

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Resistencia a la compresión del concreto $F'_c=210\text{Kg/cm}^2$ con
fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad,
Amarilis - Huánuco - 2024”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Gonzales Crisoló, Alcides Artemio

ASESOR: Segundo Illatopa, Godofredo Alex

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Estructuras

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 75484291

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 47164664

Grado/Título: Maestro en diseño y construcción de obras viales

Código ORCID: 0009-0004-2727-2206

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769
2	Taboada Trujillo, William Paolo	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40847625	0000-0002-4594-1491
3	Torres Ponce, Carlos Antonio	Magister en gestión publica	22407564	0000-0001-9026-0647

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:00 horas del día jueves 18 de diciembre de 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO	PRESIDENTE
❖ DR. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO	SECRETARIO
❖ DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2815-2025-D-FI-UDH para evaluar la Tesis intitulada: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'C = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS – HUÁNUCO - 2024, presentado por el (la) Bachiller. Bach: Alcides Artemio GONZALES CRISOLO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de II y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47).

Siendo las 20:22 horas del día 18 del mes de diciembre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO

DNI: 41891649

ORCID: 0000-0001-8392-1769

PRESIDENTE



MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO

DNI: 40847625

ORCID: 0000-0002-4594-1491

SECRETARIO (A)



DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE

DNI: 22407564

ORCID: 0000-0001-9026-0647

VOCAL



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: ALCIDES ARTEMIO GONZALES CRISOLO, de la investigación titulada "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $F'C=210\text{KG/CM}^2$ CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUÁNUCO - 2024", con asesor(a) GODOFREDO ALEX SEGUNDO ILLATOPA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1021-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 14 de noviembre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

8%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

3

distancia.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

1%

5

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA

D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este logro a mis padres, por su amor inquebrantable, su apoyo permanente y por ser el motor que impulsó mi deseo de superación en cada etapa de mi formación profesional.

Del mismo modo, a mis hermanos, cuya compañía, comprensión y aliento incondicional fortalecieron mi determinación para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

Por todo ello, les dedico con profundo afecto y sincera gratitud la obtención del título de Ingeniero Civil, fruto del esfuerzo conjunto y del amor de mi familia.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a mi asesor, quien, con su orientación constante, su paciencia y su valioso conocimiento, me brindó las herramientas necesarias para culminar exitosamente esta tesis.

De igual forma, agradezco a los docentes del Programa Académico de Ingeniería Civil, ya que, a través de sus enseñanzas, exigencia académica y compromiso profesional, contribuyeron significativamente a mi formación integral.

Agradezco a la Universidad de Huánuco por ofrecerme un espacio académico propicio para mi crecimiento personal y profesional, así como por fomentar en mí el espíritu de responsabilidad y vocación de servicio.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
CAPÍTULO I	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3. OBJETIVOS	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA	17
1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA	18
1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL	18
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	21

2.2.	BASES TEÓRICAS	22
2.2.1.	CONCRETO	22
2.2.2.	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	24
2.2.3.	AGREGADO GRUESO	26
2.2.4.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	26
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	28
2.4.	HIPÓTESIS	31
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	31
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	31
2.5.	VARIABLES.....	31
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	31
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE	31
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
	CAPÍTULO III	33
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.1.1.	ENFOQUE	33
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	33
3.1.3.	DISEÑO	34
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.2.1.	POBLACIÓN	35
3.2.2.	MUESTRA	35
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	36
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATO.....	36
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	55
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	55
	CAPÍTULO IV.....	56
	RESULTADOS.....	56
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS	56
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	64
	CAPÍTULO V.....	71
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
5.1.	CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS	71

CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la muestra.....	36
Tabla 2 Resultado de la compresión: concreto patrón y según diseño	56
Tabla 3 Medias de la compresión concreto patrón y según diseño	57
Tabla 4 Resultado de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE más 15% de esferas HDPE	58
Tabla 5 Comparación de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE, 15% de esferas HDPE	58
Tabla 6 Medias de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas HDPE	59
Tabla 7 Resultado de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE, 30% de esferas HDPE	59
Tabla 8 Medias de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE, 30% de esferas HDPE	60
Tabla 9 Resultado de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE	61
Tabla 10 Medias de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE	62
Tabla 11 Resultado de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE	62
Tabla 12 Medias de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas HDPE	63
Tabla 13 Normalidad de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas HDPE	64
Tabla 14 T Student para la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas HDPE	65
Tabla 15 Normalidad de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE, 15% de esferas HDPE	66
Tabla 16 T Student de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas HDPE	66
Tabla 17 Normalidad de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE, 30% de esferas HDPE	67

