborhood network; obtaining an average compressive strength of 249.60 kg/cm² (5.04%) with a percentage of 2% of metallic fiber at 28 days and 240.02 kg/cm² (1.01%) with a percentage of 4% of metallic fiber at 28 days and 226.35 kg/cm² (-4.74%) with a percentage of 6% metallic fiber at 28 days of age; Compared with a standard concrete of $f'_c=210$ kg/cm², its average compressive strength at 28 days of age was 237.62 kg/cm². Concluding that it is possible to increase the compressive strength of conventional concrete by adding metal fibers; and that the highest compressive strength of the concrete was with the percentage of 2% metallic fiber.

Keywords: reinforced concrete, metallic fiber, compressive strength of concrete, fiber addition.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El concreto es uno de los materiales más usados en el sector Construcción en nuestro país, el componente fundamental de este es el cemento que ha aumentado su consumo interno en los inicios del año 2021, exactamente con un crecimiento del 21.12% debido al dinamismo en proyectos de construcción público y privados que se presentan en el país. (INEI, 2021).

El concreto reforzado con fibra de acero es poco conocido en el Perú, sin embargo, en muchos otros países ya ha sido usado en diferentes campos como en: túneles, pisos industriales, pistas de aeropuertos, muelles, concreto pretensado y precolado, cimentaciones, caminos de concreto, losas de concreto esbeltas, reparaciones superficiales, depósitos y tanques. (Guevara, 2019)

La ciudad de Jaén actualmente vive un crecimiento y desarrollo enorme y la industria de la construcción crece al mismo ritmo demandando cada vez de nuevas alternativas acorde con la tecnología del mundo actual para garantizar la durabilidad de las estructuras y generar mejoras en la economía familiar y en la utilidad de las empresas constructoras. Una de estas alternativas es el concreto reforzado con adición de fibras metálicas (CRF), que, sin ser nueva, es muy poco empleada, principalmente porque no existen estudios relacionados a los CRF con $f'c = 210$ kg/cm² para poder diseñarlos y obtenerlos, usando los materiales producidos en cada localidad. Es por ello que en este trabajo de investigación se busca obtener un concreto reforzado con fibras metálicas (CRF) utilizando agregados explotados en esta ciudad con la finalidad de adecuar a nuestro entorno un concreto de este tipo, y de esta manera, ir menguando la falta de estudios relacionados al concreto reforzado con fibras metálicas en esta parte del país. La problemática presentada evidencia una oportunidad de investigación que busca proponer una alternativa innovadora en el desarrollo de materiales de construcción, con características que se adapten mejor a las necesidades, como el concreto reforzado con adición de fibras metálicas, que, en tentativa, apunta a la solución de dicha problemática, de modo que, la oportunidad es asumida en la presente investigación desde un enfoque primario.

1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿En cuánto varía la resistencia a compresión de un concreto convencional de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, al ser reforzado con adición de fibras metálicas en diferentes porcentajes?

1.3.HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

La variación de la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ reforzado con adición de fibras metálicas es mayor en un 15% respecto a la resistencia a compresión de un concreto convencional.

1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El concreto reforzado con fibras metálicas es un concreto que tiene sus orígenes hace ya algunas décadas atrás, no se le ha dado un uso importante, pues en nuestro país es muy poco utilizado y más aún en nuestra provincia, esto debido a la falta de conocimiento que existe de sus propiedades y ventajas, por la falta de investigaciones sobre este tipo de concretos en nuestra región que nos permitan familiarizarnos con ellos, adecuarlos a nuestro entorno y nos faciliten diseñarlos utilizando los materiales de nuestra localidad. Es así que, en nuestra provincia de Jaén, el uso de concretos reforzado con fibras metálicas es probablemente nulo, pues el uso del concreto convencional es general para todas las edificaciones y/o estructuras, como resultado se tienen pavimentos rígidos con fisuras a pocos días de ser colocados; secciones de elementos estructurales demasiado robustas que generan pérdida del área útil y a su vez una gran sobrecarga y por ende sobrecostos. De este modo la presente investigación busca menguar este problema e incentivar el uso de concretos reforzados con fibras metálicas en la provincia de Jaén, dando a conocer sus propiedades y ventajas, e impulsando el desarrollo de nuevas alternativas de construcción acorde con los avances actuales de la tecnología de los materiales, usando los agregados producidos en la misma provincia de Jaén.

1.5.ALCANCES O DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

➤ Alcance

Está dirigida para profesionales, investigadores y estudiantes, contribuyendo con la innovación de nuevas tecnologías en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto en la localidad de Jaén. Asimismo, al sector construcción en general, entre ellos los ingenieros, el

personal técnico calificado y no calificado, empresas que se dedican al diseño y elaboración de concreto premezclado, Universidades e institutos tecnológicos con carreras relacionadas a la industria.

➤ **Delimitación**

En la investigación se comparó la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ kg/cm² reforzado con fibras metálicas a diferentes porcentajes (2%, 4%, 6%), con un concreto convencional.

Las fibras metálicas usadas para esta investigación son extraídas de un taller de torno, cuyas dimensiones varían entre 10 a 25 mm.

Los materiales que se emplearon en la producción del concreto son: Cemento Pacasmayo tipo I, agregados seleccionados de la cantera “Arenera Jaén”, fibras metálicas y agua de la red de agua potable de la localidad de Jaén.

1.6.LIMITACIONES

- No se realizaron ensayos de resistencia a la flexión del concreto

1.7.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1. Objetivo general

- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto de $f'c = 210$ kg/cm² reforzado con adición de fibras metálicas.

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional de $f'c = 210$ kg/cm² con una adición al 2% de fibra metálica.
- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional de $f'c = 210$ kg/cm² con una adición al 4% de fibra metálica.
- Determinar la resistencia a la compresión de un concreto convencional de $f'c = 210$ kg/cm² con una adición al 6% de fibra metálica.

1.8.DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:

El desarrollo de la investigación se realizó en cinco capítulos:

- **Capítulo I: Introducción**

Incluye el contexto, formulación del problema, hipótesis y objetivos, justificación, alcance y delimitación del trabajo.

➤ **Capítulo II: Marco Teórico**

Este capítulo contiene los antecedentes teóricos de la investigación, las bases teóricas, en las que se habla del concreto reforzado con fibras de acero.

➤ **Capítulo III: Materiales y Métodos**

Contiene la metodología, caracterización y descripción de las propiedades de los materiales, procedimientos, métodos y técnicas empleadas.

➤ **Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados**

Se realiza la presentación de los resultados obtenidos del capítulo anterior, describiéndolos, explicándolo y comparándolos.

➤ **Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones**

Establece las conclusiones en función a los objetivos planteados y las recomendaciones con la finalidad de seguir ampliando los aspectos que ya no fueron abarcados en la presente tesis.

➤ **Referencias Bibliográficas**

Mencionan la fuente utilizada.

➤ **Apéndice y Anexos**

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. Antecedentes internacionales

Santiago Amaya Alarcón y Miguel Ángel Ramírez Zapata (2019), realizaron la investigación “Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras” concluyen que las muestras de concreto reforzadas con macro fibras, en general, presentaron buenas características mecánicas en el concreto, ya sea a flexión como a compresión, en donde en la mayoría de los casos la tendencia fue aumentar la resistencia y que se disminuyera el problema de fisuramiento.

Tatiana Alejandra Urgiles Sarmiento (2018), realizó la investigación “Incidencia de la Adición de Fibras de Acero en el Hormigón Empleado para Pavimentos Rígidos”, donde el presente estudio se fundamenta en una comparación de las propiedades mecánicas en estado fresco y endurecido del hormigón simple y el hormigón reforzado con fibra de acero en porcentajes de 0.5%, 1,0% y 1.5%. De donde se obtuvo como resultados de los ensayos del comportamiento a compresión a los 7,14 y 28 días en probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, en donde se estimó que con la adición de 0.5 % de fibra de acero a la mezcla del hormigón se obtuvo un incremento del 17.5% para cementos Guapán Tipo IP y del 28% para cemento Holcim Tipo GU del valor de la resistencia a compresión del hormigón simple.

Diana Desire Robalino Cabrera & Cristopher Bolivar López Chipre (2018) “Determinación de cantidad óptima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento portland de MR= 4,5 MPA, para losas de Pavimentos Rígidos”, donde el estudio se enfoca en el hormigón aplicado en losas pavimentos rígidos con módulo de rotura de 4,5 MPA con adición de fibras de acero; el cual ha ganado gran acogida en otros países por su gran desempeño ante solicitaciones cada vez más críticas. Para considerar las características tanto del hormigón como de las fibras se basará en los lineamientos de las normas nacionales MTOP 2002, NEVI 12, INEN e internacionales ASTM, ACI. La fase experimental comprende la caracterización de los componentes usados en el HRFA, para así establecer la dosificación idónea del hormigón sin fibras y con fibras (5 kg/m³, 10 kg/m³, 20 kg/m³, 30 kg/m³ y 40 kg/m³) que cumplan los parámetros establecidos en la norma ACI-544, con resistencia a la compresión de $f'_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia a la flexión MR=4,5 MPa. De donde se concluye que la cantidad de adición de fibras de acero optima es de 20 kg/m³, para losas de pavimentos con MR= 4.5 MPa y la relación entre el esfuerzo a compresión y el esfuerzo de flexión está

entre el rango del 8 % al 10%, cabe indicar que, según el ACI, la relación del hormigón convencional está entre 10% al 15%.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Joel Polo Honorio & Jhonatan Risco Carranza (2018), realizaron una investigación sobre la “Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo 2018” Se concluye que el concreto con fibra de acero en sus dos proporciones (adición del 1.5% y 2.0%) en estado endurecido alcanza una mejor resistencia y durabilidad que el concreto simple. Después de haber obtenido los diferentes resultados de resistencia a la compresión, resistencia a la flexotracción y para el cálculo del módulo de elasticidad, se concluye que el mejor porcentaje de adición de fibras al concreto es de 1.5% haciendo un total de 35.768 Kg por metro cuadrado.

Sarita Beatriz Deledesma Carrera (2019) “Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero, Ancash - 2019” La presente investigación se realizó con dos materiales, de tipo comercial y reciclado que se sustituyeron parcialmente con el agregado fino en las mezclas de concreto. Se adquirió las fibras de acero (comercial) y se recolectó las virutas de acero resultantes de trabajos con acero de los tornos, las mismas que fueron tamizadas evitando la presencia de impurezas que perjudiquen al concreto. Se realizó el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mediante el método ACI 211, se elaboraron 45 probetas cilíndricas de concreto: 9 probetas de concreto patrón, 18 de concreto con sustitución al 4% y 6% por fibras de acero y 18 de concreto con sustitución al 4% y 6% por virutas de acero. Las cuales se comprobaron las resistencias a compresión a las edades de 7, 14 y 28 días. Concluyendo que, la resistencia a compresión máxima a los 28 días de edad con la sustitución por fibras de acero al 4% da una resistencia promedio de 244 kg/cm^2 con un aumento de 16%, la cual es mayor en comparación a la resistencia del concreto patrón, con sustitución por virutas de acero al 6% dando una resistencia promedio de 239 kg/cm^2 con un aumento del 14%, demostrando de esta manera que sustituyendo parcialmente el agregado fino por fibras y virutas de acero mejora la resistencia de un concreto normal.

Percy David Yataco Vera (2022) “Evaluación de las Propiedades del Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con la Adición de Fibras Metálicas en Lima -Lima -San Martín de Porres, 2022” La presente investigación tiene como objetivo evaluar la influencia de las fibras metálicas en las propiedades del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$. Se realizó el diseño de la mezcla para un concreto patrón y modificado adicionando 1% y 3% de fibras metálicas en función al peso del cemento,

se obtuvo como resultado que, mayor incremento de fibras metálicas, disminuye la consistencia en 42.86% y exudación en 14.04%, mientras que el contenido de aire aumenta 26.66%, del mismo modo la resistencia a compresión incrementa en 12.77%. Por otro lado, también aumentan la resistencia a tracción y flexión en 10.66% y 23.21%. Por lo tanto, se concluye que las fibras metálicas Z 80/60 mejoran las propiedades mecánicas del concreto, sin embargo, disminuye la consistencia del concreto necesitando de aditivo plastificante, a su vez conforme aumenta el contenido de aire este repercute en la trabajabilidad del concreto, mientras que la exudación disminuye el concreto tiene mejor cohesividad y favorece a la resistencia.

2.1.3. Antecedentes locales

Yacori Lizbeth Coronel Sandoval & Jorvis Rossi Risco García (2022) “Adición de fibras de acero en la resistencia del concreto utilizado en la construcción de viviendas en la ciudad de Jaén, 2022” Este trabajo de investigación se realizó en la ciudad de Jaén, Cajamarca, y determino la influencia de la adición de fibras de acero por una cantidad de cemento para evaluar la resistencia del concreto. Se utilizo el diseño experimental, siendo el muestreo de manera no probabilística, por juicios de expertos, utilizando técnicas de observación directa para la recolección de datos. De donde se obtiene que, las muestras del concreto que analizaron mediante pruebas de resistencia a compresión, normales y con fibras de acero. Después de 28 días de curado, la muestra patrón logro $f'c=217.1$ kg/cm², y con 1.5% de fibras se obtuvo $f'c=267.1$ kg/cm², 23.03% superior a la muestra patrón. Como conclusión se determinó que la proporción de fibra de acero para incrementar la resistencia a compresión del concreto es de 1.5%, por lo tanto, se indica que las fibras de acero son componentes que mejoran las propiedades del concreto.

2.2.BASES TEÓRICAS

2.2.1. Concreto y sus propiedades

➤ Definición del concreto

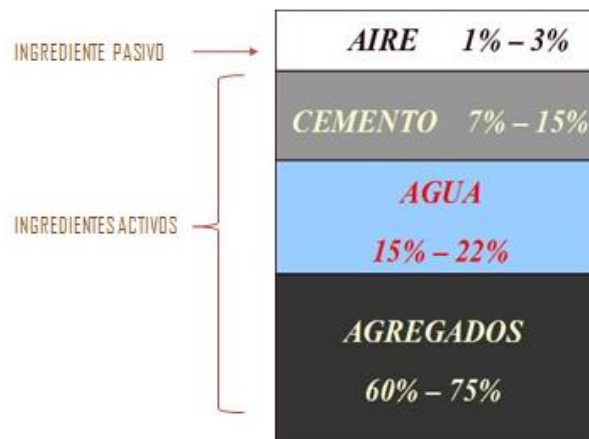
El concreto se compone de cemento Portland hidráulico, agregados, agua y, en ocasiones, aditivos. Cuando esta mezcla se endurece, se transforma en una estructura sólida similar a una piedra artificial. Con el paso del tiempo, adquiere la capacidad de resistir considerables esfuerzos de compresión. Yataco (2022).

El concreto convencional se somete a una serie de criterios que deben satisfacerse como la trabajabilidad, consistencia, resistencia, durabilidad y eficiencia económica. Es importante destacar que estas propiedades no son independientes, sino

que están intrínsecamente interconectadas. Su logro depende en gran medida de factores clave, como la relación agua-cemento, la calidad de los agregados y su proporción, así como el adecuado proceso de curado. (Deledesma ,2019).

La principal restricción a la variedad de usos que se pueden aplicar al objeto concreto es la falta de conocimiento de algunos de los elementos ya mencionados, así como de la relevancia de cada uno de ellos según el uso que se le quiere dar. Es necesario realizar investigaciones y mejoras constantes para aprovechar al máximo el potencial del concreto como material para el ingeniero.

Figura 1. Proporciones típicas en volumen absoluto de los componentes



Fuente: García (2021).

➤ Propiedades del concreto fresco

Trabajabilidad

La trabajabilidad del concreto se refiere a la facilidad con la que una mezcla de concreto fresco puede ser manejada, transportada, colada y compactada sin separación excesiva de los componentes, sin segregación y con la suficiente homogeneidad para garantizar un resultado final de alta calidad en la construcción. ACI (Instituto Americano del Concreto, 2018).

Consistencia

Se denomina que consistencia a la mayor o menor facilidad que tiene el hormigón fresco para deformarse o adaptarse a una forma específica. (Risco, 2018).

➤ Propiedades del concreto endurecido

Se clasifica al concreto endurecido de la siguiente manera:

Características físico-químicas

a. Impermeabilidad.

El concreto es un sistema poroso y nunca va a ser totalmente impermeable. Se entiende por permeabilidad como la capacidad que tiene un material de dejar pasar a través de sus poros un fluido. (Urgiles, 2018)

b. Durabilidad.

Depende de los agentes agresivos, que pueden ser mecánicos, químicos o físicos.

Características mecánicas

a. Resistencia a compresión.

La resistencia a la compresión del concreto normalmente se la cuantifica a los 28 días de vaciado el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a 28 días. ACI (Instituto Americano del Concreto, 2018).

La resistencia del concreto se mide tomando muestras cilíndricas estandarizadas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura y sometidas a cargas incrementales relativamente rápidas hasta que se rompen.

b. Resistencia a flexión

Su valor suele ser el 10 % de la resistencia en compresión del concreto de un f_c específico, lo que nos ayuda a diseñar estructuras que serán cargadas, por lo que es crucial conocer su valor.

2.2.2. Cemento

El XVIII Congreso Internacional de la construcción y EXPOCXON (ICG, 2019) define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad, por adición de una cantidad conveniente de agua, de formar una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables.

2.2.3. Agregados

En las obras civiles, los agregados son cruciales para la economía, la durabilidad y la estabilidad debido a su gran volumen. Por ejemplo, el volumen de agregados es del 65 al 85 % en el concreto hidráulico, del 92 al 96 % en el concreto asfáltico y del 75 al 90 % en los pavimentos. (Rivera, 2020)

2.2.4. El agua en el concreto

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. (Urgiles, 2018)

2.2.5. Fibras metálicas

Secciones discretas de metal que tienen una relación de aspecto (relación entre la longitud y el diámetro) que va desde 20 hasta 100. Estas fibras son de acero (en general de bajo contenido de carbón).

Para esta investigación se utilizó fibras metálicas que se producen en un torno de la ciudad de Jaén, específicamente del TORNO EL BRONCO, ubicado en la calle Universidad Cuadra N°01, este torno produce 20 kg de fibra al día, teniendo en cuenta que solamente en Jaén existen alrededor de 20 tornos, más que suficientes para llevar a cabo esta investigación.

2.2.6. Incorporación de las fibras de acero al concreto

“Las fibras se adicionan al concreto normalmente en bajos volúmenes y han mostrado eficiencia en el control de la fisuración por contracción. Las fibras no alteran considerablemente la contracción libre de concreto y, si son empleadas en cantidades adecuadas, pueden aumentar la resistencia al agrietamiento y disminuir la abertura de las fisuras”. (Silva, 2016).

Los volúmenes de fibra utilizados en el concreto varían normalmente del 0.25% al 2% del peso total del concreto. Utilizar mayores cantidades compromete la trabajabilidad y la dispersión de las fibras; para ello, se debe realizar un diseño de mezcla de concreto, además las fibras de acero influyen en las propiedades mecánicas del concreto. (Urgiles, 2018)

Para garantizar la distribución homogénea de las fibras (en la dosificación determinada) es necesario estar atento a algunos cuidados, simples pero que exigen la observación de algunos criterios, que se detallan a continuación:

- El proceso de incorporación puede ser realizado manualmente o de forma mecanizada, utilizándose dosificadores apropiados.
- La incorporación de las fibras puede ocurrir simultáneamente con los agregados, en el inicio o después de la adición del cemento (final de la mezcla).

- Nunca se deben agregar las fibras como primer componente de la mezcla, ya que se corre el riesgo de perjudicar la homogeneidad del concreto (factor fundamental en la evaluación del desempeño).
- Durante la inserción manual, las fibras pueden ser agregadas directamente en la tolva (cuando es realizado el procedimiento en planta), o en la tolva del camión concretero (cuando la adición es hecha en la obra). En ambos casos, necesitan un control de la velocidad de mezcla, generalmente en torno a 20kg/min. En la incorporación mecánica, esta velocidad es automáticamente regulada por los equipos especialmente desarrollados para esta utilización.
- Durante la incorporación mecanizada de la fibra, se tiene que más allá de controlar la velocidad de inserción, también dispersan y transportan las fibras hasta la entrada de la concretera. También es importante para ambos procesos que, durante la inserción, el “mixer” esté trabajando en su velocidad media y después de completada la inserción de las fibras, la mezcla del hormigón reforzado se mantenga en alta rotación, por lo menos cinco minutos, a fin de garantizar una mezcla homogénea.

2.2.7. Características principales de las fibras

Las fibras brindan muchos beneficios al concreto y se incorporan directamente al concreto, como si se tratara de un agregado o aditivo más. Algunos beneficios que obtenemos con la adición de las fibras de acero al concreto son: (Deledesma, 2019)

- Ductilidad
- Resistencia a la fatiga
- Resistencia al corte
- Resistencia al impacto.
- Reducción de la fisuración por retracción.

2.2.8. Concreto con virutas de acero

En investigaciones realizadas a cabo en Colombia, se implementó la incorporación de viruta de acero en la mezcla de concreto como un método para mejorar su resistencia a la compresión. A lo largo de estos estudios, se realizaron a cabo pruebas utilizando diversas proporciones de viruta en relación al agregado fino, un porcentaje compartidos que variaban desde el 8% hasta el 20%. Estas investigaciones comprendieron la evaluación de muestras que no contenían viruta, sirviendo como muestras de referencia, y muestras que incorporaban diferentes niveles de viruta. Los resultados indicaron que el incremento más significativo en la

resistencia a la compresión se logró cuando se usó una proporción del 10% de viruta en la mezcla. En esta configuración, se observará un aumento impresionante del 62% en la resistencia con respecto a las muestras de referencia. (Deledesma, 2019).

Viruta de acero

Son desechos dejados por los tornos al trabajar con el acero, un residuo sólido de procesos industrializados elaborados con acero. Su tamaño se encuentra distribuido en gran porcentaje entre el tamiz N°4 y N°100. Es un material dúctil y maleable debido a que presenta características físicas muy similares al acero fundido y a las fibras de acero comerciales.

Estas piezas suelen ser resultado del uso de cepillos u otras herramientas, como brocas. A menudo, se asocian con subproductos de las industrias madereras o metalúrgicas, pero es importante destacar que tienen una serie de aplicaciones diversas más allá de su origen como residuos de la producción industrial. (Gutiérrez, 2017).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Concreto:** Se define el concreto como un resultante de la mezcla de un cemento, arena, grava o piedra triturada y agua, ya que al fraguar y endurecer toma una resistencia similar a las piedras naturales, y que se puede realizar con o sin aditivos, (NTP 339.047, 2021).
- **Resistencia a la Compresión:** La resistencia a la compresión del concreto, como su nombre lo dice, es la capacidad del concreto a resistir un fenómeno de aplastamiento que se ve comúnmente en todos los materiales que se utilizan para la elaboración de estructuras de todo tipo. El ensayo de compresión de cilindros brinda información de las propiedades mecánicas del material y de su comportamiento de forma detallada ante cargas estáticas o cargas que ascienden gradualmente en el tiempo. También, se analiza ante cargas dinámicas, pero sucede que a veces es más probable una carga sostenida en el tiempo que una carga sísmica o dinámica en su defecto, de todas formas, ese es otro ensayo. Sin embargo, no se puede despreciar la característica de cómo se comportaría el concreto ante fuerzas sísmicas partiendo de cómo se comporta ante cargas estáticas (De la Puente, 2022).
- **Fibras Metálicas:** Las fibras de acero se definen como pequeños pedazos discontinuos de acero. Son elementos con la característica que presentan una dimensión predominante respecto a las demás, cuya superficie puede ser lisa o labrada para conseguir una mayor adherencia a la matriz cementante en caso de hormigones reforzados con fibras (Silva, 2021).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

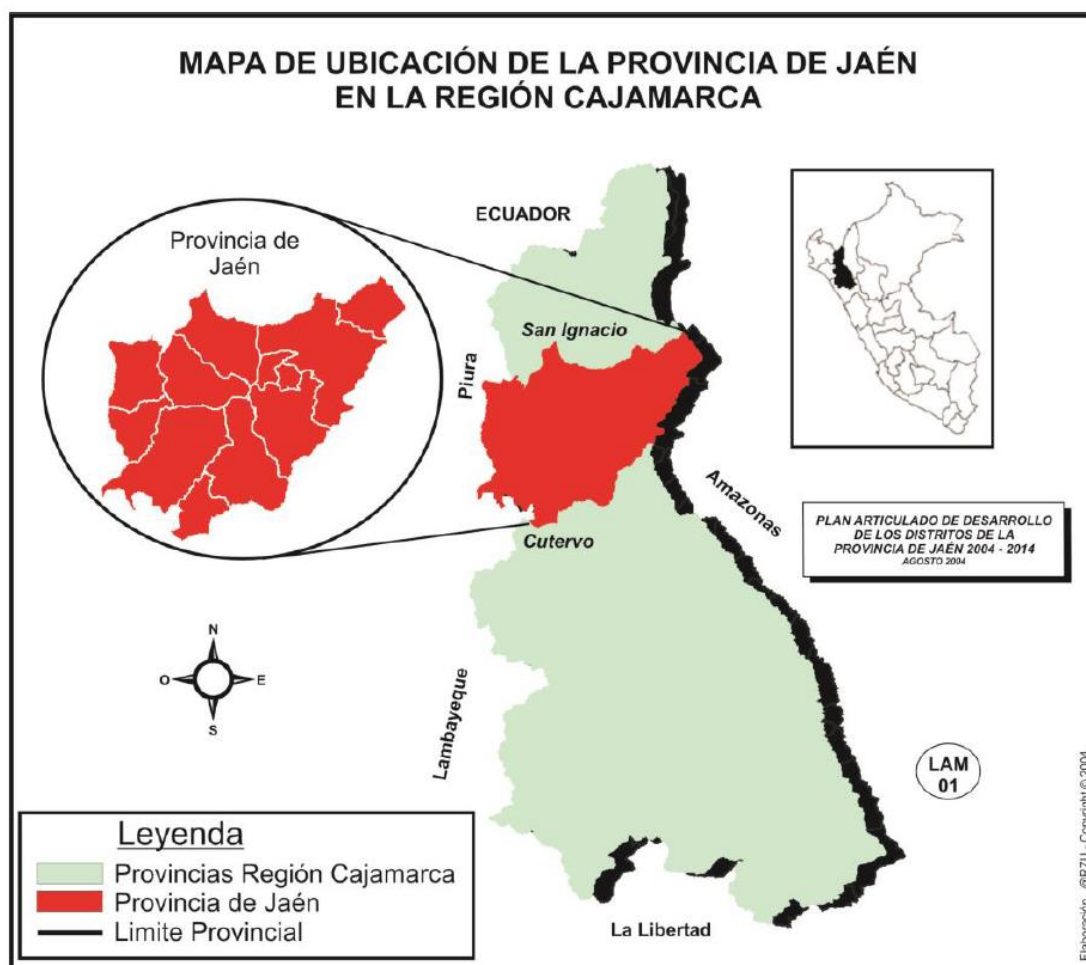
Ubicación del Proyecto de Investigación

La presente investigación se realizó en el distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

COORDENADAS UTM	
NORTE	9368690
ESTE	742788
ZONA	17 M

COORDENADAS GEOGRAFICAS	
LATITUD	5°42.4374' S
LONGITUD	78°48.471' O

Figura 2. Mapa de Ubicación de la Provincia de Jaén en la Región
Cajamarca.



Ubicación de la Cantera de Estudio

Se utilizó agregados de cantera de río, Cantera “ARENERA JAÉN”, ubicada en el KM N° 8 de la carretera Jaén – San Ignacio, en el departamento de Cajamarca. Sus coordenadas UTM son 749591.76 m Este, 9374663.54 m Norte, y una altitud de 539 m.s.n.m.

Figura 3. Fotografía satelital de la ubicación de la planta de chancado.



Fuente: Google Maps - 2014.

3.2. TIEMPO EN QUE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló en octubre del 2022 a mayo del 2023; un periodo de tiempo de ocho meses, incluidos ensayos e informes.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Población de estudio:

La población son las probetas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² convencional y probetas de concreto de $f'c=210$ kg/cm² reforzado con fibras metálicas en porcentajes de 2%, 4% y 6%.

Muestra:

La muestra fue evaluada a 7, 14 y 28 días respectivamente con 10 probetas de concreto con un porcentaje de 2% de adición de fibras metálicas, 5 probetas de concreto con un porcentaje de 4% y 6% de adición de fibras metálicas y 10 probetas de concreto estándar de $f'c = 210$ kg/cm² con las mismas edades. En base a referencia de otras investigaciones la adición de fibras metálicas al 2% obtienen mejores resultados de resistencia a la compresión, por ende, se consideró una mayor cantidad de pruebas para este caso.

Tabla 1. *Número de muestras totales evaluadas.*

MUESTRA (Concreto convencional)		
F'c (KG/CM2)	EDAD (Días)	CANTIDAD
210	7	10
	14	10
	28	10
TOTAL		30
MUESTRA (Concreto con adición de fibras metálicas)		
PORCENTAJE (%)	EDAD (Días)	CANTIDAD
2	7	10
	14	10
	28	10
4	7	5
	14	5
	28	5
6	7	5
	14	5
	28	5
TOTAL		60

➤ **CALCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

- Elige el nivel de confianza, que es el grado de certeza (o probabilidad) expresado en porcentaje con el que se pretende realizar la estimación de un parámetro a través de un estadístico muestral. El nivel de confianza más efectivo y utilizado es 95%, para este caso se utilizó un nivel de confianza de 95%
- Selecciona el margen de error, un indicador de la fiabilidad del estudio y de la exactitud de tus resultados. Se expresa como un porcentaje que te indicará que los resultados obtenidos están dentro de más o menos este porcentaje de los valores presentados. Para este caso se utilizó 5%.
- En las investigaciones es común optar por la opción de máxima variabilidad, esto cuando no existen antecedentes sobre la investigación realizada. Para estos casos se establece un valor estándar de $p=q=0.5$ o 50%.

Para calcular el tamaño de la muestra cuando es finita se aplica la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * P(1 - P)}{e^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra; lo que se desea calcular.

Z = Nivel de confianza = 95%

$P = \text{Población de estudio} = 0.5$

$e = \text{Margen de error} = 5\%$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra es 90.25

3.4.METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación es aplicada porque se utilizó aportes e información de diversas investigaciones acerca de la resistencia del concreto y sus posibles materias aditivas abarcando ampliamente el estudio de su porcentaje de adición de fibras metálicas y la resistencia a la compresión del concreto, para ser complementado y sistematizado organizadamente con el conocimiento en la realidad delimitada mediante los resultados obtenidos y puedan servir para el desarrollo y aplicación del concreto.

Esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo porque se realiza la toma de datos en base a una medición numérica para probar la hipótesis según las características de la relación entre el porcentaje de adición de fibras metálicas y la resistencia a la compresión del concreto.

La investigación fue de nivel descriptivo porque compara la variación de la resistencia a la compresión del concreto elaborado en condiciones normales respecto con la mezcla de la materia aditiva de las fibras metálicas para la aplicación del concreto a la resistencia $f'c=210$ kg/cm².

La investigación corresponde a un diseño experimental del caso diseño en bloque completo al azar, porque mediante la aplicación del método de la experimentación y de la observación se comparó grupos de estudio realizando el control y manipulación de la variable independiente en base al diseño de mezcla del concreto sustituyendo el volumen por fibras de acero en 2%, 4% y 6% respectivamente, buscando resultados de acuerdo al ensayo de concreto en estado endurecido, evaluando la resistencia a la compresión.

3.5.DEFINICIÓN DE VARIABLES

Variable independiente:

Adición de fibras metálicas.

Variable dependiente:

Resistencia a la compresión del concreto.

3.6. CANTERA DE ESTUDIO

La Cantera de estudio para esta investigación fue la Cantera Arenera Jaén, donde extraen agregados de todo tipo para construcción; de la quebrada Amojú, ubicada en el KM 8 de la carretera Jaén – San Ignacio.

3.6.1. Extracción de agregados de la cantera

Los agregados objeto de estudio se ubican de manera dispersa a lo largo del Río Amojú, en un área de explotación de cantera de alrededor de dos mil quinientos metros cuadrados (2500 m²), con una potencia de explotación de alrededor de dos metros con cincuenta centímetros (2.5 m). Los materiales son extraídos del río Amojú con maquinaria pesada, que consta de tres cargadores frontales de tres metros cúbicos (3 m³) y una excavadora. Luego, los materiales son transportados a la zona de proceso, donde son lavados, reducidos a través de trituración y tamizados para su futura venta.

El material es triturado y separado mecánicamente a través de la máquina aquí se hace una clasificación en TMN de 1/2", 3/4" y 1" para su posterior despacho.

3.7. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS PARA EL CONCRETO

3.7.1. Estudio de las características físicas y mecánicas de los agregados para el concreto

Los agregados representan cerca del 60% del volumen del concreto, por lo que la determinación de sus propiedades y características es crucial para obtener un concreto de alta calidad. La resistencia, la trabajabilidad, la durabilidad y el comportamiento estructural de los elementos estructurales construidos con estos materiales dependen de las características de los agregados.

Para obtener concretos de calidad adecuada, es esencial investigar las propiedades físico-mecánicas de los agregados al diseñar mezclas de concreto. Para determinar las propiedades de los agregados, los parámetros establecidos en la NTP 400.037.

3.7.2. Extracción y preparación de muestras para ensayos

Los procedimientos de muestreo descritos en la NTP 400.010-2020 se utilizaron para obtener los agregados finos y gruesos del estudio, en concordancia con la Norma ASTM D75, que describe cómo obtener agregados almacenados en pilas.

3.7.3. Obtención de la muestra desde pilas de acopio o unidades de transporte

Se toman muestras de agregado grueso o mezcla gruesa y fina de las reservas de las

unidades de transporte si es posible evitar. Estas muestras se toman principalmente para determinar las propiedades del agregado que pueden depender de su granulometría.

El número de muestras necesarias para representar lotes o sub-lotes de medidas particulares se determinó en el plan de muestreo.

Previo al muestreo, identifique cada unidad de la que se obtuvo la muestra de campo. El número de muestras de producción debe ser mínima 03 para otorgar la confianza deseada en los resultados de los ensayos.

Las muestras de campo mencionadas son tentativas. Para el tipo y cantidad de ensayos a los cuales el material se someterá, las masas deben ser previstas y obtener material suficiente para ejecutarlos adecuadamente. Las NTPs cubren la norma de aceptación y los ensayos de control, que especifican la porción de muestra de campo requerida para cada ensayo. En general, las cantidades que se muestran en la Tabla 1 proporcionan material adecuado para análisis granulométrico y pruebas de calidad rutinarias. Se extraen muestras del campo de acuerdo con el método de ensayo normalizado de ASTM C 702.

Tabla 2. *Porción de la muestra de campo requerida para los ensayos de laboratorio*

Tamaño del agregado	Masa de la muestra de campo, mín. Kg (lbs)	Muestra de campo Volumen mín. L (Gal)
Agregado Fino		
2.36 mm [N° 8]	10 [22]	8 [2]
4.75 mm [N° 4]	10 [22]	8 [2]
Agregado Grueso		
09.5 mm [3/8 in.]	10 [22]	8 [2]
12.5 mm [1/2 in.]	15 [35]	12 [3]
19.0 mm [3/4 in.]	25 [55]	20 [5]
25.0 mm [1 in.]	50 [110]	40 [10]
37.5 mm [1 1/2 in.]	75 [165]	60 [15]
50.0 mm [2 in.]	110 [220]	80 [21]
63.0 mm [2 1/2 in.]	125 [275]	100 [26]
75.0 mm [3 in.]	150 [330]	120 [32]
90.0 mm [3 1/2 in.]	175 [385]	140 [37]

Fuente: NTP 400.010-2020

Procedimiento: Teniendo en cuenta lo antes mencionado se procedió a realizar la extracción de los materiales bajo lo siguiente:

- Para agregado grueso, se tomó la muestra en tres lugares, de la parte superior de la pila, del punto medio, y del fondo.
- Para agregado fino, se tomó la muestra que se encuentra bajo el material superficial, en tres lugares aleatorios.

De esta manera, los agregados fueron recolectados en costales de plástico, que luego fueron transportados a las instalaciones del Laboratorio de Suelos.

3.7.4. Reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo

Las muestras de agregados deben ser adecuados para cada tipo de prueba, éstas han sido reducidas a tamaños adecuados para ser ensayadas utilizando para ello lo descrito en la norma NTP 400.043 o su equivalente la Norma ASTM C 702.

Todas las muestras para la realización de los ensayos fueron obtenidas por los procedimientos descritos a continuación.

Procedimiento: Primero se colocó el material resultante del ensayo sobre una superficie libre de impurezas que podrían contaminarlo, luego se batió el material con una palana tres veces para formar un pequeño montículo. Después, se esparció el agregado de forma circular y se dividió en cuatro partes simétricas, se tomaron las dos mitades opuestas y se repitió el ensayo hasta obtener las muestras con los pesos aproximados necesarios para cavar.

3.7.5. Granulometría

3.9.5.1. Materiales más finos que pasan por el tamiz N° 200: Los agregados cumplen lo establecido por la norma NTP 400.037-2021 o la ASTM C33, también lo descrito en la NTP 400.018-2020, para ello se obtuvo una muestra del tamaño apropiado según la siguiente tabla:

Tabla 3. *Cantidad mínima de muestra para partículas menores al tamiz N° 200*

Tamaño máximo nominal del agregado	Cantidad mínima, g
4.75 mm (N° 4) o más pequeño	300
Mayor que 4.75 mm (N° 4) a 9.5 mm (3/8 pulg)	1000
Mayor que 9.5 mm (3/8 pulg) a 19 mm (3/4 pulg)	2500
Mayor a 19 mm (3/4 pulg)	5000

Fuente: NTP 400.018-2020

Procedimiento: Se secó la muestra de ensayo a peso constante a una temperatura de 110

°C, se determinó la cantidad con una aproximación al 0.1% de la masa de la muestra de ensayo.