Tabla 18 T Student de la compresión del concreto patrón y con 4% de fibras de HDPE, 30% de esferas HDPE	68
Tabla 19 Normalidad de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE	69
Tabla 20 T Student de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Concreto conocido como hormigón	24
Figura 2 Material retenido en el tamiz 4.75 mm (Nº4).....	26
Figura 3 Ensayo de compresión con carga al centro	28
Figura 4 Desmoldante sobre los moldes de acero.....	37
Figura 5 Selección del agregado grueso	37
Figura 6 Selección del agregado fino.....	38
Figura 7 Pesaje del agregado grueso	38
Figura 8 Pesaje del agregado fino	39
Figura 9 Pesaje del cemento tipo I.....	39
Figura 10 Pesaje del agua para el diseño de mezcla	40
Figura 11 Pesaje de las adiciones de 15% de esferas de HDPE.....	40
Figura 12 Pesaje de las adiciones de 30% de esferas de HDPE.....	41
Figura 13 Pesaje de las adiciones de 50% de esferas de HDPE.....	41
Figura 14 Pesaje de las adiciones de 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE	42
Figura 15 Pesaje de las adiciones de 2% de fibras de HDPE	42
Figura 16 Pesaje de las adiciones de 4% de fibras de HDPE	43
Figura 17 Pesaje de las adiciones de 6% de fibras de HDPE	43
Figura 18 Pesaje de las adiciones de 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE	44
Figura 19 Mezcla del agregado grueso más la adición del 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE	44
Figura 20 Mezcla del agregado fino más la adición del 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE	45
Figura 21 Adición del cemento tipo I al trompo más la adición del 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE	45
Figura 22 Adición del agua al trompo para la mezcla de los materiales	46
Figura 23 Adición del 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE al trompo.....	46
Figura 24 Adición del 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE al trompo.....	47
Figura 25 Adición del 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE al trompo.....	47

Figura 26 Ensayo del SLUMP para determinar el asentamiento	48
Figura 27 Ensayo del SLUMP para determinar el asentamiento	48
Figura 28 Testigos cilíndricos de concreto con 2%, 4%, 6% de fibras HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE.....	49
Figura 29 Proceso de fraguado de los testigos cilíndricos de concreto	49
Figura 30 Curado de los testigos cilíndricos de concreto.....	50
Figura 31 Muestra poblacional de los testigos de concreto	50
Figura 32 Ensayo de compresión sobre los testigos de concreto	51
Figura 33 Rotura de los testigos de concreto Patrón	51
Figura 34 Ensayo de compresión muestras con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas de HDPE	52
Figura 35 Rotura de las muestras con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas HDPE	52
Figura 36 Ensayo de compresión muestras con 4% de fibras HDPE y 30% de esferas HDPE	53
Figura 37 Rotura de las muestras con 4% de fibras HDPE y 30% de esfera HDPE	53
Figura 38 Rotura de las muestras con 6% de fibras HDPE y 50% de esferas HDPE	54
Figura 39 Rotura de las muestras con 6% de fibras HDPE y 50% de esferas HDPE	54
Figura 40 Comparación de la compresión concreto patrón y según diseño .	57
Figura 41 Comparación de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE más 30% de esferas HDPE	60
Figura 42 Comparación de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE	61
Figura 43 Comparación de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas HDPE	63

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos de la incorporación de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad en la resistencia a compresión de los bloques de concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. A través de un enfoque cuantitativo y un diseño cuasi experimental, se seleccionaron muestras mediante un muestreo no probabilístico para llevar a cabo el análisis.

Los resultados mostraron un efecto significativo en la resistencia a compresión de los bloques de concreto cuando se les añadió fibras y esferas de polietileno de alta densidad. La resistencia promedio alcanzó los $213,46 \text{ kg/cm}^2$, superando la de los bloques patrón sin dicha adición, que registraron $210,99 \text{ kg/cm}^2$. Este aumento fue corroborado mediante un análisis estadístico riguroso ($t=57,517$; $p=0,001<0,05$), confirmando que la incorporación de estos materiales tiene un impacto notable en la mejora de la resistencia de los bloques de concreto.

En conclusión, la incorporación de fibras y esferas de polietileno de alta densidad (HDPE) ha demostrado contribuir de manera significativa al incremento de la resistencia a la compresión de los bloques de concreto. Estos resultados posicionan esta técnica como una alternativa viable y sostenible para la construcción, promoviendo el uso de materiales innovadores. Asimismo, los hallazgos de este estudio representan una valiosa contribución para la industria de la construcción, fomentando prácticas más sostenibles y el aprovechamiento de materiales de uso común. De esta manera, se impulsa el desarrollo de soluciones constructivas más eficientes y el avance del conocimiento técnico en este ámbito.

Palabras clave: Concreto, fibras de polietileno de alta densidad, esferas de polietileno de alta densidad, resistencia a la compresión, sostenibilidad.

ABSTRACT

The study aimed to evaluate the effects of incorporating fibers and coarse aggregate made of high-density polyethylene (HDPE) on the compressive strength of concrete blocks with a design strength of $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Using a quantitative approach and a quasi-experimental design, samples were selected through non-probabilistic sampling to conduct the analysis.

The results showed a significant effect on the compressive strength of the concrete blocks when HDPE fibers and spheres were added. The average compressive strength reached 213.46 kg/cm^2 , surpassing that of the control blocks without the addition, which recorded 210.99 kg/cm^2 . This increase was confirmed through rigorous statistical analysis ($t = 57.517$; $p = 0.001 < 0.05$), indicating that the incorporation of these materials has a notable impact on improving the strength of concrete blocks.

In conclusion, the incorporation of high-density polyethylene (HDPE) fibers and spheres has been shown to significantly increase the compressive strength of concrete blocks. These results position this technique as a viable and sustainable alternative for construction, promoting the use of innovative materials. Furthermore, the findings of this study represent a valuable contribution to the construction industry, encouraging more sustainable practices and the reuse of commonly available materials. In this way, it supports the development of more efficient construction solutions and the advancement of technical knowledge in this field.

Keywords: Concrete, high-density polyethylene fibers, high-density polyethylene spheres, compressive strength, sustainability.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el sector construcción es un pilar fundamental para el desarrollo económico y social, enfrentándose constantemente al desafío de satisfacer las necesidades habitacionales y de infraestructura de manera eficiente, sostenible y accesible. En este contexto, la búsqueda de materiales innovadores y sostenibles ha cobrado relevancia, considerando no solo el impacto económico, sino también el ambiental. A nivel nacional, el aprovechamiento de residuos plásticos como el polietileno de alta densidad (HDPE) en la industria de la construcción representa una oportunidad para mitigar el problema de la acumulación de desechos sólidos, promoviendo una economía circular y reduciendo la dependencia de materiales convencionales.

En la región Huánuco, donde las prácticas constructivas aún se basan predominantemente en métodos tradicionales, se hace necesario explorar alternativas que combinen innovación con sostenibilidad, sin comprometer la calidad ni la resistencia estructural de los materiales. La incorporación de fibras y agregados plásticos reciclados en elementos constructivos como los bloques de concreto ofrece una solución prometedora para mejorar el desempeño mecánico de las edificaciones, a la vez que fomenta una cultura de reciclaje en la localidad.

El presente estudio busca evaluar el impacto de la adición de fibras y esferas de HDPE en la resistencia a la compresión de bloques de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, proponiendo un enfoque experimental que permita validar los beneficios de esta técnica. Los resultados obtenidos no solo buscan contribuir al desarrollo técnico en el ámbito local y nacional, sino también abrir nuevas perspectivas hacia una construcción más sostenible, alineada con los objetivos globales de desarrollo sostenible y la creciente demanda de soluciones innovadoras en el sector. De esta manera, la investigación se sitúa como una iniciativa que busca promover el uso de materiales reciclados, abordar problemáticas locales relacionadas con la gestión de residuos y mejorar las propiedades mecánicas del concreto, estableciendo un precedente para futuras aplicaciones en la industria de la construcción.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A nivel mundial, los plásticos son reconocidos como uno de los principales agentes contaminantes que causan un impacto ambiental negativo; de todos estos residuos, solo el 50% es de un solo uso.

En diferentes partes del mundo, la industria de la construcción enfrenta desafíos para mejorar la calidad y durabilidad de las estructuras, así como para reducir el impacto ambiental de los materiales utilizados.

Según el MINAM (Ministerio del Ambiente) en Perú, solo en Lima metropolitana y el distrito de Callao se generan diariamente alrededor de 886 toneladas de residuos plásticos. Esta cantidad representa aproximadamente el 46% de todos los residuos generados en el país.

Estas investigaciones realizadas en el Perú son importantes para el desarrollo de soluciones concretas y adecuadas para las necesidades y desafíos que enfrenta el país en el campo de la construcción. La aplicación de fibras y agregado grueso de HDPE contribuye a mejorar la resistencia y la durabilidad del concreto en ambientes con alta humedad, donde la degradación del concreto puede ser un desafío.

Por tal motivo el presente estudio se basa en emplear los conceptos o teorías de aprovechamiento de los residuos plásticos, principalmente con el material de concreto.

La ciudad de Amarilis distrito de Huánuco, con una creciente actividad de construcción y desarrollo de infraestructuras, la resistencia a la compresión del concreto con fibras y agregado grueso de HDPE se ha convertido en un problema relevante y de interés para la industria de la construcción local. Con el aumento de proyectos de edificación y mejoramiento de infraestructuras en la región, surge la necesidad de buscar soluciones que permitan construir

estructuras más resistentes y duraderas, al mismo tiempo que se promueve una gestión sostenible de los materiales de construcción.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Qué efectos produce la adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Amarilis - Huánuco - 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuál es el efecto de la adición de 2% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 15% de esferas de polietileno de alta densidad respecto al peso seco del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

PE2: ¿Cuál es el efecto de la adición de 4% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 30% de esferas de polietileno de alta densidad respecto al peso seco del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

PE3: ¿Cuál es el efecto de la adición de 6% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 50% de esferas de polietileno de alta densidad respecto al peso seco del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar el efecto que produce la adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Amarilis - Huánuco - 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar el efecto de la adición de 2% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 15% de esferas de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

OE2: Determinar el efecto de la adición de 4% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 30% de esferas de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

OE3: Determinar el efecto de la adición de 6% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 50% de esferas de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación pretende aportar datos relevantes para el diseño y la construcción de estructuras de concreto más duraderas y resistentes, además de fomentar prácticas que reduzcan el impacto ambiental mediante una solución práctica y económica que sirva como base para estudios posteriores.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El empleo de fibras y agregados de polietileno de alta densidad en la mezcla de concreto mejora significativamente en su compresión, fortaleciendo su capacidad estructural. A la par, se debe priorizar la sostenibilidad y la adecuada gestión de desechos al momento de elegir los insumos constructivos.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La incorporación del agregado grueso de HDPE puede mejorar la resistencia y durabilidad del concreto, reduciendo la propagación de grietas y aumentando su resistencia al desgaste.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

Es importante el uso de la norma técnica peruana para la preparación de las muestras y los procedimientos de prueba, y la medición precisa de las propiedades mecánicas, ya que son fundamentales para obtener resultados confiables y comparables que contribuyan al avance del conocimiento en este campo.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una limitación es el cambio propio de los materiales utilizados. La calidad y las características de las fibras y el agregado pueden influir en los resultados de la compresión del concreto; las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, también pueden afectar las propiedades del concreto.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La viabilidad se va a referir a todas las cualidades por las que amerita su realización, esta investigación se puede ejecutar desde los siguientes puntos:

1.6.1. VIABILIDAD TEÓRICA

La viabilidad teórica se sustenta en la importancia de mejorar las propiedades del concreto en términos de resistencia y durabilidad, ya que estos aspectos son fundamentales en la ingeniería civil, y la investigación sobre el uso de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad puede contribuir al desarrollo de materiales de construcción más eficientes y confiables.