Después de secar y pesar la masa, la muestra de ensayo se colocó en un recipiente y se agregó agua suficiente para cubrirla. Se agitaba fuertemente la muestra para separar todas las partículas más finas del tamiz normalizado de 75 µm (No 200) de las partículas gruesas. Luego, se llevó el material fino a la suspensión. El agua de lavado con los sólidos suspendidos y disueltos se vertió inmediatamente sobre los tamices, con el tamiz más grueso en la parte superior.

Con una manguera, se agregó una segunda carga de agua a la muestra en el recipiente y se movió y decantó como antes. Se repitió esta operación hasta que el agua de lavado se volvió transparente.

Todo el material retenido sobre los tamices se regresó con agua. Se calculó la masa del agregado lavado con aproximadamente el 0.1 % de la masa original de la muestra y se secó a peso constante a 110 °C.

Cálculo: Se calculó la cantidad de material que pasa el tamiz normalizado de 75 µm (Nº 200) por vía húmeda tal como sigue:

$$A = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

Dónde:

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado de µm (Nº 200) por vía húmeda.

P1 = Masa seca de la muestra original, g

P2 = Masa seca de la muestra luego del lavado, g

3.9.5.2. Granulometría del agregado grueso: El agregado grueso debe tener una granulometría comprendida dentro de los límites indicados en las Normas NTP 400.037 o la ASTM C33.

Tabla 4. *Requisitos granulométricos del agregado grueso*

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (⅜ pulg)	4.75 mm (Nº 4)	2.36 mm (Nº 8)	1.18 mm (Nº 16)	300 µm (Nº 50)
1	90 mm. a 37.5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 15	...	...	...	...	...
2	63 mm. a 37.5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm. a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm. a 4.75 mm (2 pulg a Nº 4)	...	...	...	100	90 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 mm. a 4.75 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 mm. a 4.75 mm (1 ½ pulg a Nº 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25 mm. a 12.5 mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25 mm. a 9.5 mm (1 pulg a ⅜ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 mm. a 4.75 mm (1 pulg a Nº 4)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19.0 mm. a 9.5 mm (¾ pulg a ⅜ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	0 a 5	...	...
67	19.0 mm. a 4.75 mm (¾ pulg a Nº 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 mm. a 4.75 mm (½ pulg a Nº 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 mm. a 2.36 mm (⅜ pulg a Nº 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	9.5 mm. a 1.18 mm (⅜ pulg a Nº 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9	4.75 mm. a 1.18 mm (Nº 4 a Nº 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Fuente: NTP 400.037-2021

- Se permite el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes que aseguren que el material producirá hormigón (concreto) de la calidad requerida.

3.9.5.3. Granulometría del agregado fino: La granulometría del agregado fino debe estar dentro de los límites establecidos por las Normas NTP 400.037 o ASTM C33. Se preferirá una granulometría continua y uniforme, con valores retenidos en las mallas N°4 a N°100. Se recomienda incluir los siguientes límites.

Tabla 5. *Requisitos granulométricos del agregado fino*

Tamiz	Porcentaje que Pasa
9.5 mm (3/8 pulg.)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	10 a 30
150 µm (N° 100)	2 a 10
75 µm (N° 200)	0 a 3,0 ^{A,B}

Fuente: NTP 400.037-2021

A: Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75 µm (No. 200) debe ser máximo 5 %. **B:** Para agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75 µm (No. 200) consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser 5 % para concreto sujeto a abrasión y máximo 7 % para concreto no sujeto a abrasión.

- Concretos elaborados con agregado fino con deficiencias en los tamices 300 µm (No. 50) y 150 µm (N°100) algunas veces presentan dificultades en la trabajabilidad, bombeo o excesiva exudación. La deficiencia de finos puede ser subsanada con adición de cemento o de aditivos minerales aprobado. El módulo de fineza recomendable está entre 2.3 y 3.1.

3.9.5.4. Análisis granulométrico de los agregados: El método utilizado para determinar la granulometría del agregado fino y grueso fue el de Cribado, este método se utiliza para determinar la distribución aproximada de las partículas de los agregados. Para desarrollar el ensayo se debe reducir las muestras hasta tamaños apropiados para la prueba. Los procedimientos estos son descritos en la norma NTP 400.012-2021, también en la ASTM C 136.

➤ **Procedimiento:** El procedimiento es como sigue:

- a) Se seca la muestra a peso constante a una temperatura de 110 °C.

b) Se selecciona tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. Se encaja los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y se coloca la muestra en partes sobre el tamiz superior. Se debe agitar los tamices manualmente.

3.9.5.5. Tamaño máximo del agregado grueso: Según la NTP 400.037 el tamaño máximo es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso.

El tamaño máximo del agregado grueso puede ser el mismo con granulometrías muy diferentes. Es importante tenerlo en cuenta al seleccionar el agregado, su granulometría y las proporciones de la mezcla.

3.9.5.6. Tamaño máximo nominal del agregado grueso: Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, según la NTP 400.037. El tamaño máximo nominal del agregado, según la NTP 400.010, es igual a un tamaño mayor que el primer tamiz que retiene más del 15% del agregado.

3.9.5.7. Módulo de fineza: Este módulo es generalmente determinado para el agregado fino, sin embargo, en algunas metodologías de diseño de mezclas es necesario obtener el módulo de fineza del agregado grueso.

Los agregados con un módulo de fineza bajo indican una preponderancia de las partículas más finas con un área superficial total muy alta, que requerirá pasta para cubrir.

Un módulo de fineza determinado se puede obtener de una amplia gama de granulometrías de agregados finos o gruesos, o de una combinación de ambos. Esta es la principal desventaja de usar este factor como un índice de control de uniformidad de materiales.

➤ **Cálculo:**

Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas de 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; y N° 100, divididas entre 100.

3.7.6. Densidad relativa y absorción

El objetivo de este ensayo es determinar la densidad promedio de las partículas de agregado grueso y fino (no incluidos los orificios entre las partículas), la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción.

3.9.6.1. Determinación de la gravedad específica y absorción del agregado grueso: Este ensayo se desarrolló utilizando el método establecido en la NTP 400.021 en línea con la ASTM C 127.

➤ **Procedimiento:** El procedimiento es como sigue:

a) Se secó la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de 110 °C, se enfrió a temperatura ambiente durante 3 h. Se sumergió el agregado en agua por un periodo de 24 h.

b) Se retira la muestra del agua y se seca la superficie con una franela, teniendo cuidado en no evaporar el agua, se determina su masa al aire.

c) Después de la determinación de la masa en aire, se coloca inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y se determina su masa aparente en agua luego de 3 horas de sumersión.

d) Se seca la muestra de ensayo en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de 110 °C, se enfría en aire a temperatura ambiente durante 3 h, hasta que el agregado se volvió manipulable y se determina su masa.

Cálculos:

a) Gravedad Específica

• **Gravedad específica en estado seco al horno** Calcular la gravedad específica en base al agregado secado al horno de la manera siguiente:

$$\text{Gravedad Específica en Estado Seco al Horno} = \frac{A}{(B - C)}$$

En dónde:

A = masa de la muestra secada al horno en el aire, g

B = masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca al aire, g, y

C = masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g

• **Gravedad específica en estado saturado superficialmente seco:** Calcular la gravedad

específica sobre la base del agregado de superficie seca saturada, de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica en Estado Saturado Superficialmente Seco} = \frac{B}{(B - C)}$$

- **Gravedad específica aparente:** Gravedad específica aparente, de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{(A - C)}$$

- b) **Absorción:** Calcular el porcentaje de absorción, de la siguiente manera:

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{(B - A)}{A} \right] \times 100$$

3.9.6.2. Determinación de la gravedad específica y absorción del agregado fino: El método empleado para el desarrollo de este ensayo es el establecido en la NTP 400.022 en correspondencia con la ASTM C 128.

➤ **Procedimiento:** El procedimiento es como sigue:

a) Se colocó la muestra de ensayo en un recipiente apropiado y se secó la muestra en una estufa hasta que se convirtiera en una masa constante a una temperatura de 110 °C. Luego, el agregado se enfrió hasta la temperatura de manipulación, se cubrió con agua y se dejó reposar por un día.

b) El exceso de agua se decanta con cuidado para evitar la pérdida de finos, se coloca en una superficie no absorbente con corriente de aire natural y se deja evaporar la humedad de la superficie cada 20 minutos.

c) **Prueba de humedad superficial:** El molde cónico se coloca sobre una superficie que no absorba. Se coloca una porción del agregado fino suelto parcialmente seco en el molde, llenándolo hasta el tope. Luego, sujeta el molde con los dedos que lo sostienen. El agregado fino se apisona en el molde con 25 golpes con la barra compactadora.

Cada golpe comienza en una altura de aproximadamente 5 mm sobre la superficie superior del agregado fino. permitir que la barra compactadora caiga libremente bajo la atracción gravitatoria de cada golpe Después de cada golpe, distribuyó los golpes sobre la superficie y ajustó la altura inicial de la nueva elevación. Se levanta el molde verticalmente después de

retirar la arena suelta de la base. Dado que el agregado fino mantuvo la forma moldeada, se verifica la presencia de humedad en la superficie. Después de tres intentos adicionales, se observa una leve caída del agregado fino moldeado, lo que indica que se ha alcanzado el estado de superficie seca.

d) El picnómetro se llena en parte con agua. Se debe introducir la muestra de agregado fino de condición saturada seca superficialmente en el picnómetro y agregar agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de la capacidad del recipiente. Se agita el picnómetro por 20 minutos, rodándolo e invirtiéndolo para eliminar las burbujas de aire visibles. Luego, se introduce papel para sacar la espuma que se formó en la parte superior debido al aire atrapado y se agrega agua hasta la línea de enrase.

e) Se determina la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.

f) Se retira el material del picnómetro y se lo lleva a una estufa por un lapso de 24 h, finalmente se lo deja enfriar por aproximadamente 1 ½ h y se pesa la muestra.

g) Se determina la masa del picnómetro lleno hasta la línea de enrase.

a) Densidad relativa (gravedad específica)

• **Gravedad específica en estado seco al horno:** Gravedad específica en base al agregado secado al horno, de la manera siguiente:

$$\text{Gravedad Específica en Estado Seco al Horno} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

En dónde:

A = masa de la muestra secada al horno, g

B = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g, y

C = masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración, g

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca, g

• **Gravedad específica en estado saturado superficialmente seco:** Calcular la gravedad específica sobre la base del agregado de superficie seca saturada, de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica en estado Sat. Superficialmente Seco} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

- **Gravedad específica aparente:** Calcular la gravedad específica aparente de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad Específica Aparente} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

- b) **Absorción:** Calcular el porcentaje de absorción, de la siguiente manera:

$$\text{Absorción \%} = \left[\frac{(S - A)}{A} \right] \times 100$$

3.7.7. Masa por unidad de volumen (densidad de masa)

El siguiente ensayo tiene por finalidad establecer la masa por unidad de volumen o densidad de masa de los agregados en condición suelto o compactado, y calcula los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación. Este método es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño máximo.

El método empleado para el desarrollo de este ensayo es el establecido en la NTP 400.017 en correspondencia con la ASTM C 29.

Tabla 6. *Capacidad de los recipientes para ensayo de densidad de masa*

Tamaño nominal máximo del agregado		Capacidad del recipiente	
mm	pulg	m ³ (l)	p ³
12.5	1/2	0.0028 (2.8)	1/10
25.0	1	0.0093 (9.3)	1/3
37.5	1 ½	0.0140 (14)	1/2
75	3	0.0280 (28)	1
100	4	0.0700 (70)	2 ½
125	5	0.1000 (100)	3 ½

Fuente: NTP 400.017-2020

➤ **Procedimiento:**

a) Determinación de la densidad del agua:

- i. Se llena el picnómetro hasta la línea de calibración.
- ii. Se determina la masa del picnómetro y agua con una exactitud de 0.01 kg
- iii. Se determina la masa del picnómetro con una exactitud de 0.01 kg

b) Calibración del recipiente:

- i. Se determina la masa del vidrio y recipiente con exactitud de 0.05 kg.
- ii. Se coloca una capa delgada de grasa sobre el borde del recipiente para prevenir la fuga del agua del recipiente.
- iii. Se llena el recipiente con agua a la temperatura ambiente y cubrirlo con la placa de vidrio de forma tal de eliminar las burbujas y el exceso de agua. Retirar cualquier molécula de agua que pueda tener sobre-fluidez al interior del recipiente o placa de vidrio.
- iv. Se determina la masa del vidrio, agua y recipiente con exactitud de 0.05 kg.
- v. Se calcula el volumen del recipiente, alternativamente, calcular el factor F del recipiente.

c) Procedimiento de apisonado:

- i. Se llena el recipiente a 1/3 del total y se niveló la superficie con los dedos. Se apisona la capa del agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Se llena el recipiente a los 2/3 del total y se repitió el proceso anterior, finalmente se llena el molde a sobre volumen y se apisona nuevamente de la forma indicada líneas arriba. Se nivela la superficie del agregado con los dedos y la varilla de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado aproximadamente quedó equilibrada con los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
- ii. En el apisonado de la primera capa, se procura no golpear el fondo del recipiente con fuerza con la varilla. En el apisonado de la segunda y tercera capas, se usa un esfuerzo vigoroso, pero no mayor del que pueda causar la penetración de la varilla a la capa previa del agregado.

iii. Se determina la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío y se registran los valores con exactitud de 0.05 kg.

d) Procedimiento para peso suelto

i. Se llena el recipiente hasta el reboce con un cucharón, descargando el agregado desde una altura aproximada de 50 mm encima del borde superior del mismo. Se nivela la superficie del agregado con la varilla de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

ii. Se determina la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío y se registraron los valores con exactitud de 0.05 kg.

Cálculos:

a) **Densidad del agua:** Calcular como sigue:

$$D = \frac{P_1 - P_2}{V}$$

Donde:

D = Densidad del agua para la temperatura trabajada, kg/m³

P₁ = Masa del picnómetro y agua, kg

P₂ = Masa del picnómetro, kg

V = Volumen del picnómetro hasta la línea de calibración, m³

b) **Volumen y factor del recipiente:** Calcular el volumen del recipiente como sigue:

$$V = \frac{(W-M)}{D} \quad F = \frac{D}{(W-M)}$$

Donde:

V = Volumen del recipiente, m³

F = Factor para el recipiente, l/m³

W = Masa del agua, placa de vidrio y recipiente, kg

M = Masa de placa de vidrio y recipiente, kg

D = Densidad del agua para la temperatura trabajada, kg/m³

c) **Densidad de masa:** Calcular la densidad de masa por los procedimientos de apisonado o

peso suelto como sigue.

$$PU = \frac{(G - T)}{V}$$

$$PU = (G - T) \times F$$

Donde:

PU = Densidad de masa del agregado, kg/m³

G = Masa del recipiente y agregado, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

F = Factor para el recipiente, l/m³

3.7.8. Desgaste o abrasión del agregado grueso

Este ensayo tiene por finalidad el cálculo del desgaste del agregado grueso, para ello y de acuerdo a la granulometría se empleará el método descrito en la NTP 400.019 o su equivalente la ASTM C 131.

Tabla 7. Muestra requerida para el ensayo de abrasión

Tamices		Peso de los tamaños indicados (gr.)			
Pasa	Retiene	A	B	C	D
1 ½"	1"	1250 ± 25	---	---	---
1"	¾"	1250 ± 25	---	---	---
¾"	½"	1250 ± 10	2500 ± 10	---	---
½"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10	---	---
3/8"	¼"	---	---	2500 ± 10	---
¼"	Nº 4	---	---	2500 ± 10	---
Nº 4	Nº 8	---	---	---	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: NTP 400.019-2020

➤ Procedimiento:

- a) Se lava el material librándolo de partículas menores al tamiz Nº 12
- b) Se seca el agregado por un lapso de 24h.
- c) Se selecciona la cantidad de material necesario según el tamaño del agregado grueso.
- d) Se procede a colocar el material seleccionado en la máquina de los ángeles con la carga abrasiva.

e) Luego de concluido el tiempo en que la máquina desgasta el material, se lo retira y lava, haciendo pasar las partículas por el tamiz N° 12.

f) Se seca el material retenido por el tamiz N° 12 durante 24 horas y se determina su masa.

Los cálculos se efectuarán como sigue:

$$\% \text{ Abrasión} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_1} \times 100$$

Donde:

P1 = Masa de la muestra antes del ensayo, kg

P2 = Masa de la muestra después del ensayo, kg

3.8.CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA METÁLICA

Fibras metálicas:

Las fibras metálicas, en este caso siendo la viruta de acero, se obtuvieron de un Torno, que lleva por nombre EL BRONCO, de la ciudad de Jaén ubicado en las intersecciones de la calle universidad y Av. Mesones Muro.

Las fibras metálicas, en este caso la viruta metálica, no están normalizadas para su uso en concreto, por lo que no existe una norma para determinar estos parámetros. Sin embargo, se adaptaron los procedimientos descritos por la NTP 400.021 y NTP 400.022.

3.9.EL CEMENTO UTILIZADO

El cemento portland tipo I de Cementos Pacasmayo S.A.A. se utilizó para la elaboración de las dosificaciones del estudio. Este cemento está destinado a ser utilizado en proyectos de construcción que no requieren características específicas. que satisface los requisitos de las normas técnicas ASTM C 150 y NTP 334.009.

Debido a su formulación óptima, una de sus características principales es que presenta mayor resistencia inicial. El cemento Tipo I tiene una mayor resistencia y tiene tiempos de fraguado más cortos.

Se utilizan con frecuencia en la construcción para proyectos que no requieren características únicas, como obras de concreto y concreto armado, prefabricados, pavimentos, cimentaciones y estructuras que requieren desencofrado rápido en clima frío.

3.10. EL AGUA

El agua empleada en la preparación y curado de los especímenes cilíndricos de concreto, fue el agua potable de la Empresa E.P.S Marañón, la cual cumple con los límites máximos y mínimos permisibles según el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano según el DS N° 031-2010-SA; y de esta forma ser utilizada para la elaboración y curado del concreto indicado en la Norma NTP 339.088 – 2021.

3.11. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DE MEZCLAS Y ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

3.11.1. Requerimientos del concreto considerados para el diseño de mezclas

Las características del concreto han de ser función del fin para el cual está destinado. Por ello la selección de las proporciones de la unidad cubica de concreto debe permitir obtener un concreto con la facilidad de colocación, densidad, resistencia, durabilidad u otras propiedades que se consideran necesarias para el caso particular para el cual la mezcla está siendo diseñada. (Rivva, 2014)

Para la elaboración del diseño de mezclas para los especímenes cilíndricos de concreto se consideró tener los siguientes requerimientos en el estado endurecido y no endurecido:

3.11.1.1. Apariencia: Para la elaboración de especímenes de concreto y su respectivo ajuste de proporciones se verificó que el concreto no endurecido, presente una apariencia homogénea, evitando que éste sea sobre gravoso o sobre arenoso.