1.6.2. VIABILIDAD ECONÓMICA

El uso de agregado grueso de polietileno de alta densidad puede contribuir a una gestión más sostenible de los recursos y reducir los costos asociados con la disposición de residuos plásticos.

La resistencia a la compresión se basa en un análisis de costo beneficio a largo plazo. Para empezar, habrá un aumento inicial en los costos de los materiales, pero los beneficios en términos de durabilidad y reducción de costos de mantenimiento respaldan la viabilidad económica de esta solución.

1.6.3. VIABILIDAD TEMPORAL

Se basa en el conocimiento y la experiencia disponibles en la actualidad, así como en los avances tecnológicos en la producción y aplicación de estos materiales.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Mendoza (2021), tuvo como objetivo analizar de qué modo influencia el HDPE como elemento arbitrario del agregado grueso al conformar los bloques de concreto ecológico. Es una metodología de investigación cuantitativa y un diseño descriptivo experimental, se estableció una relación directa entre la compresión de las muestras de concreto y las variaciones en los porcentajes de materiales como cemento, arena, grava y polietileno. Los resultados indicaron que a medida que se aumenta el porcentaje de HDPE como sustitución parcial en los bloques de concreto, su resistencia a la compresión disminuye en comparación con el concreto tradicional. Estos hallazgos sugieren que el uso de polietilenos podría ser favorable para la producción de concreto ligero con buena resistencia a la compresión.

Lima et al. (2019), tuvieron como objetivo analizar las propiedades físicas y mecánicas de bloques de hormigón prensado no estructurales con la incorporación de PET reciclado en sustitución del árido fino. Las muestras con 15%, 30%, 45%, teniendo como resistencia promedio 5.71, 3.54, 2.73 Mpa, determinó que el contenido óptimo de PET reciclado en la mezcla de concreto fue del 15%, lo que resultó en una reducción del peso seco, menor absorción de agua, una conductividad térmica inferior y un aumento en la compresión de los bloques. Asimismo, se observó un incremento en la uniformidad de la masa, indicado por el ensayo de ultrasonido. Estos resultados sugieren que esta cantidad específica de PET reciclado promueve un mejor acomodo de los componentes secos y una mayor homogeneidad del compuesto final. No obstante, se identificó que aumentar la proporción de PET reciclado en reemplazo del árido fino afectó negativamente las propiedades clave de los bloques.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Culcas y Yrigoin (2021), el objetivo fue evaluar el efecto del polietileno de alta densidad (HDPE) en las propiedades físicas y mecánicas del concreto destinado a pavimentos en el distrito de La Victoria, ciudad de Chiclayo. El trabajo tuvo como finalidad optimizar el desempeño del concreto mediante la incorporación de HDPE, material plástico derivado de botellas y envases alimenticios, reconocido por su alto nivel de contaminación ambiental. Para ello, se realizaron ensayos de resistencia a la compresión y a la flexión en diferentes especímenes que contenían proporciones variables de HDPE y se sometieron a distintos periodos de curado. Los resultados obtenidos se contrastaron con muestras patrón de concreto convencional y con otras que incluían porcentajes variados del aditivo plástico. Los análisis evidenciaron que la inclusión de HDPE genera un efecto favorable en la resistencia a la compresión del concreto; específicamente, al incorporar un 15% de este material, la resistencia a los 28 días se incrementó en un 11.16%, alcanzando un valor de 210 kg/cm².

Ávila y Parrilla (2021), tuvieron como objetivo la reutilización del concreto $f'c$ 210 kg/cm², el PET que interviene en el proceso del concreto buscando mejorar las propiedades mecánicas. Se ha evaluado la composición de los tubos con diferentes porcentajes de PET a diferentes intervalos de tiempo (7, 14, 21 y 28 días). Se encontró que las probetas sin PET mostraron una resistencia promedio de $f'c$ de 219 kg/cm² (104.3%) a los 28 días. Por otro lado, las probetas con un 0.5% de PET presentaron una resistencia promedio de $f'c$ de 224 kg/cm² (106.7%), con 1.0% de PET alcanzaron una resistencia promedio de $f'c$ de 226 kg/cm² (107.6%) y mientras que las probetas con 1.5% de PET lograron una resistencia promedio de $f'c$ de 228 kg/cm², todos ellos en los 28 días. Los resultados indican que la adición de porcentajes de PET en el concreto influye positivamente en su resistencia. Las probetas con mayores porcentajes de PET obtuvieron resistencias mayores, lo que

sugiere que el uso de PET puede ser beneficioso para mejorar la resistencia del concreto y alcanzar los objetivos de diseño.

Cueva y Palacios (2020), tuvieron como objetivo plantear el costo favorable entre el concreto mejorado incluyendo las fibras del plástico PET con el concreto común donde su uso será en elementos no estructurales. La investigación adopta un enfoque aplicado con el propósito de abordar los problemas socioambientales, buscando ofrecer soluciones concretas. Las conclusiones obtenidas revelan que al incorporar un porcentaje de 0.2% de plástico PET, los costos se incrementaron en aproximadamente S/. 1.80. En el caso de las demás proporciones de PET, los costos aumentaron aún más.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Espinoza y Martinez (2022), tuvieron como objetivo principal evaluar el impacto de la adición de polietileno de alta densidad (HDPE) en la resistencia a la compresión del concreto con una resistencia nominal de 210 kg/cm². La investigación se basó en un enfoque cuantitativo y utilizó un diseño experimental. Se trabajó con un total de 60 probetas y se recolectó HDPE, que se trituró en partículas para obtener el tamaño adecuado de agregado fino. Se realizaron cuatro dosificaciones diferentes, incluida una dosificación de concreto patrón sin HDPE y tres dosificaciones adicionales con diferentes porcentajes de HDPE (5%, 7% y 10%) en lugar de parte del agregado fino. Después de 28 días y pruebas de resistencia, se encontró que la dosificación con un 5% de adición de HDPE alcanzó una resistencia promedio de 228,44 Kg/cm². Esta resistencia se consideró óptima para su uso en elementos no estructurales, cumpliendo con los estándares de calidad.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CONCRETO

Historia y Evolución del Concreto

El concreto tiene una rica historia que se remonta a civilizaciones antiguas como la romana y la egipcia. El desarrollo del concreto moderno se atribuye al cemento Portland, patentado en el siglo XIX. A lo largo de los años, se han desarrollado técnicas de mezcla y métodos de construcción que han revolucionado la industria de la construcción (Salcedo Barrera, 2006).

Concreto

Se elabora mediante la combinación de cemento Portland, agregados finos y gruesos (como arena, grava o piedra triturada), agua y, en algunos casos, aditivos químicos que mejoran sus propiedades. Este material destaca por su alta resistencia, durabilidad y capacidad de adaptación, cualidades que lo convierten en un componente indispensable en numerosos proyectos de edificación e ingeniería civil. (Cortés, 2022).

Normativas y Estándares de Calidad

La fabricación y el uso del concreto están regulados por normativas y estándares internacionales y nacionales, como ASTM, ACI y Eurocódigo, que garantizan la calidad y la seguridad en proyectos de construcción (Harmsen, 2005).

Composición del Concreto

Cemento Portland: Componente principal del concreto y actúa como un aglutinante. Es producido mediante la molienda de clinker (materia prima) junto con yeso u otros aditivos. El tipo de cemento puede variar según las necesidades del proyecto (Harmsen, 2005).

Agregados: Los agregados incluyen arena, grava o piedra triturada. Estos proporcionan volumen al concreto y afectan su resistencia y características físicas y se dividen en finos (arena) y gruesos (grava o piedra triturada) (Harmsen, 2005).

Agua: El agua es esencial para activar la reacción química entre el cemento y el agua, lo que lleva al endurecimiento del concreto. La cantidad de agua utilizada afecta la trabajabilidad y resistencia del concreto (Harmsen, 2005).

Aditivos: En algunas mezclas de concreto, se pueden agregar aditivos químicos para mejorar propiedades específicas, como la resistencia, la durabilidad o la trabajabilidad. Los aditivos pueden ser aceleradores, retardadores, plastificantes, entre otros (Harmsen, 2005).

Propiedades del Concreto

El concreto tiene varias propiedades importantes:

Resistencia a la compresión: El concreto tiene una alta compresión, lo que lo hace adecuado para soportar cargas pesadas en estructuras como edificios, puentes y pavimentos (Jaramillo Jiménez, 2010).

Durabilidad: El concreto es duradero y puede resistir la exposición a condiciones ambientales adversas, como cambios de temperatura, humedad y ataques químicos (Jaramillo Jiménez, 2004).

Trabajabilidad: Facilidad con la que el concreto puede ser mezclado, transportado y colocado. Esto es crucial en la construcción (Jaramillo Jiménez, 2004).

Retracción y fisuración: El concreto puede experimentar retracción durante el proceso de fraguado, lo que puede llevar a fisuras. El control de la retracción es importante para evitar problemas estructurales (Jaramillo Jiménez, 2010).

Proceso de Colocación y Endurecimiento

El concreto se mezcla en plantas de concreto o en el lugar de la construcción y se coloca en moldes o formas donde se endurece con el tiempo. El proceso de fraguado, en el que el concreto se vuelve sólido, es crucial para su rendimiento. Durante este proceso, se debe mantener adecuadamente humedecido para evitar la pérdida prematura de agua y asegurar la resistencia deseada (Donini y Orler, 2021).

Aplicaciones del Concreto

El concreto se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, que incluyen la construcción de edificios, puentes, autopistas, presas, aceras, pavimentos, túneles y más. También se usa en elementos prefabricados, como vigas y paneles (Donini y Orler, 2021).

Figura 1

Concreto conocido como hormigón



Nota. Se forma mediante la mezcla de aglutinantes, agregados y agua, y una vez que endurece, adquiere una estructura sólida y resistente Fuente: (Mehta y Monteiro, 2015)

2.2.2. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Es un polímero ampliamente utilizado en diversas aplicaciones debido a sus notables propiedades físicas y químicas (Campos y Díaz, 2011).

Propiedades y Características del Polietileno de Alta Densidad (PEAD):

El PEAD es una variedad de polietileno con una alta densidad molecular. Tiene propiedades como:

Densidad: El PEAD tiene una alta densidad, lo que le confiere una mayor rigidez y resistencia a la tracción en comparación con otras formas de polietileno (Seymour y Carraher, 2021).