3.11.1.2. Consistencia: Para el diseño y posterior ajuste de mezclas se consideró que el concreto no endurecido posea una consistencia plástica, es decir que su revenimiento se encuentre entre tres y cuatro pulgadas.

3.11.1.3. Resistencia requerida: Para el diseño de mezclas y ajuste de proporciones de los especímenes cilíndricos de concreto, se consideró una resistencia de 280 Kg/cm², ya que esta resistencia ayudó a verificar las diferencias entre los especímenes sin adición de fibra (especímenes base) y concretos adicionados.

3.11.2. Propiedades de los materiales a considerar para el diseño de mezclas

3.11.2.1. Propiedades del cemento:

Marca y tipo: CEMENTOS PACASMAYO S.A.A. - Cemento portland Tipo I, este es un cemento de uso general que cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150.

Peso específico: El peso específico consignado en la hoja técnica del cemento Pacasmayo Tipo I es de 3.09 gr/cm³.

3.11.2.2. Propiedades de los agregados

Las propiedades de los agregados empleadas en el diseño vienen siendo calculadas mediante los procedimientos descritos anteriormente.

3.11.3. Procedimiento realizado para la selección de las proporciones del concreto por el método de módulo de fineza de la combinación de los agregados.

Este método de diseño considera las tablas empleadas por el comité 211 del ACI para la selección de los materiales que intervienen en la pasta, sin embargo, para la selección de las proporciones de los agregados se emplea un módulo denominado de combinación de los agregados, que no es más que la representación del índice del mayor o menor grosor del conjunto de partículas de un agregado si éste fuese global. El procedimiento es:

- ✓ Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia a compresión especificada.
- ✓ Selección del tamaño máximo nominal del agregado y del asentamiento.
- ✓ Selección de volumen unitario del agua de diseño.
- ✓ Selección del contenido de aire.
- ✓ Selección de la relación agua/cemento por resistencia y determinación del Factor cemento.
- ✓ Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire (Volumen de la pasta) y el volumen absoluto de agregados.
- ✓ Determinación del módulo de fineza de la combinación de los agregados.
- ✓ Determinación del porcentaje de agregados que intervienen en la mezcla.
- ✓ Determinación de los valores de diseño del cemento, agua, aire, agregado fino y agregado grueso.

3.11.4. Elaboración de la mezcla de prueba.

Para la mezcla de prueba solamente se consideró la realización de testigos para ser probados a compresión, ya que este parámetro es el definido por la resistencia especificada.

Luego se procedió con la corrección por humedad de los áridos, los pesos de los materiales por metro cúbico de concreto considerados para la mezcla de prueba.

Con los nuevos pesos de los materiales corregidos por humedad, se procedió a determinar la cantidad de material a ser empleado para realizar la mezcla de prueba, por lo que se consideró tomar como volumen de mezcla la cantidad de 03 especímenes cilíndricos de concreto.

3.11.5. Procedimiento realizado para el ajuste de las proporciones.

Verificadas y obtenidas las condiciones anteriores, se realizó en las siguientes tandas, los ajustes apropiados en las proporciones, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- ✓ Determinación de las características de la mezcla de prueba.
- ✓ Realizar la Tanda de mezclado.
- ✓ Rendimiento de la Tanda.
- ✓ Agua de mezclado por tanda.
- ✓ Agua de mezclado por m^3 corregida por agua adicional
- ✓ Agua de mezclado por m^3 corregido por asentamiento.
- ✓ Agua de mezclado por m^3 corregido por contenido de aire.

Nuevos materiales de diseño corregidos por apariencia, agua adicional, asentamiento y contenido de aire: Se determinó a partir de los datos como relación a/c y mfca obtenidos durante el diseño original.

Luego de la corrección por humedad de los agregados, se obtuvo finalmente los pesos de los materiales por metro cúbico de concreto considerados para la mezcla.

Procedimiento para la inclusión de la fibra en las proporciones indicadas:

Cuando ya estén verificadas y obtenidas las condiciones anteriores, se realiza en las siguientes tandas, los ajustes apropiados en las proporciones, a fin de incluir el porcentaje de fibra del 2%, 4% y 6% del volumen total de la muestra.

3.11.6. Especímenes de concreto convencional y con adición de la fibra de acero al 2%

3.11.6.1. Dosificación N° 01: Especímenes de concreto sin adición de fibra.

Estos especímenes fueron elaborados con agua, cemento y agregados, pero sin la inclusión de la fibra de acero, para el tipo de ensayo a compresión se elaboró la cantidad de concreto necesario bajo las denominaciones siguientes y según la edad de ensayo:

- **Compresión:** C - 0% - 7d, 14d ó 28d

Se elaboraron 30 especímenes cilíndricos de concreto para ser ensayados a compresión, de los cuales cada 10 especímenes fueron ensayados a la edad de 7, 14 y 28 días.

3.11.6.2. Dosificación N° 02: Especímenes de concreto con adición del 2% fibra de acero.

Estos especímenes serán elaborados con agua, cemento y agregados con una adición de fibra de acero del 2% del volumen del concreto, para el tipo de ensayo a compresión se elaboró la cantidad de concreto necesario bajo las denominaciones siguientes y según la edad de ensayo:

- **Compresión:** C – 2.0% - 7d, 14d ó 28d

Se elaboraron 30 especímenes cilíndricos de concreto para ser ensayados a compresión, de los cuales cada 10 especímenes fueron ensayados a la edad de 7, 14 y 28 días; de acuerdo al grado de incremento. Se consideró esta cantidad de repeticiones ya que la Norma NTP 339.034 establece que se deberá trabajar con un promedio mínimo de 3 probetas para considerar al promedio como consistente y en base a resultados obtenidos en otros ensayos de tesis respecto a este porcentaje de adición, aumenta mucho más su resistencia a la compresión.

3.11.6.3. Dosificación N° 03: Especímenes de concreto con adición del 4% fibra de acero.

Estos especímenes fueron elaborados con agua, cemento y agregados con una adición de fibra de acero del 4% del volumen del concreto, para el tipo de ensayo a compresión se elaboró la cantidad de concreto necesario bajo las denominaciones siguientes y según la edad de ensayo:

- **Compresión:** C – 4.0% - 7d, 14d ó 28d

Se elaboraron 15 especímenes cilíndricos de concreto para ser ensayados a compresión, de los cuales cada 5 especímenes serán ensayados a la edad de 7, 14 y 28 días; por lo cual se tendrían 5 repeticiones para cada caso. Se consideró esta cantidad de repeticiones ya que la

Norma NTP 339.034 establece que se deberá trabajar con un promedio mínimo de 3 probetas para considerar al promedio como consistente.

3.11.6.4. Dosificación N° 04: Especímenes de concreto con adición del 6% fibra de acero.

Estos especímenes serán elaborados con agua, cemento y agregados con una adición de fibra de acero del 6% del volumen del concreto, para el tipo de ensayo a compresión se elaborará la cantidad de concreto necesario bajo las denominaciones siguientes y según la edad de ensayo:

- **Compresión:** C – 6.0% - 7d, 14d ó 28d

Con cada una de las dosificaciones se elaboraron 15 especímenes cilíndricos de concreto para ser ensayados a compresión, de los cuales cada 5 especímenes serán ensayados a la edad de 7, 14 y 28 días; por lo cual se tendrían 5 repeticiones para cada caso. Se consideró esta cantidad de repeticiones ya que la Norma NTP 339.034 establece que se deberá trabajar con un promedio mínimo de 3 probetas para considerar al promedio como consistente.

3.11.7. Elaboración de los especímenes de concreto para el ensayo mecánico.

La elaboración de los especímenes de concreto cilíndricos para pruebas de compresión con cada una de las dosificaciones que se obtendrán, se realizaron mediante los procedimientos indicados en la Norma NTP 339.183.

➤ Procedimiento:

a) Pasos para la realización de las mezclas

1. Se realiza mezclas de volumen igual a 0.02 m³ con lo que se elaborarán los especímenes gemelos para las pruebas a compresión.
2. Se limpia y secará el interior de la mezcladora para que así no aporte agua adicional a la mezcla o algún otro material que no se haya previsto para la elaboración de esta; así mismo se procederá a pesar las dosificaciones de cemento, agregado fino, agregado grueso, medir el volumen del agua y pesar la fibra de acero para el caso que corresponda.
3. No hay reglas que digan cómo llenar la mezcladora con materiales, pero muchos datos sugieren que primero se debe agregar un poco de agua, luego agregar el agregado fino, luego el grueso y finalmente el cemento y el resto del agua. Si se utilizan especímenes con fibra, se

debe mezclar primero el agregado fino con la fibra antes de comenzar a mezclar los materiales. Por lo tanto, se controlará el tiempo de mezclado después de agregar el volumen final de agua. Para las mezclas sin fibras, el tiempo de mezclado debe ser de 2-3 minutos, mientras que, para las mezclas con fibras, el tiempo de mezclado puede ser más largo hasta que se verifique el mezclado completo.

b) Pasos realizados para la elaboración de los especímenes de concreto:

1. Se coloca los moldes en una superficie horizontal, rígida, nivelada y libre de vibraciones.
2. La colocación de la mezcla de concreto en el interior del molde se realizará moviendo el cucharón alrededor del molde para asegurar la distribución del concreto y una segregación mínima que se presenta al golpearse la mezcla al caer.
3. El llenado del molde se realiza en tres capas de igual volumen, en la última capa se agregará una cantidad de mezcla suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación.
4. La compactación se realiza en cada capa con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones de forma uniforme. La compactación de la primera capa será en todo su espesor, y la segunda y tercera capa penetrando 25 mm en la capa anterior.
5. Después de compactar cada capa, se golpea los lados del molde ligeramente por 12 veces con el mazo de goma para liberar las burbujas que puedan quedar atrapadas.
6. Se enrasa el exceso de mezcla con la varilla de compactación y se da un acabado con una espátula, procurando dar el menor número de pasadas para producir una superficie lisa y plana.
7. Se identifica los especímenes con el número de espécimen, fecha y tipo de dosificación.
8. Se coloca bolsas plásticas sobre los moldes para evitar la pérdida de humedad y tratar de mantener la temperatura.
9. Transcurridas 24 horas después de elaborar los especímenes, estos serán sacados de los moldes y se procede a realizar el curado estándar.

3.11.8. Curado de los especímenes de concreto.

El curado de los 60 especímenes se realiza siguiendo los procedimientos indicados en la NTP 339.183.

➤ **Procedimiento**

a) **Protección después del acabado:** Inmediatamente después de elaborar el moldeado de los especímenes, se cubre estos con bolsas de plástico para evitar la evaporación y pérdida de humedad.

b) **Curado inicial:** Después del moldeado, se cubre a los especímenes con plástico para mantener la temperatura alrededor de estos. Transcurridas 24 horas después de elaborar los especímenes, estos serán desmoldados y se procederá a realizar el curado estándar.

c) **Curado estándar:** Al terminar el curado inicial y entre los 30 minutos y 1 hora después de haber sacado los especímenes de los moldes, estos se almacenan en una poza de curado de concreto cubierto con agua y finalmente se cubre la poza con una manta plástica.

3.12. VARIABLES DE EVALUACIÓN DEL ESTUDIO

Las variables que se evaluaron en esta tesis son las siguientes:

1. Asentamiento del concreto en estado fresco.
2. Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto a la edad de 7, 14 y 28 días sin y con adición de fibra.
3. Desarrollo de la resistencia del concreto.

3.12.1. Asentamiento en el concreto en estado fresco

Este ensayo se realiza bajo lo establecido en la NTP 339.035 en correspondencia a la ASTM C 143.

➤ **Procedimiento:**

a) Se humedece el molde y la plancha de acero con aceite vegetal y se colocará el molde sobre la plancha de acero en una superficie rígida y nivelada.

b) Se apoya el molde firmemente sobre la plancha y presionando con los dos pies los estribos. Procurando no mover los pies durante el llenado con concreto.

c) El llenado del molde se realiza en tres capas de igual volumen, la primera capa a una profundidad de 70 mm, la segunda hasta de 160 mm y la tercera hasta el borde superior del

molde en esta última capa se agregó una cantidad de mezcla suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación.

d) La compactación se realiza en cada capa con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones de forma uniforme. La compactación de la primera capa será en todo su espesor, y la segunda y tercera capa penetrando 25 mm en la capa anterior. Al compactar la última capa se mantendrá un excedente de concreto todo el tiempo.

e) Se enrasa el concreto rodando la varilla de compactación sobre el borde del molde.

f) Se continúa manteniendo el molde firme y se removerá el concreto alrededor del área circundante de la base del molde para prevenir la interferencia en el momento del asentamiento del concreto.

g) Se levanta el molde por encima de los 300 mm de un solo movimiento, en un solo tiempo lento.

h) Luego se mide el asentamiento con una precisión de 5 mm desde la parte superior del molde hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen.

3.12.2. Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto.

Este ensayo se desarrolla acorde a la NTP 339.034 acorde a la ASTM C 39.

➤ Procedimiento

a) Los ensayos a compresión de probetas son realizados minutos después de ser retirados de la poza de curado.

b) Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible de tolerancias prescritas como sigue:

Tabla 8. *Tiempo de prueba de los especímenes y tolerancia*

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1 %
03 d	± 2 h ó 2.8 %
07 d	± 6 h ó 3.6 %
28 d	± 20 h ó 3.0 %
90 d	± 48 h ó 2.2 %

c) Dimensiones los especímenes: Se medirá cuatro diámetros con el calibrador vernier en las dos por cada cara del espécimen, las mediciones serán tomadas en forma perpendicular una de la otra, también se medirá la altura del espécimen en dos de sus lados con ayuda de una regla metálica.

d) Colocación de los especímenes en la máquina compresora: Se limpiará la superficie de los soportes inferiores y superiores de la compresora, se colocará el espécimen con los platos contenedores con neopreno en ambas caras de éste, alineando los ejes del espécimen con el centro del bloque de empuje inferior y el bloque movable superior, se descenderá el bloque movable superior lentamente hasta poner en contacto con el plato contenedor superior. Luego, se verificará que el indicador de carga se encuentre en cero, para poder empezar a aplicar la compresión. También se utilizará un deformímetro colocado en la base móvil de la máquina

e) Aplicación de cargas: La carga se aplicará continuamente con una aproximación de 2.5 kg/cm² por segundo lo que aproximadamente para estos especímenes de diámetro de 150 mm la aplicación de carga será de 0.5 Toneladas por segundo. Durante el ensayo se ajustará la válvula de inyección de aceite suavemente con el objeto de mantener constante la velocidad de aplicación de la carga. Se aplicará la carga hasta que el espécimen falle y se registrará la máxima carga soportada por el espécimen.

3.12.3. Desarrollo de la resistencia del concreto.

Como se explicó anteriormente, se elaboraron un total de 90 especímenes concreto, las especificaciones de las diferentes dosificaciones de los especímenes de concreto se desarrollaron como lo explicado anteriormente.

Por lo descrito, los especímenes fueron probados en grupos de 10 y 5 a los 7, 14 y 28 días para el ensayo a compresión y para los distintos porcentajes de adición de fibra (2%, 4% y 6%). Con los resultados de resistencia a los 7, 14 y 28 días, se pudo determinar el desarrollo de resistencia que presentan cada una. Los resultados obtenidos de desarrollo de resistencia del concreto y análisis de estos se encuentran en los anexos y en el Capítulo IV.

3.13. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

3.13.1. Técnicas e instrumentos de recopilación de información

Se aplicó como técnica la observación ya que la percepción del material debe ser registrada en forma cuidadosa y experta.

Para esto se utilizó como instrumento una guía de observación resumen de la Norma Técnica Peruana (NTP) y protocolos del laboratorio de los ensayos, porque permitió organizar y clasificar la información de los diversos ensayos y de la resistencia a la compresión.

3.13.2. Técnicas de procesamiento y análisis de información

Recolectada la información, su procesamiento se ejecutó en una hoja de cálculo la cual fue procesada mediante métodos estadísticos como la determinación de promedios, el análisis de varianza. Para lo cual se emplea el programa computarizado Microsoft Excel 2018 con lo que se obtuvo los resultados de estos métodos y gráficas representativas.