Resistencia Química: Es resistente a la mayoría de los productos químicos, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de almacenamiento y transporte de sustancias corrosivas (Seymour y Carraher, 2021).

Baja Permeabilidad: Es impermeable a la humedad y a gases, lo que lo convierte en un material excelente para envases y tuberías (Seymour y Carraher, 2021).

Resistencia al impacto: A pesar de su rigidez, el PEAD tiene una buena resistencia al impacto, lo que lo hace adecuado para aplicaciones en las que se requiere durabilidad (Seymour y Carraher, 2021).

Producción del PEAD: El PEAD se produce mediante la polimerización del etileno a alta presión y temperatura, utilizando catalizadores específicos. Los procesos de producción pueden variar, y las propiedades finales del material se pueden ajustar mediante la selección de condiciones de procesamiento y aditivos (Billmeyer, 2020).

Aplicaciones del Polietileno de Alta Densidad (PEAD):

El PEAD se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo:

Envases: Botellas, contenedores y bolsas para alimentos y productos químicos (Billmeyer, 2020).

Tuberías: Para sistemas de agua potable, alcantarillado y distribución de gas (Billmeyer, 2020).

Industria Automotriz: Componentes para automóviles, como tanques de combustible y parachoques (Billmeyer, 2020).

Construcción: Utilizado en láminas impermeables, geomembranas y tuberías de drenaje (Billmeyer, 2020).

2.2.3. AGREGADO GRUESO

Son partículas sólidas de diferentes tamaños y formas que se mezclan con el cemento y el agua para formar el concreto. Estas partículas pueden ser fragmentos de rocas naturales como la grava y la piedra triturada, y desempeñan un papel fundamental en la resistencia y características mecánicas del concreto endurecido. El agregado grueso se agrega al concreto para proporcionar volumen y mejorar sus propiedades mecánicas. La grava o piedra triturada utilizada como agregado grueso puede variar en tamaño, desde fragmentos pequeños hasta piedras más grandes, y su elección depende de los requerimientos específicos de la construcción (Sánchez de Guzmán, 2002).

Figura 2

Material retenido en el tamiz 4.75 mm (Nº4)



Nota. Define a la piedra chancada como el agregado grueso obtenido por trituración de rocas o gravas. Fuente: (Mejía G., 2004)

2.2.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Capacidad de un material de construcción para resistir esfuerzos de compresión. Su medición se expresa en unidades de presión,

comúnmente en megapascuales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi), y constituye un parámetro esencial en el diseño y ejecución de obras estructurales como edificaciones, puentes y presas. La resistencia a la compresión del concreto está influenciada por diversos factores, entre ellos la calidad de los componentes, la proporción agua-cemento, el método de curado y las condiciones ambientales durante el proceso de fraguado y endurecimiento (Harmsen, 2005).

Factores que afectan la compresión:

Relación agua-cemento (a/c): La relación entre la cantidad de agua y cemento en la mezcla de concreto es crucial. Una relación a/c baja tiende a producir un concreto más resistente, mientras que una relación alta puede reducir la resistencia y la durabilidad (Sánchez de Guzmán, 2002).

Tipo de cemento: Diferentes tipos de cemento tienen propiedades químicas y físicas distintas, lo que afecta la resistencia a la compresión. Los cementos de alta resistencia pueden producir concretos más fuertes (Sánchez de Guzmán, 2002).

Curado: El proceso de curado, que implica mantener la humedad y la temperatura adecuadas durante el endurecimiento del concreto, es esencial para lograr una resistencia óptima (Solas y Giani, 2010)

Calidad de los agregados: La calidad y la graduación de los agregados utilizados pueden influir en la resistencia del concreto. Los agregados más grandes pueden reducir la resistencia, mientras que una forma irregular puede aumentar la resistencia (Solas y Giani, 2010).

Métodos de ensayo de la compresión:

Existen varios métodos para evaluar la resistencia a la compresión de los materiales, y la elección del método depende del tipo de material y el propósito de la prueba. Algunos métodos comunes incluyen:

Prueba de compresión uniaxial: Este es el método más común y se utiliza para materiales como el concreto y la mayoría de los metales. Implica aplicar una fuerza axial gradualmente hasta que el material falle o se deforme de manera significativa (Calavera Ruiz, 1996).

Prueba de compresión triaxial: Se utiliza para evaluar la resistencia de materiales en condiciones de carga tridimensional, como suelos y rocas. Puede simular condiciones geotécnicas más realistas (Calavera Ruiz, 1996).

Figura 3

Ensayo de compresión con carga al centro



Nota. Ensayo de compresión diametral (ensayo brasileño). Fuente: (Yu, 2015).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Agregado: Mezcla de arena, grava, rocas trituradas u otros materiales granulares utilizados como componente fundamental en la fabricación de concreto y mortero de partículas minerales que se combinan con el cemento y el agua. Estas partículas proporcionan la estructura y la resistencia necesarias para el material endurecido (Torres J. et al.,2018).

Agregado fino: Material que resulta de la descomposición de rocas volcánicas, cuyo tamaño le permite pasar a través del tamiz 3/8" y quedarse retenido en el tamiz N° 200. Su función es llenar los espacios vacíos entre las partículas de agregado grueso y proporcionar una matriz cohesiva que une los componentes de la mezcla. Esto resulta en un concreto de mayor trabajabilidad, resistencia y durabilidad (Billmeyer, 2020).

Agua: Se utiliza para lograr la hidratación adecuada del cemento porque desempeña un papel en la mejora de la manejabilidad de la mezcla. Es posible emplear agua que no sea apta para el consumo humano en la preparación del concreto, siempre y cuando se demuestre su idoneidad para este fin (Solás y Giani, 2010).

Cemento: Se produce a partir de materias primas naturales como la piedra caliza y la arcilla, que se someten a procesos de trituración, molienda y cocción a altas temperaturas en hornos especiales. El producto resultante, llamado clinker, se pulveriza finamente para obtener el cemento en polvo que se utiliza en la construcción (Duda, 2021).

Curado: El curado es un término de gran relevancia en la ingeniería civil, y se relaciona con la acción de mantener las condiciones adecuadas de humedad y temperatura en el concreto recién colocado. Esto es esencial para permitir que la reacción química de hidratación del cemento, que conduce a la formación del material endurecido, ocurra de la mejor manera posible. El proceso de curado desempeña un papel fundamental en asegurar la resistencia, longevidad y aspecto deseado del concreto (Sanchez de Guzman, 2001).

Densidad: Medida de la masa contenida en un volumen determinado, expresada de forma absoluta o relativa. La densidad absoluta o real indica la masa por unidad de volumen (Glosario MTC, 2018).

Diseño de mezcla: Proceso que determina las proporciones adecuadas del cemento, agua, agregados y aditivos en el concreto. Su objetivo es obtener una mezcla que cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y economía, considerando las propiedades de los materiales y las normas técnicas (Harmsen, 2005).

Dosificación: Consiste en establecer las proporciones correctas de los componentes que conforman una mezcla de materiales de construcción, como el concreto, el mortero o el asfalto. Su finalidad es obtener un material que cumpla con los requerimientos de resistencia, durabilidad y economía, considerando las propiedades de los materiales y las normas técnicas correspondientes (Structuralia, 2023).

Fraguado: Proceso por el cual el concreto o mortero de cemento se endurece y pierde su estado plástico, debido a la reacción química entre el agua de mezcla y los óxidos presentes en el cemento, durante la cual adopta la forma del molde o encofrado (Guyer, 2019).

Granulometría: Es un conjunto de procedimientos utilizados para determinar cómo están distribuidos en tamaño los componentes de una muestra, como polvo, agregados, hormigón, suelo, entre otros. Este análisis se lleva a cabo mediante diversas técnicas, como el tamizado, la difracción láser, el centrifugado o el análisis de imágenes. Los resultados se presentan en forma de números y se representan visualmente a través de gráficos o tablas que muestran la distribución de tamaños de las partículas en la muestra. (Vázquez García et al., 1995).

Probeta: Una probeta es un término que se emplea para describir un recipiente de forma cilíndrica hecho de vidrio, plástico u otro material similar. Se utiliza en laboratorios para medir o contener líquidos o sólidos de manera aproximada. Además, el término probeta puede referirse a un molde de forma prismática fabricado en metal, que se emplea en pruebas de resistencia en el concreto (Parra et al., 2022).

Trabajabilidad: Facilidad con la que el concreto fresco puede ser mezclado, transportado, colocado y compactado sin experimentar segregación ni cambios significativos en su consistencia. Esta característica está influenciada por una serie de factores, incluyendo la proporción de agua y cemento, el tipo y cantidad de agregados, la naturaleza y cantidad de aditivos, así como las condiciones ambientales como la temperatura y la humedad (Centro de Información Técnica de la Construcción, 2011).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: La adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo positivo en la resistencia a la compresión del concreto, Amarilis - Huánuco - 2024.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

HE1: La adición de 2% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 15% de esferas de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

HE2: La adición de 4% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 30% de esferas de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

HE3: La adición de 6% de fibras de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado fino y 50% de esferas de polietileno de alta densidad respecto del peso seco del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a la compresión del concreto

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Fibras y esferas de polietileno de alta densidad

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Fibras y esferas de polietileno de alta densidad.	El polietileno de alta densidad (PEAD) es un tipo de polímero termoplástico que se destaca por su densidad molecular superior en comparación con otros polietilenos. Esto resulta en una estructura más compacta y una serie de propiedades sobresalientes, como una excelente resistencia a la abrasión, al impacto y a productos químicos, así como una notable rigidez.	Para medir las cantidades de fibras y esferas de polietileno de alta densidad se usará una balanza electrónica calibrada.	Peso del 2, 4 y 6 % de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15, 30, 50 % de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso.	Kilogramos (Kg)	Ficha de campo.
VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia a la compresión del concreto.	La compresión es una propiedad intrínseca del concreto que describe su capacidad para resistir fuerzas de compresión, es decir, aquellas que actúan para reducir su tamaño o volumen. Se expresa típicamente en unidades de presión, como megapascuales (MPa) o libras por pulgada cuadrada (psi).	La resistencia a la compresión del concreto se va obtener por medio del ensayo con la prensa hidráulica realizada en el laboratorio.	Resistencia a la compresión del concreto con la adición de 2, 4 y 6 % de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15, 30, 50 % de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso.	Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm ²)	Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación de tipo aplicada se basa en los hallazgos y aportes teóricos de la investigación básica y tiene como objetivo generar nuevos conocimientos que puedan ser aplicados en la práctica y que beneficien a la sociedad (Carrasco, 2015).