3.13.3. Presentación de los resultados

Tabla 9. *Propiedades físicas y mecánicas de los agregados*

CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS		
	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño máximo nominal	-	3/4"
Peso específico de masa (gr/cm ³)	2.607	2.646
Peso específico sss (gr/cm ³)	2.655	2.658
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.739	2.674
Peso unitario suelto seco (kg/m ³)	1.731	1.375
Peso unitario seco compactado (kg/m ³)	1.794	1.496
Contenido de Humedad (%)	3.73	0.64
Absorción (%)	1.85	0.33
Módulo de Finura	2.93	7.48
Abrasión (%)	-	30.80
Partículas < tamiz N°200	2.20%	0.84%

Tabla 10. *Dosificación de materiales por metro cúbico*

Diseño	Cemento (Kg)	Agua (L)	A. Fino (Kg)	A. Grueso (Kg)	Fibra Metálica (kg/m3)
Concreto Patrón	295.10	200.60	993.74	801.00	--
Concreto con adición de fibra al 2%	295.10	200.60	964.74	777.50	5.20
Concreto con adición de fibra al 4%	295.10	200.60	935.68	754.08	10.40
Concreto con adición de fibra al 6%	295.10	200.60	906.61	730.66	15.60

Tabla 11. *Asentamiento del concreto según el diseño patrón y con adición de fibra*

Muestra	Patrón	Adición del 2% de fibra metálica	Adición del 4% de fibra metálica	Adición del 6% de fibra metálica
Tanda N°01	7.80 cm	8.40 cm	7.60 cm	7.10 cm
Tanda N°02	8.50 cm	9.60 cm	7.10 cm	6.50 cm
Tanda N°03	7.95 cm	10.20 cm	7.50 cm	6.90 cm
Tanda N°04	8.20 cm	9.90 cm	7.60 cm	7.20 cm
Tanda N°05	9.10 cm	10.40 cm	7.90 cm	6.70 cm
Promedio	8.31 cm	9.70 cm	7.54 cm	6.88 cm

Tabla 12. *Peso unitario del concreto fresco según el diseño patrón y con adición del 2%, 4% y 6% de fibra metálica*

Muestra	Patrón	Adición del 2% de fibra metálica	Adición del 4% de fibra metálica	Adición del 6% de fibra metálica
Tanda N°01	2280.26 kg/m3	2380.10 kg/m3	2386.40 kg/m3	2384.90 kg/m3
Tanda N°02	2345.71 kg/m3	2374.47 kg/m3	2370.70 kg/m3	2380.40 kg/m3
Tanda N°03	2278.30 kg/m3	2370.04 kg/m3	2384.30 kg/m3	2398.60 kg/m3
Tanda N°04	2345.55 kg/m3	2355.98 kg/m3	2375.50 kg/m3	2412.40 kg/m3
Tanda N°05	2285.26 kg/m3	2389.45 kg/m3	2380.00 kg/m3	2399.30 kg/m3
Promedio	2307.02 kg/m3	2374.01 kg/m3	2379.38 kg/m3	2395.12 kg/m3

Tabla 13. *Peso unitario del concreto endurecido según el diseño patrón*

Muestra	Patrón		
	7 días	14 días	28 días
M-1	2311.65 kg/m ³	2316.74 kg/m ³	2310.04 kg/m ³
M-2	2307.96 kg/m ³	2372.44 kg/m ³	2301.94 kg/m ³
M-3	2298.71 kg/m ³	2300.57 kg/m ³	2322.14 kg/m ³
M-4	2294.56 kg/m ³	2317.46 kg/m ³	2347.55 kg/m ³
M-5	2282.10 kg/m ³	2324.89 kg/m ³	2335.46 kg/m ³
M-6	2310.90 kg/m ³	2304.31 kg/m ³	2376.65 kg/m ³
M-7	2305.66 kg/m ³	2385.97 kg/m ³	2349.50 kg/m ³
M-8	2347.64 kg/m ³	2364.85 kg/m ³	2337.49 kg/m ³
M-9	2314.15 kg/m ³	2357.80 kg/m ³	2324.97 kg/m ³
M-10	2281.33 kg/m ³	2311.40 kg/m ³	2314.76 kg/m ³
Promedio	2305.47 kg/m ³	2335.64 kg/m ³	2332.05 kg/m ³

Tabla 14. *Peso unitario del concreto endurecido con adición al 2% de fibra metálica*

Muestra	Adición del 2% de fibra metálica		
	7 días	14 días	28 días
M-1	2356.49 kg/m ³	2360.16 kg/m ³	2340.15 kg/m ³
M-2	2384.10 kg/m ³	2387.54 kg/m ³	2322.26 kg/m ³
M-3	2367.42 kg/m ³	2378.93 kg/m ³	2376.49 kg/m ³
M-4	2367.21 kg/m ³	2371.26 kg/m ³	2350.10 kg/m ³
M-5	2375.16 kg/m ³	2357.45 kg/m ³	2348.23 kg/m ³
M-6	2394.12 kg/m ³	2391.65 kg/m ³	2384.56 kg/m ³
M-7	2365.26 kg/m ³	2355.46 kg/m ³	2337.12 kg/m ³
M-8	2324.19 kg/m ³	2356.77 kg/m ³	2378.20 kg/m ³
M-9	2329.16 kg/m ³	2384.36 kg/m ³	2390.03 kg/m ³
M-10	2378.20 kg/m ³	2379.20 kg/m ³	2368.20 kg/m ³
Promedio	2364.13 kg/m ³	2372.28 kg/m ³	2359.53 kg/m ³

Tabla 15. *Peso unitario del concreto endurecido con adición al 4% de fibra metálica*

Muestra	Adición del 4% de fibra metálica		
	7 días	14 días	28 días
M-1	2354.80 kg/m ³	2364.66 kg/m ³	2370.12 kg/m ³
M-2	2365.23 kg/m ³	2369.12 kg/m ³	2385.69 kg/m ³
M-3	2384.21 kg/m ³	2374.68 kg/m ³	2395.30 kg/m ³
M-4	2397.65 kg/m ³	2380.15 kg/m ³	2362.40 kg/m ³
M-5	2388.40 kg/m ³	2386.50 kg/m ³	2396.17 kg/m ³
Promedio	2378.06 kg/m ³	2375.02 kg/m ³	2381.94 kg/m ³

Tabla 16. *Peso unitario del concreto endurecido con adición al 6% de fibra metálica*

Muestra	Adición del 6% de fibra metálica		
	7 días	14 días	28 días
M-1	2408.40 kg/m ³	2410.70 kg/m ³	2384.20 kg/m ³
M-2	2397.65 kg/m ³	2416.70 kg/m ³	2375.40 kg/m ³
M-3	2374.85 kg/m ³	2390.00 kg/m ³	2395.50 kg/m ³
M-4	2364.20 kg/m ³	2386.30 kg/m ³	2386.34 kg/m ³
M-5	2385.10 kg/m ³	2384.10 kg/m ³	2394.60 kg/m ³
Promedio	2386.04 kg/m ³	2397.56 kg/m ³	2387.21 kg/m ³

Tabla 17. *Resistencia a compresión a diferentes edades de la muestra patrón y con adición de fibra metálica al 2%, 4% y 6%.*

Porcentaje de Adición de Fibra	Promedio de ensayos a compresión			Variación de la resistencia a los 28 días
	Edad de ensayo			
	Siete días	Catorce días	Veintiocho días	
Muestra Patrón	157.74 kg/cm ²	194.98 kg/cm ²	237.62 kg/cm ²	0.00 %
Adición del 2% de Fibra metálica	171.61 kg/cm ²	208.24 kg/cm ²	249.60 kg/cm ²	5.04 %
Adición del 4% de Fibra metálica	166.07 kg/cm ²	198.41 kg/cm ²	240.02 kg/cm ²	1.01 %
Adición del 6% de Fibra metálica	154.03 kg/cm ²	192.02 kg/cm ²	226.35 kg/cm ²	-4.74 %

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

Según la Tabla 9, los valores obtenidos de la distribución de las partículas del agregado fino, comparado con la Norma Técnica NTP 400.037 se determinó que la muestra se encuentra dentro de los parámetros establecidos; con el agregado grueso, se pudo verificar la correcta distribución de sus partículas al encontrarse dentro del huso granulométrico establecido en la norma descrita, siendo su tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ de pulgada.

El módulo de finura para el agregado fino se obtuvo un valor de 2.93 y para el agregado grueso un valor de 7.48; al ser comparados con la NTP 400.037; se verifica que ambos cumplen con los requerimientos.

En los ensayos de absorción y peso específico del agregado (fino y grueso), se logró resultados adecuados para la elaboración del diseño de mezclas ya que cumplen con los parámetros que establece la NTP 400.037.

Se alcanzó un 30.8% de resistencia al desgaste o abrasión. Al hacer un análisis comparativo con la NTP 400.19, esta indica que no debe sobrepasar el 50% de la muestra total, por lo tanto, se contó con un agregado que cumple con los parámetros de calidad.

En referencia a la presencia de limos (partículas que pasan la malla N° 200) en los agregados, para el agregado grueso se obtuvo un valor de 0.84%, cumpliendo con la norma NTP 400.018, que establece de no exceder el 1%; para el agregado fino se obtuvo un valor de 2.20%, cumpliendo con lo establecido en la norma en donde se indica que este valor no debe exceder el 5 %.

4.2. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

Según Tabla 11, el asentamiento promedio del concreto se encuentra dentro de los parámetros de 3 a 4 pulgadas que establece la NTP 339.035, por lo tanto, el diseño de mezcla es el adecuado.

4.3. PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO

En las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16, los valores son adecuados, porque al ser comparados con el rango que establece la NTP 339.046, estos se encuentran dentro de dicho rango.

4.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

En la Tabla 17 se muestra los valores promedio del ensayo de resistencia a la compresión del concreto a las edades de 7, 14 y 28 días, para el análisis de estos valores se comparó con los resultados de la muestra patrón a los 28 días. De este análisis se obtuvo que la muestra con fibras metálicas al 2% y 4% aumenta en promedio un 5.04% y 1.01% respectivamente comparado con la muestra patrón, mientras que la muestra con fibras metálicas al 6% disminuye en un 4.74%.

4.5. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Según lo presentado en la Tabla 17, existe una diferencia de 5.04% en la resistencia a compresión con adición de fibras al 2%; por lo que se refuta la hipótesis al haber obtenido un valor menor al 15%.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La variación de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con adición de fibras metálicas aumenta en 0.44% promedio de los 3 porcentajes de fibra, respecto a la resistencia de un concreto convencional.
- La resistencia a compresión promedio del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de fibras metálicas al 2% y 4% aumenta en 5.04% y 1.01% respectivamente, y con un porcentaje de 6% disminuye en 4.74% respecto a un concreto convencional.

5.2. RECOMENDACIONES

- Investigar la adición de fibras metálicas con porcentajes menores al 2%, para concreto con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Indagar la resistencia a compresión para un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, con otros tipos de fibras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI (American Concrete Institute).2019. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-19). 688p.
- Amaya Alarcón, S., & Ramírez Zapata, M.A. (2019). Evaluación del Comportamiento Mecánico del Concreto Reforzado con Fibras. Bogotá, Colombia.
- Cachay Díaz, L. C. (2022). Variación de la Resistencia a Compresión de un Concreto Permeable de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con Aditivo Plastificante Sikament® 290n al Reemplazar en Diferentes Porcentajes el Agregado Grueso por Agregado de Concreto Reciclado. Cajamarca, Perú.
- Deledesma Carrera, S.B. (2019). Resistencia a Compresión de un Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ Sustituyendo Agregado Fino por Fibras y Virutas de Acero, Ancash – 2019. Ancash, Perú.
- Guevara Huarcaya, J.R. (2008). Análisis Comparativo del Comportamiento del Concreto Simple con el Concreto Reforzado con Fibras de Acero Wirand. Lima, Perú.
- Irigoín Idrogo, H.J. (2021). Variación de la Resistencia a Compresión de un Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para ser Vaciado dentro del Agua usando Cemento Portland tipo ms con Diferentes Porcentajes del Aditivo Anti-Deslave Mastermatrix® uw 450. Cajamarca, Perú.
- Lao Odicio, W. (2007). Utilización de Fibras Metálicas para la Construcción de Concreto Reforzado en la Ciudad de Pucallpa. Lima, Perú.
- López Román, J. (2015). Análisis de las Propiedades del Concreto Reforzado con Fibras Cortas de Acero y Macro fibras de Polipropileno: Influencia del Tipo y Consumo de Fibra Adicionado. México, D.F.
- NTP 334.009.2020. CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. 7ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 339.034.2021. CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 5ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.

- NTP 339.046.2008 (revisada 2018). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). 2ª. Ed. R. 2018-CRT-INDECOPI.
- NTP 339.047. 2021. CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. 4ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 339.088.2021. CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico. Requisitos. 4ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 339.183.2021. CONCRETO. Práctica para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 3ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 339.185.2021. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 3ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.010.2020. AGREGADOS. Extracción y preparación de muestras. 3ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.011.2020. AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos. 3ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.012.2021. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. 4ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.017.2020. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. 4ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.018.2020. AGREGADOS. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (No. 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.
- NTP 400.019.2020. AGREGADOS. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.

NTP 400.021.2020. AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2020-CRT-INDECOPI.

NTP 400.022.2021. AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.

NTP 400.037.2021. AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones. 5ª. Ed. R. 2021-CRT-INDECOPI.

Ortiz Barboza, S.L. (2015). Determinación de la Influencia de la Fibra de Acero en el Esfuerzo a Flexión del Concreto para un " $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ ". Cajamarca, Perú.

Rivva López, E. 2014a. Materiales Para el Concreto. 3 ed. Lima. Perú. ICG. 208p.

Rivva López, E. 2014b. Diseño de Mezclas. 2 ed. Lima. Perú. ICG. 208p.

Vásquez Bustamante, O. 2012. Reglamento Nacional de Edificaciones, Actualizado y Comentado. Lima. Perú. 2 ed. 596p.

APENDICE

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS

Tabla 18. *Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado grueso*

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Peso de la canastilla (gr.)	2530.00	2530.00	2530.00
Peso de la canastilla + material seco antes del ensayo (gr.)	12679.70	12715.80	12715.20
Peso del material seco antes del ensayo (gr.)	10149.70	10185.80	10185.20
Peso de la canastilla + material seco después del ensayo (gr.)	12594.50	12637.40	12621.60
Peso del material seco después del ensayo (gr.)	10064.50	10107.40	10091.60
Peso de las partículas menores al tamiz n° 200	85.20	78.40	93.60
Porcentaje de partículas menores al tamiz n° 200	0.84%	0.77%	0.92%
Promedio		0.843%	

Tabla 19. *Ensayo de partículas menores al tamiz N° 200 del agregado fino*

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Peso de la tara (gr.)	27.60	26.10	25.80
Peso de la tara + material seco antes del ensayo (gr.)	1027.60	1026.10	1025.80
Peso del material seco antes del ensayo (gr.)	1000.00	1000.00	1000.00
Peso de la tara + material seco después del ensayo (gr.)	1005.80	1005.50	1002.13
Peso del material seco después del ensayo (gr.)	978.20	979.40	976.33
Peso de las partículas menores al tamiz n° 200	21.80	20.60	23.67
Porcentaje de partículas menores al tamiz n° 200	2.18%	2.06%	2.37%
Promedio		2.20%	

Tabla 20. Ensayo N° 01 de granulometría del agregado grueso

ENSAYO N° 01					
MALLA NOMENCLATURA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1	25.000	407.20	4.01%	4.01%	95.99%
3/4	19.000	5224.60	51.48%	55.49%	44.51%
1/2	12.500	3001.30	29.57%	85.06%	14.94%
3/8	9.50	1403.10	13.82%	98.88%	1.12%
N° 04	4.760	28.30	0.28%	99.16%	0.84%
N° 08	2.380	0.00	0.00%	99.16%	0.84%
N° 16	1.190	0.00	0.00%	99.16%	0.84%
N° 30	0.590	0.00	0.00%	99.16%	0.84%
N° 50	0.300	0.00	0.00%	99.16%	0.84%
N° 100	0.149	0.00	0.00%	99.16%	0.84%
N° 200	0.074	0.00	0.00%	99.16%	0.84%
< N° 200	0.074	85.20	0.84%	100.00%	0.00%
TOTAL		10149.70	100%		

El módulo de fineza del agregado grueso del Ensayo N°01 es **7.49**.

Tabla 21. *Ensayo N° 02 de granulometría del agregado grueso*

ENSAYO N° 02					
NOMENCLATURA	MALLA	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
	ABERTURA (mm)				
1 1/2	38.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1	25.000	400.60	3.93%	3.93%	96.07%
3/4	19.000	4926.70	48.37%	52.30%	47.70%
1/2	12.500	3726.70	36.59%	88.89%	11.11%
3/8	9.50	1033.10	10.14%	99.03%	0.97%
N° 04	4.760	20.30	0.20%	99.23%	0.77%
N° 08	2.380	0.00	0.00%	99.23%	0.77%
N° 16	1.190	0.00	0.00%	99.23%	0.77%
N° 30	0.590	0.00	0.00%	99.23%	0.77%
N° 50	0.300	0.00	0.00%	99.23%	0.77%
N° 100	0.149	0.00	0.00%	99.23%	0.77%
N° 200	0.074	0.00	0.00%	99.23%	0.77%
< N° 200	0.074	78.40	0.77%	100.00%	0.00%
TOTAL		10185.80	100%		

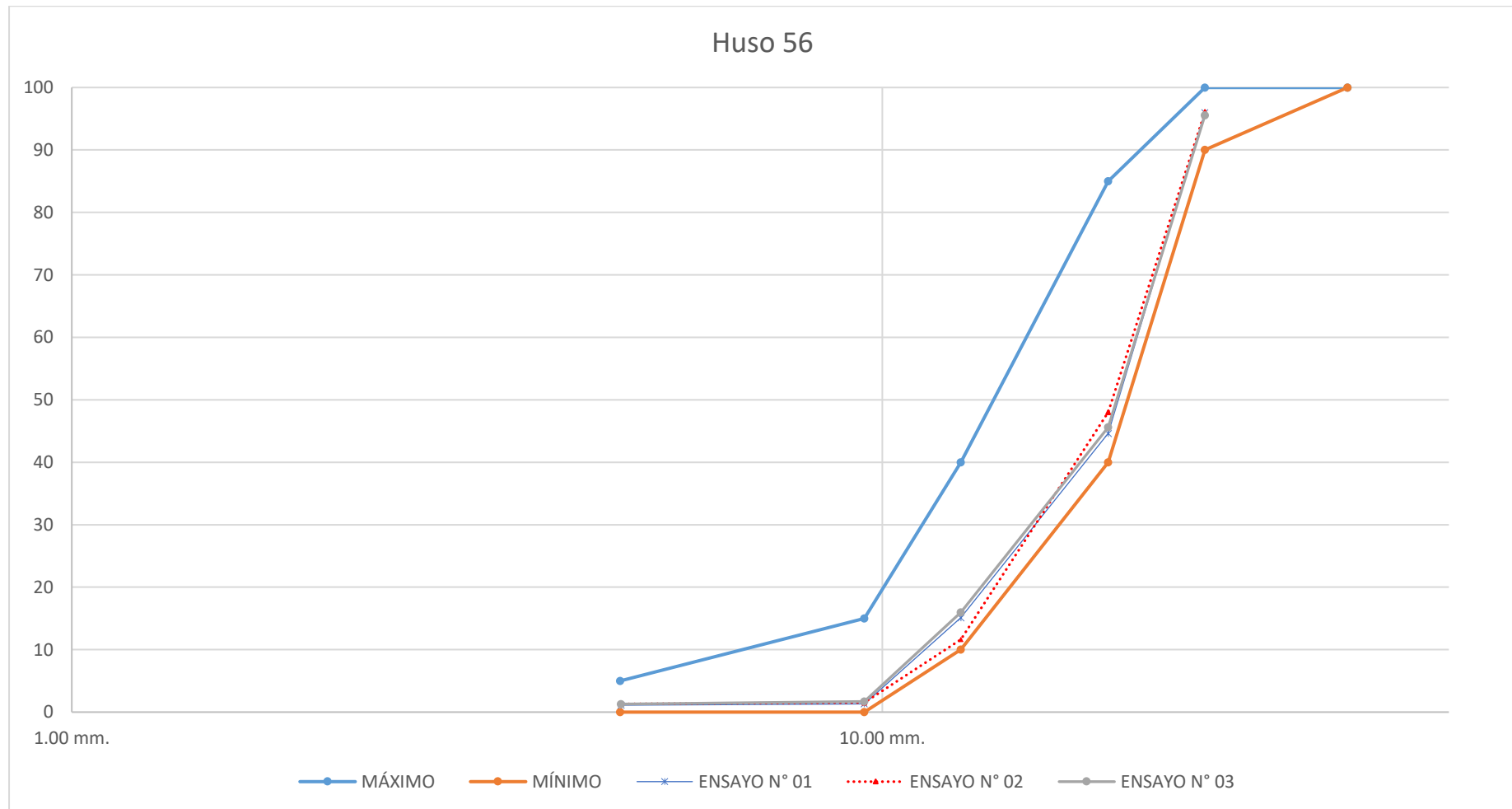
El módulo de fineza del agregado grueso del Ensayo N°02 es **7.47**.

Tabla 22. Ensayo N° 03 de granulometría del agregado grueso

ENSAYO N° 03					
NOMENCLATURA	MALLA ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
1 1/2	38.000	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1	25.000	455.70	4.47%	4.47%	95.53%
3/4	19.000	5104.70	50.12%	54.59%	45.41%
1/2	12.500	3031.30	29.76%	84.35%	15.65%
3/8	9.50	1458.60	14.32%	98.67%	1.33%
N° 04	4.760	41.30	0.41%	99.08%	0.92%
N° 08	2.380	0.00	0.00%	99.08%	0.92%
N° 16	1.190	0.00	0.00%	99.08%	0.92%
N° 30	0.590	0.00	0.00%	99.08%	0.92%
N° 50	0.300	0.00	0.00%	99.08%	0.92%
N° 100	0.149	0.00	0.00%	99.08%	0.92%
N° 200	0.074	0.00	0.00%	99.08%	0.92%
< N° 200	0.074	93.60	0.92%	100.00%	0.00%
TOTAL		10185.20	100%		

El módulo de fineza del agregado grueso del Ensayo N°03 es **7.48**.

Tabla 23. Gráfico: Requisito granulométrico del agregado grueso



Fuente: Elaboración propia en base a la NTP 400.037.

Tabla 24. Ensayo N° 01 de granulometría del agregado fino

ENSAYO N° 01					
MALLA		PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
NOMENCLATURA	ABERTURA (mm)				
3/8	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N° 04	4.760	48.10	4.81%	4.81%	95.19%
N° 08	2.380	147.60	14.76%	19.57%	80.43%
N° 16	1.190	186.70	18.67%	38.24%	61.76%
N° 30	0.59	197.00	19.70%	57.94%	42.06%
N° 50	0.300	196.80	19.68%	77.62%	22.38%
N° 100	0.149	157.50	15.75%	93.37%	6.63%
N° 200	0.074	44.50	4.45%	97.82%	2.18%
< N° 200	0.074	21.80	2.18%	100.00%	0.00%
TOTAL		1000.00	100.00%		

El módulo de fineza del agregado fino del Ensayo N°01 es **2.916**.

Tabla 25. Ensayo N° 02 de granulometría del agregado fino

ENSAYO N° 02					
MALLA		PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
NOMENCLATURA	ABERTURA (mm)				
3/8	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N° 04	4.760	47.30	4.73%	4.73%	95.27%
N° 08	2.380	149.10	14.91%	19.64%	80.36%
N° 16	1.190	190.60	19.06%	38.70%	61.30%
N° 30	0.59	207.00	20.70%	59.40%	40.60%
N° 50	0.300	190.70	19.07%	78.47%	21.53%
N° 100	0.149	150.50	15.05%	93.52%	6.48%
N° 200	0.074	44.20	4.42%	97.94%	2.06%
< N° 200	0.074	20.60	2.06%	100.00%	0.00%
TOTAL		1000.00	100.00%		

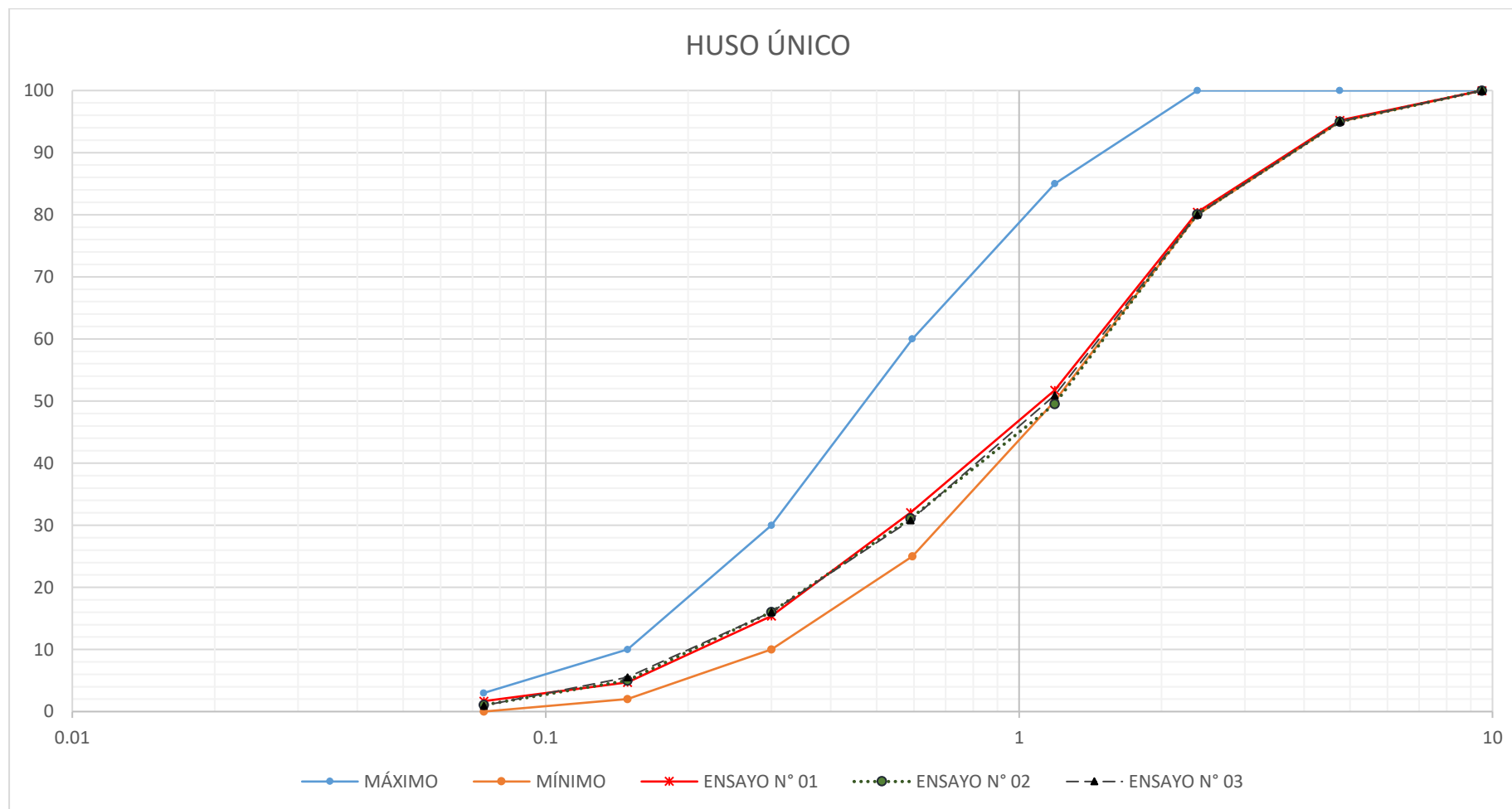
El módulo de fineza del agregado fino del Ensayo N°02 es **2.945**.

Tabla 26. Ensayo N° 03 de granulometría del agregado fino

ENSAYO N° 03					
NOMENCLATURA	MALLA ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)
3/8	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
N° 04	4.760	45.70	4.57%	4.57%	95.43%
N° 08	2.380	150.20	15.02%	19.59%	80.41%
N° 16	1.190	189.10	18.91%	38.50%	61.50%
N° 30	0.59	201.40	20.14%	58.64%	41.36%
N° 50	0.300	194.80	19.48%	78.12%	21.88%
N° 100	0.149	154.83	15.48%	93.60%	6.40%
N° 200	0.074	40.30	4.03%	97.63%	2.37%
< N° 200	0.074	23.67	2.37%	100.00%	0.00%
TOTAL		1000.00	100.00%		

El módulo de fineza del agregado fino del Ensayo N°03 es **2.930**.

Tabla 27. Gráfico Requisito granulométrico del agregado fino



Fuente: Elaboración propia en base a la NTP 400.037

Tabla 28. *Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso*

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03	PROMEDIO
Peso Mat.Sat.Sup. Seca en aire (A)	3010.00 gr	3060.00 gr	3045.00 gr	-----
Peso Mat.Sat.Sup. Seca en agua (B)	1885.00 gr	1897.00 gr	1890.40 gr	-----
Vol. de masa + Vol. De vacíos = A - B (C)	1125.00 gr	1163.00 gr	1145.50 gr	-----
Peso material seco en estufa (105°C) (D)	3000.00 gr	3051.00 gr	3034.00 gr	-----
Vol. de masa = C - (A - D) (E)	1115.00 gr	1154.00 gr	1134.50 gr	-----
Pe bulk (Base seca) = D/C	2.667	2.623	2.649	2.646 gr/cm ³
Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.676	2.631	2.658	2.655 gr/cm ³
Pe Aparente (Base seca) = D/E	2.691	2.644	2.674	2.670 gr/cm ³
% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.333%	0.295%	0.363%	0.33%

Tabla 29. *Determinación del peso específico y absorción del agregado fino*

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03	PROMEDIO
Peso Mat.Sat. Sup. Seco en aire (A)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr	-----
Peso Frasco + agua (B)	910.00 gr	913.00 gr	912.00 gr	-----
Peso Frasco + agua + A (C)	1410.00 gr	1413.00 gr	1412.00 gr	-----
Peso del Mat. + agua en el frasco (D)	1223.00 gr	1224.00 gr	1223.00 gr	-----
Vol. de masa + Vol. De vacío = C - D (E)	187.00 gr	189.00 gr	189.00 gr	-----
Peso del Mat. Seco en estufa (F)	491.00 gr	490.80 gr	490.90 gr	-----

Vol. de masa = E - (A - F) (G)	178.00 gr	179.80 gr	179.90 gr	-----
Pe bulk (Base seca) = F/E	2.626	2.597	2.597	2.607 gr/cm ³
Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.674	2.646	2.646	2.655 gr/cm ³
Pe Aparente (Base seca) = F/G	2.758	2.730	2.729	2.739 gr/cm ³
% de absorción = ((A - F) / F * 100)	1.833	1.874	1.854	1.85%

Tabla 30. *Peso unitario seco suelto del agregado grueso*

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03	PROMEDIO
Peso del molde (gr)	6420	6420	6420	----
Peso del molde + agregado (gr)	19057	19128	19133	----
Peso de agregado (gr)	12637	12708	12713	----
Volumen del recipiente (gr)	9226.00	9226.00	9226.00	----
Peso unitario seco suelto (gr/cm ³)	1.370	1.377	1.378	1.375

Tabla 31. *Peso unitario seco compactado del agregado grueso*

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03	PROMEDIO
Peso del molde (gr)	6420	6420	6420	----
Peso del molde + agregado (gr)	20179	20317	20182	----
Peso de agregado (gr)	13759	13897	13762	----
Volumen del recipiente (gr)	9226.00	9226.00	9226.00	----
Peso unitario seco compactado (gr/cm ³)	1.491	1.506	1.492	1.496

Tabla 32. *Peso unitario seco suelto del agregado fino*

ITEM	ENSAYO	ENSAYO	ENSAYO	PROMEDIO
	N° 01	N° 02	N° 03	
Peso del molde (gr)	2283	2283	2283	----
Peso del molde + agregado (gr)	6652	6599	6634	----
Peso de agregado (gr)	4369	4316	4351	----
Volumen del recipiente (gr)	2511.00	2511.00	2511.00	----
Peso unitario seco suelto (gr/cm3)	1.740	1.719	1.733	1.731

Tabla 33. *Peso unitario seco compactado del agregado fino*

ITEM	ENSAYO	ENSAYO	ENSAYO	PROMEDIO
	N° 01	N° 02	N° 03	
Peso del molde (gr)	2283	2283	2283	----
Peso del molde + agregado (gr)	6760	6758	6844	----
Peso de agregado (gr)	4477	4475	4561	----
Volumen del recipiente (gr)	2511.00	2511.00	2511.00	----
Peso unitario seco compactado (gr/cm3)	1.783	1.782	1.816	1.794

Tabla 34. *Resistencia a la abrasión del agregado grueso*

ITEM	FÓRMULA	ENSAYO	ENSAYO	ENSAYO	PROMEDIO
		N° 01	N° 02	N° 03	
Peso de tara (gr)	A	270.00	275.00	295.60	-----
Peso de tara + muestra antes de ensayo (gr)	B	5270.20	5274.60	5295.50	-----
Peso de tara + muestra después de ensayo (gr)	$\frac{C}{(B - A)}$	3747.50	3775.80	3696.70	-----
Abrasión		30.45%	29.98%	31.98%	30.80%

Tabla 35. *Peso específico de la fibra metálica*

ITEM	FÓRMULA	ENSAYO	ENSAYO	ENSAYO	PROMEDIO
		N° 01	N° 02	N° 03	

Peso Saturado Superficialmente Seco (S)	-----	20.00 gr	20.20 gr	23.50 gr	-----
Peso Saturado Superficialmente Seco + Peso de Picnómetro (C)	-----	700.50 gr	696.20 gr	699.30 gr	-----
Peso del Picnómetro + Agua (B)	-----	704.80 gr	700.00 gr	700.80 gr	-----
Peso de la Muestra Seca (A)	-----	6.20 gr	6.20 gr	6.20 gr	-----
Peso Específico de la fibra metálica	$\frac{A}{(B + S + C)}$	0.26 gr/cm ³	0.26 gr/cm ³	0.25 gr/cm ³	0.25 gr/cm ³

Tabla 36. Contenido de Humedad del agregado fino

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Peso del recipiente (g)	53.10	54.60	53.50
Peso del recipiente + muestra húmeda (g)	1105.00	976.00	1036.00
Peso del recipiente + muestra seca (g)	1066.40	941.10	999.30
Peso del agua (g)	38.60	34.90	36.70
Peso de muestra seca (g)	1013.30	886.50	945.80
Contenido de humedad (%)	3.67%	3.79%	3.74%
promedio		3.73%	

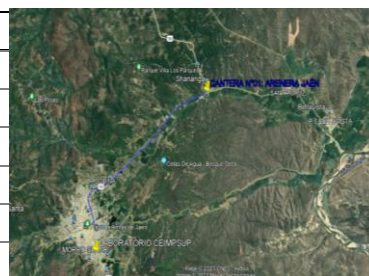
Tabla 37. Contenido de Humedad del agregado grueso

ITEM	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
Peso del recipiente (g)	62.40	60.10	61.70
Peso del recipiente + muestra húmeda (g)	2430.00	1990.00	2046.00
Peso del recipiente + muestra seca (g)	2415.80	1975.10	2035.30
Peso del agua (g)	14.20	14.90	10.70
Peso de muestra seca (g)	2353.40	1915.00	1973.60
Contenido de humedad (%)	0.60%	0.77%	0.54%
promedio		0.64%	

DISEÑO DE MEZCLAS

Tabla 38. *Diseño de mezcla patrón*

TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F´C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS		
TESISTA:	Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano		
DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO DEL MÓDULO DE FINURA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADOS			
Realizado por:	Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano		
UBICACIÓN DEL LUGAR DE EXTRACCIÓN DE LOS AGREGADOS			
Cantera de donde se extraen los materiales:	PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"		
DATUM	USO	FRANJA	
WGS-84	17	M	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	LATITUD:	05° 42' 43.74" S	
	LONGITUD:	78° 48' 47.10" O	
COORDENADAS UTM	ESTE :	742788	
	NORTE :	9368690	
	COTA :	724 m	
CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS			
		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Tamaño máximo nominal	:	-	3/4"
Peso específico de masa (gr/cm3)	:	2.607	2.646
Peso específico sss (gr/cm3)	:	2.655	2.658
Peso específico aparente (gr/cm3)	:	2.739	2.674
Peso unitario suelto seco (kg/m3)	:	1.731	1.375
Peso unitario seco compactado (kg/m3)	:	1.794	1.496
Contenido de Humedad (%)	:	3.73	0.64
Absorción (%)	:	1.85	0.33
Módulo de Finura	:	2.93	7.48
Abrasión (%)	:	-	30.80
Partículas < tamiz N°200	:	2.20%	0.84%
	AGUA	CEMENTO	
Norma :	NTP 334.088	Norma :	NTP 334.009
Peso Específico (gr/cm3) :	1.00	Tipo de Cemento :	Pacasmayo Tipo I
		Peso Específico (gr/cm3) :	3.09



DISEÑO DE MEZCLA - PATRÓN			
Selección de la resistencia requerida (f'cr):	f'cr=	231	kg/cm2
f'c= 210 kg/cm2			
Asentamiento de diseño de la mezcla :	Consistencia plástica =	3" a 4"	
Selección del contenido de agua :	205 L/m3	Contenido de aire atrapado :	2%
Aire incorporado:	No	Aire total:	2%
Selección de la relación a/c :	0.68		
Cálculo del contenido de cemento:	Agua / a/c	301.47	kg/m3
Cálculo de la suma de los volúmenes absolutos de todos los componentes sin incluir los agregados:			
	cemento =	0.0976 m3	7.09 bolsas
	agua =	0.2050 m3	
	aire =	0.0200 m3	
	suma de volúmenes =	0.3226 m3	
Volumen absoluto de los agregados:		0.6774 m3	
Módulo de finura de combinación de agregados:		5.05	
Cálculo del porcentaje del agregado fino:			
		=	53.41 %
<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> $\%Ag.Fino = \frac{m_g - m}{m_g - m_f} * 100$ </div>			
Cálculo del porcentaje del agregado grueso:	46.59 %	=	0.3156 m3
Vacios por corregir del agregado grueso:	3.44 %	(31.56% de 35%)	(inferior al 5%)
Volumenes absolutos:			
	cemento =	0.0976 m3	
	agua =	0.2050 m3	
	aire =	0.0200 m3	
	agregado fino =	0.3618 m3	
	agregado grueso =	0.3156 m3	
Materiales de diseño:			
	cemento =	301.47 Kg	
	agua de diseño =	205 L	
	agregado fino seco =	943.20 Kg	
	agregado grueso seco =	835.19 Kg	
Aporte de humedad de agregados:			
	agregado fino =	17.73	
	agregado grueso =	2.59	
	total =	20.32	
Materiales corregidos por humedad:			
	cemento =	301.47 Kg	

agua efectiva	=	184.68	L		
agregado fino húmedo	=	978.38	Kg		
agregado grueso húmedo	=	840.53	Kg		
aire total	=	2%			
Proporcionamiento:					
Proporción en peso:		Proporción en volumen:			
Cemento	:	1	Cemento	:	1
Agregado fino	:	3.25	Agregado fino	:	2.69
Agregado grueso	:	2.79	Agregado grueso	:	2.76
Agua efectiva	:	26.0	Agua efectiva	:	26.04
		4			a
		a			a

Materiales húmedos para una mezcla de prueba			
Tanda de:	0.02	m ³	
Cemento	:	6029.41	g
Agregado fino	:	19567.66	g
Agregado grueso	:	16810.62	g
Agua efectiva	:	3693.57	Lt/bolsa

TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F´C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS

TESISTA : Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano
CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS DE LOS VALORES DE DISEÑO

Realizado por : Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano
CORRECCIÓN A PARTIR DE LOS VALORES DE DISEÑO

Cantera de donde se extraen los materiales = PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"

Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m ³	Cemento	:	301.47	Kg/m ³
	Agua Efectiva	:	184.68	lt/m ³
	Agregado Fino Húmedo	:	978.38	Kg/m ³
	Agregado Grueso Húmedo	:	840.53	Kg/m ³

Relación Agua / Cemento Efectiva : 0.61

	Cemento	:	42.5	Kg/bls
	Agua Efectiva	:	26.0	lt/bls
	Agregado fino húmedo	:	137.9	Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	118.5	Kg/bls

Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	:	1
	Agregado fino húmedo	:	3.25
	Agregado grueso húmedo	:	2.79
	Agua Efectiva	:	26.0
			lt / saco

CORRECCIÓN POR APARIENCIA, ASENTAMIENTO, AGUA ADICIONAL Y CONTENIDO DE AIRE

CORRECCIÓN A PARTIR DE LOS VALORES DE OBTENIDOS

Cantera de donde se extraen los materiales = PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"			
Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	3.73 %
	Agregado Grueso	:	0.64 %
Absorción de los Componentes	Agregado Fino	:	1.85 %
	Agregado Grueso	:	0.33 %
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Fino	:	1.88 %
	Agregado Grueso	:	0.31 %
Materiales de diseño por tanda (0.02 m3)	Cemento	:	6.03 Kg/tanda
	Agua de diseño	:	4.10 lt/tanda
	Agregado Fino seco	:	18.86 Kg/tanda
	Agregado Grueso seco	:	16.70 Kg/tanda
Materiales corregidos por humedad por tanda (0.02 m3)	Cemento	:	6.03 Kg/tanda
	Agua Efectiva	:	3.69 lt/tanda
	Agregado fino húmedo	:	19.57 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo	:	16.81 Kg/tanda
Datos obtenidos en laboratorio	Apariencia	:	Homogenea
	Asentamiento	:	10.51 cm
	Agua adicional	:	220.00 cm3
	Contenido de Aire	:	-1.64 %
	Peso Unitario del Concreto	:	2304.29 Kg/m3
Tanda de mezclado	Cemento	:	6.03 Kg/tanda
	Agua Añadida	:	3.91 lt/tanda
	Agregado fino húmedo	:	19.57 Kg/tanda
	Agregado grueso húmedo	:	16.81 Kg/tanda
	Peso de la Tanda	:	46.32 Kg/tanda
Rendimiento	Rendimiento de la tanda	:	0.02010 m3/tanda 2 a
Agua de mezclado por tanda	Aporte del Agregado Fino	:	0.35 lt/tanda
	Aporte del Agregado Grueso	:	0.05 lt/tanda
	Agua Añadida	:	3.91 lt/tanda
	Agua de mezclado por tanda	:	4.31 lt/tanda
Agua de mezclado por m3, corrección por agua adicional	Agua de mezclado por m3	:	214.58 lt/m3
Corrección por asentamiento (Incremento de 2 lt por cada	Asentamiento deseado	:	9.00 cm
	Asentamiento obtenido	:	10.51 cm
	Disminuir asentamiento en	:	-1.51 cm

incremento de 1 cm en asentamiento)	Disminuir el agua de mezcla en	:	-3.02	lt/m3
Agua de mezclado por m3, corrección por asentamiento	Agua de mezclado por m3	:	211.56	lt/m3
Corrección por contenido de aire (Incremento de 3 lt por cada disminución de 1 % en el contenido de aire)	Contenido de aire deseado	:	2.00	%
	Contenido de aire obtenido	:	-1.64	%
	Incrementar el contenido de aire en	:	3.64	%
	Disminuir el agua de mezcla en	:	-10.92	lt/m3
Agua de mezclado por m3, corrección por contenido de aire	Agua de mezclado por m3	:	200.64	lt/m3
Corrección por apariencia de la mezcla (Método de los volúmenes absolutos)	Agua de diseño	:	0.2006	m3
	Cemento	:	0.0955	m3
	Aire atrapado	:	0.0200	m3
	Agregado grueso	:	0.3027	m3
	Agregado fino	:	0.3812	m3
Nuevos Materiales de Diseño	Agua de diseño	:	200.60	lt/m3
	Cemento	:	295.10	Kg/m3
	Agregado grueso	:	801.00	Kg/m3
	Agregado fino	:	993.74	Kg/m3
	Aire atrapado	:	2.00	%
CORRECCIÓN A PARTIR DE LOS VALORES DE OBTENIDOS				
Cantera de donde se extraen los materiales = PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"				
Materiales de Diseño	Cemento	:	295.10	Kg/m3
	Agua de diseño	:	200.60	lt/m3
	Agregado Fino seco	:	993.74	Kg/m3
	Agregado Grueso seco	:	801.00	Kg/m3
Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	3.20	%
	Agregado Grueso	:	0.26	%
Absorción de los Componentes	Agregado Fino	:	1.85	%
	Agregado Grueso	:	0.33	%
Peso Húmedo de los Componentes	Agregado Fino	:	1025.50	Kg/m3
	Agregado Grueso	:	803.10	Kg/m3
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Fino	:	1.35	%
	Agregado Grueso	:	-0.07	%
Aporte de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	13.40	lt/m3
	Agregado Grueso	:	-0.60	lt/m3
	Aporte Total	:	12.80	lt/m3
Agua Efectiva	Agua Efectiva	:	187.80	lt/m3
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3	Cemento	:	295.10	Kg/m3
	Agua Efectiva	:	187.80	lt/m3
	Agregado Fino Húmedo	:	1025.50	Kg/m3
	Agregado Grueso Húmedo	:	803.10	Kg/m3
Relación Agua / Cemento Efectiva		:	0.64	
	Cemento	:	42.5	Kg/bls
	Agua Efectiva	:	27.0	lt/bls

Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Agregado fino húmedo	:	147.7	Kg/bls
	Agregado grueso húmedo	:	115.7	Kg/bls
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado.	Cemento	:	1	
	Agregado fino húmedo	:	3.48	
	Agregado grueso húmedo	:	2.72	
	Agua Efectiva	:	27.0	lt / saco

Tabla 39. *Diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 2%*

DISEÑO DE MEZCLA - ADICIÓN DEL 2%			
Selección de la resistencia requerida (f'_{cr}):	$f'_{cr} =$	231	kg/cm ²
$f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$			
Asentamiento de diseño de la mezcla :	Consistencia plástica =	3" a 4"	
Selección del contenido de agua :	205 L/m ³	Contenido de aire atrapado :	2%
Aire incorporado:	No	Aire total:	2%
Selección de la relación a/c :	0.68	Pe fibra:	0.26 gr/cm ³
Materiales de diseño con 0.00% de adición de fibra metálica:			
cemento =	295.10	Kg	
agua de diseño =	200.60	L	
agregado fino seco =	993.74	Kg	
agregado grueso seco =	801.00	Kg	
Aire atrapado =	2.00	%	
Volúmenes absolutos de materiales de diseño con 0.00% de adición de fibra metálica:			
Agua de diseño :	0.201	m ³	
Cemento :	0.096	m ³	
Agregado grueso seco :	0.303	m ³	
Agregado fino seco :	0.381	m ³	
Aire atrapado :	0.020	m ³	
Porcentaje de agregados en la mezcla			
Agregado grueso seco :	44.26	%	
Agregado fino seco :	55.74	%	
Volúmenes absolutos de materiales de diseño con 2.0% de adición de fibra metálica:			
Agua de diseño :	0.201	m ³	
Cemento :	0.096	m ³	
Fibra :	0.020	m ³	
Agregado grueso seco :	0.294	m ³	
Agregado fino seco :	0.370	m ³	
Aire atrapado :	0.020	m ³	

Tabla 40. Corrección a partir de los valores obtenidos del diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 2%

CORRECCIÓN A PARTIR DE LOS VALORES DE OBTENIDOS			
Cantera de donde se extraen los materiales = PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"			
Materiales de Diseño	Cemento	:	295.1 Kg/m 0 3
	Agua de diseño	:	200.6 lt/m3 0
	Fibra	:	5.20 Kg/m 3
	Agregado Fino seco	:	964.7 Kg/m 4 3
	Agregado Grueso seco	:	777.5 Kg/m 0 3
Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	3.20 %
	Agregado Grueso	:	0.26 %
Absorción de los Componentes	Agregado Fino	:	1.85 %
	Agregado Grueso	:	0.33 %
Peso Húmedo de los Componentes	Agregado Fino	:	995.6 Kg/m 0 3
	Agregado Grueso	:	779.5 Kg/m 0 3
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Fino	:	1.35 %
	Agregado Grueso	:	-0.07 %
Aporte de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	13.00 lt/m3
	Agregado Grueso	:	-0.50 lt/m3
	Aporte Total	:	12.50 lt/m3
Agua Efectiva	Agua Efectiva	:	188.1 lt/m3 0
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3	Cemento	:	295.1 Kg/m 0 3
	Agua Efectiva	:	188.1 lt/m3 0
	Fibra	:	5.20 Kg/m 3
	Agregado Fino Húmedo	:	995.6 Kg/m 0 3
	Agregado Grueso Húmedo	:	779.5 Kg/m 0 3
Relación Agua / Cemento Efectiva		:	0.64
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	27.1 lt/bls
	Fibra	:	0.749 Kg/m 3
	Agregado Fino Húmedo	:	143.4 Kg/m 3

Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del Agregado.	Agregado Grueso Húmedo	:	112.3	Kg/bls
	Cemento	:	1	
	Fibra	:	0.017	
			6	
	Agregado fino húmedo	:	3.37	
	Agregado grueso húmedo	:	2.64	
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad para una tanda =0.02m3	Agua Efectiva	:	27.1	lt / saco
	Cemento	:	5.902	Kg
	Agregado fino	:	19.91	Kg
	Agregado grueso	:	15.59	Kg
	Fibra metálica	:	0.104	Kg
	Agua Efectiva	:	3.8	lt / saco

Tabla 41. *Diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 4%*

DISEÑO DE MEZCLA - ADICIÓN DEL 4%			
Selección de la resistencia requerida (f'cr):	f'cr=	231	kg/cm2
f'c= 210 kg/cm2			
Asentamiento de diseño de la mezcla :	Consistencia plástica =	3" a 4"	
Selección del contenido de agua :	205 L/m3	Contenido de aire atrapado :	2%
Aire incorporado:	No	Aire total:	2%
Selección de la relación a/c :	0.68	Pe fibra:	0.26 gr/cm3
Materiales de diseño con 0.00% de adición de fibra metálica:			
cemento =	295.10	Kg	
agua de diseño =	200.60	L	
agregado fino seco =	993.74	Kg	
agregado grueso seco =	801.00	Kg	
Aire atrapado =	2.00	%	
Volúmenes absolutos de materiales de diseño con 0.00% de adición de fibra metálica:			
Agua de diseño :	0.201	m3	
Cemento :	0.096	m3	
Agregado grueso seco :	0.303	m3	
Agregado fino seco :	0.381	m3	
Aire atrapado :	0.020	m3	
Porcentaje de agregados en la mezcla			
Agregado grueso seco :	44.26	%	
Agregado fino seco :	55.74	%	
Volúmenes absolutos de materiales de diseño con 4.0% de adición de fibra metálica:			
Agua de diseño :	0.201	m3	

Cemento	:	0.096	m ³
Fibra	:	0.040	m ³
Agregado grueso seco	:	0.285	m ³
Agregado fino seco	:	0.359	m ³
Aire atrapado	:	0.020	m ³

Tabla 42. Corrección a partir de los valores obtenidos del diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 4%

CORRECCIÓN A PARTIR DE LOS VALORES DE OBTENIDOS			
Cantera de donde se extraen los materiales = PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"			
Materiales de Diseño	Cemento	:	295.103 Kg/m ³
	Agua de diseño	:	200.60 lt/m ³
	Fibra		10.40 Kg/m ³
	Agregado Fino seco	:	935.683 Kg/m ³
	Agregado Grueso seco	:	754.083 Kg/m ³
Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	4.20 %
	Agregado Grueso	:	0.70 %
Absorción de los Componentes	Agregado Fino	:	1.85 %
	Agregado Grueso	:	0.33 %
Peso Húmedo de los Componentes	Agregado Fino	:	975.003 Kg/m ³
	Agregado Grueso	:	759.403 Kg/m ³
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Fino	:	2.35 %
	Agregado Grueso	:	0.37 %
Aporte de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	22.00 lt/m ³
	Agregado Grueso	:	2.80 lt/m ³
	Aporte Total	:	24.80 lt/m ³
Agua Efectiva	:	175.80	lt/m ³
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m ³	Cemento	:	295.103 Kg/m ³
	Agua Efectiva	:	175.80
	Fibra		10.40 Kg/m ³
	Agregado Fino Húmedo	:	975.003 Kg/m ³
	Agregado Grueso Húmedo	:	759.403 Kg/m ³

Relación Agua / Cemento Efectiva	:	0.60	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	25.3 lt/bls
	Fibra	:	1.498 Kg/m ³
	Agregado Fino Húmedo	:	140.4 Kg/m ³
	Agregado Grueso Húmedo	:	109.4 Kg/bls
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del Agregado.	Cemento	:	1
	Fibra	:	0.035
	Agregado fino húmedo	:	3.30
	Agregado grueso húmedo	:	2.57
	Agua Efectiva	:	25.3 lt / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad para una tanda =0.02m ³ (Para una adición del 4% de fibra metálica)	Cemento	:	5.902 Kg
	Agregado fino	:	19.50 Kg
	Agregado grueso	:	15.19 Kg
	Fibra metálica	:	0.208 Kg
	Agua Efectiva	:	3.5 lt / saco

Tabla 43. *Diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 6%*

DISEÑO DE MEZCLA - ADICIÓN DEL 6%			
Selección de la resistencia requerida (f'_{cr}):	$f'_{cr} =$	231	kg/cm ²
$f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$			
Asentamiento de diseño de la mezcla :	Consistencia plástica =	3" a 4"	
Selección del contenido de agua :	205 L/m ³	Contenido de aire atrapado :	2%
Aire incorporado:	No	Aire total:	2%
Selección de la relación a/c :	0.68	Pe fibra:	0.26 gr/cm ³
Materiales de diseño con 0.00% de adición de fibra metálica:			
cemento =	295.10	Kg	
agua de diseño =	200.60	L	
agregado fino seco =	993.74	Kg	
agregado grueso seco =	801.00	Kg	
Aire atrapado =	2.00	%	
Volúmenes absolutos de materiales de diseño con 0.00% de adición de fibra metálica:			
Agua de diseño :	0.201	m ³	
Cemento :	0.096	m ³	
Agregado grueso seco :	0.303	m ³	
Agregado fino seco :	0.381	m ³	

Aire atrapado	:	0.020	m3
Porcentaje de agregados en la mezcla			
Agregado grueso seco	:	44.26	%
Agregado fino seco	:	55.74	%
Volúmenes absolutos de materiales de diseño con 6.0% de adición de fibra metálica:			
Agua de diseño	:	0.201	m3
Cemento	:	0.096	m3
Fibra	:	0.060	m3
Agregado grueso seco	:	0.276	m3
Agregado fino seco	:	0.348	m3
Aire atrapado	:	0.020	m3

Tabla 44. Corrección a partir de los valores obtenidos del diseño de mezcla con adición de fibra metálica al 6%

CORRECCIÓN A PARTIR DE LOS VALORES DE OBTENIDOS			
Cantera de donde se extraen los materiales = PLANTA DE CHANCADO "ARENERA JAÉN"			
Materiales de Diseño	Cemento	:	295.10 Kg/m3
	Agua de diseño	:	200.60 lt/m3
	Fibra	:	15.60 Kg/m3
	Agregado Fino seco	:	906.61 Kg/m3
	Agregado Grueso seco	:	730.66 Kg/m3
	Contenido de Humedad de los Componentes	Agregado Fino	:	3.95 %
Absorción de los Componentes	Agregado Grueso	:	0.84 %
	Agregado Fino	:	1.85 %
Peso Húmedo de los Componentes	Agregado Grueso	:	0.33 %
	Agregado Fino	:	942.40 Kg/m3
Humedad Superficial de los Componentes	Agregado Grueso	:	736.80 Kg/m3
	Agregado Fino	:	2.10 %
Aporte de Humedad de los Componentes	Agregado Grueso	:	0.51 %
	Agregado Fino	:	19.00 lt/m3
	Agregado Grueso	:	3.70 lt/m3
Agua Efectiva	Aporte Total	:	22.70 lt/m3
	Agua Efectiva	:	177.90 lt/m3
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser empleados en las mezclas de prueba por m3	Cemento	:	295.10 Kg/m3
	Agua Efectiva	:	177.90 lt/m3
	Fibra	:	15.60 Kg/m3
	Agregado Fino Húmedo	:	942.40 Kg/m3
	Agregado Grueso Húmedo	:	736.80 Kg/m3
Relación Agua / Cemento Efectiva	:	0.60	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de un saco de Cemento.	Cemento	:	42.5 Kg/bls
	Agua Efectiva	:	25.6 lt/bls
	Fibra	:	2.247 Kg/m3

	Agregado Fino Húmedo	:	135.7	Kg/m ³
	Agregado Grueso Húmedo	:	106.1	Kg/bls
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad del Agregado.	Cemento	:	1	
	Fibra		0.0529	
	Agregado fino húmedo	:	3.19	
	Agregado grueso húmedo	:	2.50	
	Agua Efectiva	:	25.6	lt / saco
Proporción en peso de los materiales corregidos por humedad para una tanda =0.02m ³ (Para una adición del 6% de fibra metálica)	Cemento	:	5.902	Kg
	Agregado fino	:	18.85	Kg
	Agregado grueso	:	14.74	Kg
	Fibra metálica	:	0.312	Kg
	Agua Efectiva	:	3.6	lt / saco

RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Tabla 45. Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM ² REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		PATRÓN	Edad:	7 días	f'c:	210 kg/cm ²
Código	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm ²)	% del f'c
M-1	15.20	181.46	276.3	28174.8	155.27	73.94 %
M-2	15.02	177.19	284.6	29021.1	163.79	77.99 %
M-3	15.20	181.46	279.4	28490.9	157.01	74.77 %
M-4	15.00	176.71	276.5	28195.2	159.55	75.98 %
M-5	15.20	181.46	277.4	28286.9	155.89	74.23 %
M-6	15.20	181.46	276.9	28235.9	155.61	74.10 %
M-7	15.14	180.03	277.8	28327.7	157.35	74.93 %
M-8	15.00	176.71	279.1	28460.3	161.05	76.69 %
M-9	15.20	181.46	278.2	28368.5	156.34	74.45 %
M-10	15.20	181.46	276.8	28225.7	155.55	74.07 %

Tabla 46. Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F´C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		PATRÓN	Edad:	14 días	f´c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f´c obtenido (kg/cm2)	% del f´c
M-1	15.20	181.46	345.1	35190.4	193.93	92.35 %
M-2	15.14	180.03	339.2	34588.8	192.13	91.49 %
M-3	15.20	181.46	337.6	34425.6	189.72	90.34 %
M-4	15.20	181.46	337.9	34456.2	189.88	90.42 %
M-5	15.00	176.71	341.8	34853.9	197.23	93.92 %
M-6	15.00	176.71	346.7	35353.6	200.06	95.27 %
M-7	15.14	180.03	342.5	34925.3	194.00	92.38 %
M-8	15.14	180.03	348.7	35557.5	197.51	94.05 %
M-9	15.00	176.71	351.3	35822.6	202.71	96.53 %
M-10	15.20	181.46	342.8	34955.9	192.64	91.73 %

Tabla 47. Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F´C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		PATRÓN	Edad:	28 días	f´c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f´c obtenido (kg/cm2)	% del f´c
M-1	15.20	181.46	419.7	42797.5	235.85	112.31 %
M-2	15.14	180.03	415.3	42348.8	235.23	112.02 %
M-3	15.14	180.03	428.6	43705.0	242.77	115.60 %
M-4	15.00	176.71	398.1	40594.9	229.72	109.39 %
M-5	15.14	180.03	420.6	42889.3	238.24	113.45 %
M-6	15.20	181.46	421.7	43001.4	236.98	112.85 %
M-7	15.14	180.03	420.1	42838.3	237.95	113.31 %
M-8	15.20	181.46	415.3	42348.8	233.38	111.13 %
M-9	15.00	176.71	422.7	43103.4	243.92	116.15 %
M-10	15.00	176.71	419.6	42787.3	242.13	115.30 %

Tabla 48. Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño con adición de fibra metálica al 2%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS					
TESISTA:	Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano					
Diseño:	ADICIÓN DEL 2%		Edad:	7 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.14	180.03	294.6	30040.8	166.87	79.46 %
M-2	15.20	181.46	299.6	30550.7	168.36	80.17 %
M-3	15.00	176.71	300.4	30632.3	173.34	82.54 %
M-4	15.20	181.46	302.9	30887.2	170.22	81.06 %
M-5	15.20	181.46	303.6	30958.6	170.61	81.24 %
M-6	15.14	180.03	306.8	31284.9	173.78	82.75 %
M-7	15.00	176.71	300.7	30662.9	173.52	82.63 %
M-8	15.14	180.03	304.8	31081.0	172.64	82.21 %
M-9	15.20	181.46	307.1	31315.5	172.58	82.18 %
M-10	15.00	176.71	301.9	30785.2	174.21	82.96 %

Tabla 49. Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño con adición de fibra metálica al 2%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS					
TESISTA:	Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano					
Diseño:	ADICIÓN DEL 2%		Edad:	14 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.20	181.46	370.6	37790.7	208.26	99.17 %
M-2	15.20	181.46	379.7	38718.6	213.37	101.61 %
M-3	15.14	180.03	371.1	37841.7	210.20	100.09 %
M-4	15.14	180.03	368.6	37586.7	208.78	99.42 %
M-5	15.14	180.03	372.6	37994.6	211.05	100.50 %
M-6	15.00	176.71	363.4	37056.5	209.70	99.86 %
M-7	15.20	181.46	351.3	35822.6	197.42	94.01 %
M-8	15.14	180.03	364.2	37138.1	206.29	98.23 %
M-9	15.20	181.46	367.0	37423.6	206.24	98.21 %
M-10	15.00	176.71	365.8	37301.2	211.08	100.52 %

Tabla 50. Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño con adición de fibra metálica al 2%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 2%	Edad:	28 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm ²)	% del f'c
M-1	15.00	176.71	440.5	44918.5	254.19	121.04 %
M-2	15.14	180.03	437.8	44643.2	247.98	118.08 %
M-3	15.00	176.71	433.7	44225.1	250.26	119.17 %
M-4	15.00	176.71	446.8	45560.9	257.82	122.77 %
M-5	15.20	181.46	438.6	44724.8	246.47	117.37 %
M-6	15.20	181.46	442.4	45112.2	248.61	118.39 %
M-7	15.00	176.71	430.3	43878.4	248.30	118.24 %
M-8	15.20	181.46	445.5	45428.4	250.35	119.21 %
M-9	15.20	181.46	437.3	44592.2	245.74	117.02 %
M-10	15.00	176.71	426.7	43511.3	246.22	117.25 %

Tabla 51. Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño con adición de fibra metálica al 4%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 4%	Edad:	7 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm ²)	% del f'c
M-1	15.14	181.46	289.6	29531.0	162.74	77.50 %
M-2	15.20	176.71	294.6	30040.8	170.00	80.95 %
M-3	15.00	176.71	288.5	29418.8	166.48	79.28 %
M-4	15.20	180.03	297.4	30326.4	168.45	80.22 %
M-5	15.20	176.71	281.9	28745.8	162.67	77.46 %

Tabla 52. Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño con adición de fibra metálica al 4%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 4%	Edad:	14 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.20	181.46	350.2	35710.5	196.80	93.71 %
M-2	15.14	180.03	346.5	35333.2	196.26	93.46 %
M-3	15.20	181.46	354.9	36189.7	199.44	94.97 %
M-4	15.20	176.71	350.1	35700.3	202.03	96.20 %
M-5	15.00	180.03	348.7	35557.5	197.51	94.05 %

Tabla 53. Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño con adición de fibra metálica al 4%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 4%	Edad:	28 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.00	180.03	430.1	43858.0	243.61	116.01 %
M-2	15.14	176.10	420.4	42868.9	243.43	115.92 %
M-3	15.00	176.10	419.8	42807.7	243.09	115.76 %
M-4	15.00	181.46	417.3	42552.8	234.50	111.67 %
M-5	15.20	180.03	415.7	42389.6	235.46	112.12 %

Tabla 54. Resultado de la resistencia a la compresión a los 7 días del diseño con adición de fibra metálica al 6%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 6%	Edad:	7 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.14	181.46	264.7	26991.9	148.75	70.83 %
M-2	15.20	181.46	275.0	28042.2	154.54	73.59 %
M-3	15.00	180.03	278.3	28378.7	157.63	75.06 %
M-4	15.20	176.71	280.6	28613.2	161.92	77.11 %
M-5	15.20	180.03	260.1	26522.8	147.32	70.15 %

Tabla 55. Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días del diseño con adición de fibra metálica al 6%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 6%	Edad:	14 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.20	180.03	340.1	34680.5	192.64	91.73 %
M-2	15.14	176.71	335.6	34221.7	193.66	92.22 %
M-3	15.20	181.46	330.0	33650.6	185.44	88.31 %
M-4	15.20	180.03	337.4	34405.2	191.11	91.00 %
M-5	15.00	176.71	341.8	34853.9	197.24	93.92 %

Tabla 56. Resultado de la resistencia a la compresión a los 28 días del diseño con adición de fibra metálica al 6%

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO						
TESIS:		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'C= 210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS				
TESISTA:		Bach. Ing. Civil José Marlon Guerrero Serrano				
Diseño:		ADICIÓN DEL 6%	Edad:	28 días	f'c: 210 kg/cm2	
Código	Diámetro (cm)	Área (cm2)	Lec. Dail (kN)	Carga de rotura (Kg)	f'c obtenido (kg/cm2)	% del f'c
M-1	15.00	181.46	400.6	40849.8	225.12	107.20 %
M-2	15.14	181.46	410.1	41818.6	230.46	109.74 %
M-3	15.00	180.03	388.5	39616.0	220.05	104.79 %
M-4	15.00	176.10	397.6	40543.9	230.23	109.63 %
M-5	15.20	176.10	390.1	39779.1	225.89	107.57 %

ANEXOS

FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO UTILIZADO



Pacasmayo

Planta: Piura

CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Viviero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 04

08 de mayo de 2023

Cemento Portland Tipo I

Periodo de despacho 01 de mayo de 2023 - 31 de mayo de 2023

REQUISITOS NORMALIZADOS

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

QUÍMICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
MgO (%)	6.0 máx.	1.2
SO ₃ (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.2
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

FÍSICOS

Requisitos	Especificación	Resultado de ensayos
Contenido de aire del mortero (volumen %)	12 máx.	5
Superficie específica (cm ² /g)	2800 mín.	3980
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.02
Densidad (g/cm ³)	A	3.09
Resistencia a la compresión (MPa)		
1 día	A	15.1
3 días	12.0 mín.	27.5
7 días	19.0 mín.	32.2
28 días *	28.0 mín.	40.1
Tiempo de fraguado Vicat (minutos)		
Inicial	45 mín.	142
Final	375 máx.	260

A No especifica

* Requisito opcional

El (la) RC 28 días corresponde al mes de abril del 2023

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo de envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.2020.

Ing. Edward Diaz Soldevilla

Superintendente de Control de Calidad

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.

CERTIFICADO DE PERMISO DE USO DE LABORATORIO EXTERNO PARA LA REALIZACIÓN DE ENSAYOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

<http://www.unc.edu.pe>

"Año de la Unidad, la paz y el desarrollo"

Cajamarca, Martes 2 de Mayo del 2023

OFICIO N° 00307-2023-EAPIC-UNC

Señor : GUERRERO SERRANO JOSE MARLON
SIN CARGO

Asunto : AUTORIZACIÓN PARA USO DE LABORATORIO - JOSÉ MARLON GUERRERO SERRANO

PRESENTE:

Con mi especial consideración:

Es grato dirigirme a usted, para saludarle cordialmente y, al mismo tiempo, autorizar el uso de laboratorio externo, para que realice sus ensayos de su proyecto de tesis titulado: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE F'c=210 KG/CM2 REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS", en la Empresa - GRUPO EDIAM S.A.C.

Agradeciendo por anticipado la atención que le brinde al presente, hago propicia la ocasión para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACTORIA DE INGENIERIA
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil
Mg. Ing. Héctor Hugo Miranda Tejada
DIRECTOR

Atentamente,

MIRANDA TEJADA HECTOR HUGO
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL
FIRMA

H. 10-05-23
Girona



Av. Atahualpa 1050, Cajamarca - Perú
Oficina 106

1 - 1

Telf.: (+51)076-599220 Anexo: 1217
mesadepartes@unc.edu.pe

N° 0050962-2023. Este documento puede ser consultado y verificado en <http://tramitedocumentaria.unc.edu.pe/QueryOficina/Documento>. Escanee el código QR para consultar estado de trámite.

CONSTANCIA DE USO DE LABORATORIO

CEIMSUP

CENTRO DE INVESTIGACION DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidroviarios, de impacto ambiental y control de calidad en obras de Ingeniería



GRUPO EDICAM S.A.C.

Cal. Capitan Quiñones Nro. 100 Urb. Cercado Jaén Cajamarca - Jaén - Jaén
Email: grupoedicamsac@gmail.com
Ejecución, Supervisión De Obras, Elaboración De Expedientes Técnicos, Estudios Topográficos Control De Calidad, Estudios Geotécnicos, Estudios De Mecánica De Suelos, Estudios De Canteras, Tecnología Del Concreto, Tecnología Del Asfalto, Diseño De Pavimentos y Servicios en General.

CONSTANCIA

El que suscribe es, Sr. EDIN DELGADO CHINGO, identificado con DNI N° 73140904, en calidad de Gerente General de "GRUPO EDICAM S.A.C" con Numero de Ruc: 20606920751 y CEIMSUP-CENTRO DE INVESTIGACION DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS, con certificación INDECOP: 00128427, empresa dedicada al servicios de estudios geotécnicos, geológicos, geofísicos, de mecánica de suelos, de tecnología del concreto y asfalto, hidrológicos, hidráulicos, de impacto ambiental y control de calidad en obras de ingeniería, desde la fecha 23 de febrero de 2021.

HACE CONSTAR:

Que el SR. JOSÉ MARLON GUERRERO SERRANO, identificado con DNI N° 72541737, ex alumno de la escuela académico profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Cajamarca; ha realizado trabajos en el laboratorio CEIMSUP-CENTRO DE INVESTIGACION DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS, para la tesis titulada: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO DE $f'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ REFORZADO CON ADICIÓN DE FIBRAS METÁLICAS" dichos ensayos se realizaron desde el 25 de febrero hasta el 01 de abril del 2023 llevándose a cabo las siguientes actividades:

- Realización de los ensayos para la evaluación de los materiales utilizados en el diseño de mezcla: análisis granulométrico del agregado grueso, análisis granulométrico del agregado fino, contenido de humedad del agregado fino y grueso, peso unitario suelto y varillado del agregado fino y grueso, material pasante el tamiz N°200, peso específico y absorción del agregado grueso, gravedad específica y absorción del agregado fino.
- Elaboración de los testigos cilindricos de concreto $f_c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$ con agregados de la cantera Arenera Jaén.
- Elaboración de los testigos cilindricos de concreto $f_c=210\text{ kg}/\text{cm}^2$ adicionando fibra metálica.
- Finalmente se realizaron las roturas de los testigos cilindricos de concreto a compresión.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado.



Jaén, 05 de Abril del 2023.





Reporte de Ficha RUC

Lima, 18/04/2023

GRUPO EDICAM S.A.C.

20606920751

Información General del Contribuyente	
Código y descripción de Tipo de Contribuyente	39 SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Fecha de Inscripción	19/11/2020
Fecha de Inicio de Actividades	19/11/2020
Estado del Contribuyente	ACTIVO
Dependencia SUNAT	0163 - I.R.CAJAMARCA-MEPECO
Condición del Domicilio Fiscal	HABIDO
Emisor electrónico desde	08/02/2021
Comprobantes electrónicos	FACTURA (desde 08/02/2021)

Datos del Contribuyente	
Nombre Comercial	CEIMSUP
Tipo de Representación	-
Actividad Económica Principal	7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA
Actividad Económica Secundaria 1	7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS
Actividad Económica Secundaria 2	- - -
Sistema Emisión Comprobantes de Pago	MANUAL
Sistema de Contabilidad	COMPUTARIZADO
Código de Profesión / Oficio	-
Actividad de Comercio Exterior	SIN ACTIVIDAD
Número Fax	-
Teléfono Fijo 1	-
Teléfono Fijo 2	-
Teléfono Móvil 1	76 - 965684727
Teléfono Móvil 2	76 - 941633428
Correo Electrónico 1	grupoedicamsac@gmail.com
Correo Electrónico 2	-

Domicilio Fiscal	
Actividad Económica Principal	7110 - ACTIVIDADES DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA Y ACTIVIDADES CONEXAS DE CONSULTORÍA TÉCNICA
Departamento	CAJAMARCA
Provincia	JAEN
Distrito	JAEN
Tipo y Nombre Zona	URB. CERCADO JAEN
Tipo y Nombre Vía	CAL. CAPITAN QUIÑONES
Nro	100

Página 1 de 4



RUC N° 20606920751

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES**CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN
PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA****GRUPO EDICAM S.A.C.**

Domiciliado en: CAL. CAPITAN QUIÑONES NRO. 100 URB. CERCADO JAEN CAJAMARCA JAEN JAEN
(Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

CONSULTOR DE OBRAS

Vigencia para ser : Desde 07/02/2021
participante, postor
y contratista

Especialidades Ley : 3 - Consultoría en obras de saneamiento y
30225 afines - Categoría A
4 - Consultoría en obras
electromecánicas, energéticas,
telecomunicaciones y afines - Categoría A
5 - Consultoría en obras de represas ,
irrigaciones y afines - Categoría A
1 - Consultoría en obras urbanas
edificaciones y afines - Categoría A (*)
2 - Consultoría en obras viales, puertos y
afines - Categoría A

FECHA IMPRESIÓN: 20/04/2023

Nota:

* De acuerdo al artículo 15 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por D.S. N° 344-2018-EF, vigente a partir del 30/01/2019, la especialidad se denomina "Consultoría de obras en edificaciones y afines".

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción [Verifique su Inscripción.](#)

[Retornar](#)[Imprimir](#)

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 4. Trituración y método de separación de los agregados en cantera.



Figura 5. Vista general de la Cantera "ARENERA JAÉN"



Figura 6. Ubicación del Torno en el mapa satelital obtenida del Google Maps.



Figura 7. Máquina del Torno de donde se obtuvieron las fibras metálicas, las cuales fueron utilizadas para esta investigación.



Figura 8. Ensayo de granulometría del agregado grueso.

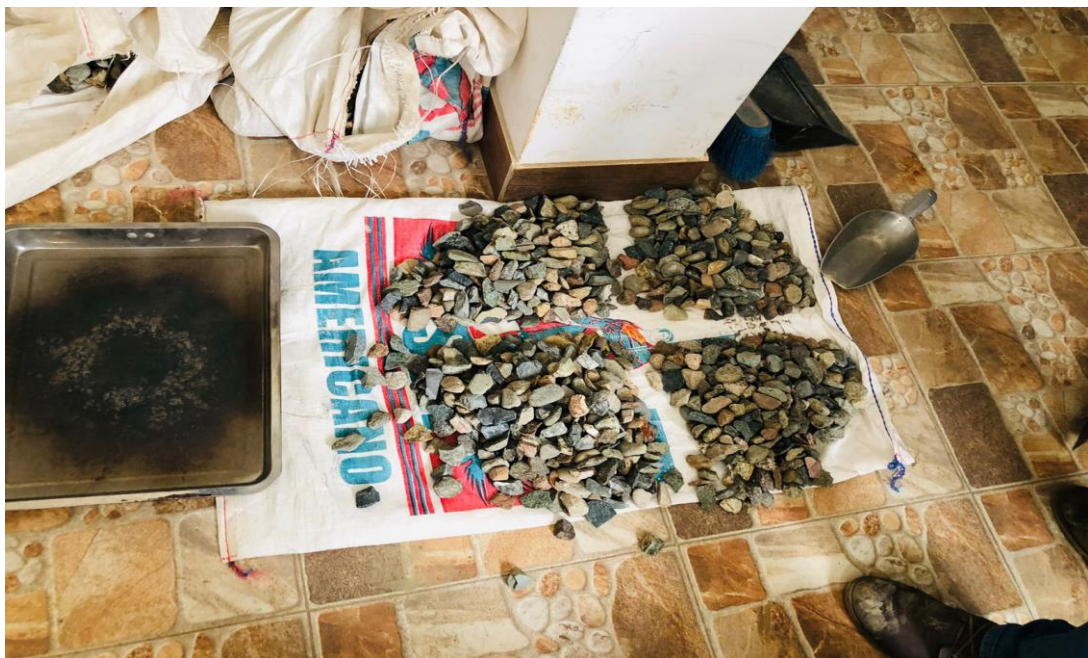


Figura 9. Procedimiento del método del cuarteo para el agregado grueso



Figura 10. Ensayo de determinación del peso específico del agregado fino



Figura 11. Ensayo de peso unitario suelto seco del agregado grueso



Figura 12. Ensayo para calcular el asentamiento de la mezcla de prueba.



Figura 13. Ensayo de especímenes de concreto para el cálculo de la resistencia a compresión



Figura 14. Ensayo para calcular el asentamiento de la mezcla con adición de fibra al 2%



Figura 15. Resultado del ensayo de resistencia a compresión de una probeta de 7 días de curado con adición de fibra metálica al 2%.



Figura 16. Resultado del ensayo de resistencia a compresión de una probeta de 14 días de curado con adición de fibra metálica al 4%.



Figura 17. Resultado del ensayo de resistencia a compresión de una probeta de 28 días de curado con adición de fibra metálica al 6%.