El autor indica que la investigación aplicada busca generar conocimientos utilizables en la práctica para mejorar la calidad de vida. En el estudio sobre la resistencia a la compresión del concreto con fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad, se pretende optimizar sus propiedades mecánicas para obtener estructuras más resistentes y sostenibles.

3.1.1. ENFOQUE

La investigación cuantitativa es un método que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos para responder preguntas y obtener conclusiones. Se distingue por su enfoque en la medición objetiva y el uso de técnicas estadísticas para estudiar fenómenos y relaciones dentro de una muestra o población (Ñaupas Paitán et al., 2014).

La investigación va a tener datos numéricos como es la resistencia a compresión para responder las preguntas de investigación y emplearemos la estadística inferencial para probar las hipótesis.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El nivel explicativo se refiere a un enfoque metodológico y analítico que busca comprender y explicar las relaciones de causa y efecto entre variables o fenómenos estudiados. En este nivel, el objetivo principal es identificar las razones subyacentes detrás de un fenómeno o comportamiento específico y proporcionar explicaciones detalladas y

fundamentadas que permitan comprender cómo y por qué ocurren ciertos eventos (Toro y Parra, 2006).

La investigación se centró en analizar el efecto que genera la incorporación de fibras y esferas de HDPE en la compresión del concreto. Es importante destacar que las esferas de HDPE fueron utilizadas como reemplazo del agregado grueso en proporciones de 15%, 30% y 50%.

3.1.3. DISEÑO

En un diseño cuasiexperimental, no se puede asignar aleatoriamente a los participantes a grupos de tratamiento y control. El diseño cuasiexperimental se utiliza para examinar relaciones de causa y efecto entre variables. Los investigadores están interesados en comprender cómo una variable o tratamiento influye en otra variable de interés (Cook y Reichardt, 2000).

La investigación busca analizar el efecto de la variable independiente fibras y esferas de HDPE sobre la variable dependiente, correspondiente a la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ kg/cm². Las muestras no serán seleccionadas aleatoriamente, pues se definirá previamente la cantidad que se utilizará en el estudio.

NA	G1.....X.....O1
NA	G2.....X.....O2
NA	G3.....X.....O3
NA	G4.....__.....O4

Donde:

G1, G2, G3: Grupo experimental con adición de 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso.

G4: Grupo de las muestras patrón.

O1, O2, O3: Medición de la compresión de las muestras con adición de 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso.

O4: Medición de la compresión de las muestras patrón.

X: Manipulación de la variable independiente es decir adición de fibras y esferas de HDPE en porcentajes.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población representa a todos los miembros o elementos que comparten la característica de interés. Es el universo completo que el investigador desea estudiar, aunque en la práctica, puede ser inabordable estudiar a todos los miembros de la población debido a limitaciones de tiempo, recursos y logística (Carrasco Díaz, 2015).

La población para el ensayo a compresión estará conformada por 60 bloques cilíndricos. Estas muestras deben tener las siguientes dimensiones diámetro 100 mm y altura 200 mm.

3.2.2. MUESTRA

En las muestras no probabilísticas, la selección de los elementos no se realiza de manera aleatoria ni controlada. Los elementos se eligen de acuerdo con criterios específicos que el investigador considera relevantes para el estudio (Carrasco Díaz, 2015).

La muestra que se ha seleccionado fue la no probabilística en donde la cantidad queda a criterio del investigador. A continuación, se detalla la distribución de la muestra.

Tabla 1*Descripción de la muestra*

MUESTRAS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	NÚMERO DE MUESTRAS
Cilindros de dimensiones 100 mm de diámetro y 200mm de alto elaborados según norma.	15
Especímenes cilíndricos con adición de 2% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso.	15
Especímenes cilíndricos con adición de 4% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso.	15
Especímenes cilíndricos con adición de 6% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso.	15
TOTAL=	60

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATO

En la investigación se emplea la observación directa como método de recolección de datos, lo que permite obtener información precisa sobre las variables en estudio. Además, se utilizan técnicas de laboratorio cuando es necesario el uso de instalaciones especializadas para obtener los datos. Se han fabricado bloques cilíndricos de concreto con la adición de fibras y agregado grueso de HDPE en diferentes proporciones con relación al peso sin humedad del agregado fino y grueso respectivamente. Estas proporciones incluyen el 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE, con 15 muestras elaboradas para cada nivel de adición, además de las muestras patrón sin esta adición. Los bloques, con dimensiones de 10 cm de diámetro x 20 cm de alto, fueron sometidos a pruebas de compresión, sumando un total de 60 muestras a ser ensayadas. Todas las muestras fueron debidamente identificadas y el proceso experimental se documentó mediante fotografías para asegurar una mejor comprensión.

Figura 4

Desmoldante sobre los moldes de acero



Figura 5

Selección del agregado grueso



Figura 6

Selección del agregado fino



Figura 7

Pesaje del agregado grueso



Figura 8

Pesaje del agregado fino



Figura 9

Pesaje del cemento tipo I



Figura 10

Pesaje del agua para el diseño de mezcla



Figura 11

Pesaje de las adiciones de 15% de esferas de HDPE



Figura 12

Pesaje de las adiciones de 30% de esferas de HDPE



Figura 13

Pesaje de las adiciones de 50% de esferas de HDPE



Figura 14

Pesaje de las adiciones de 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE



Figura 15

Pesaje de las adiciones de 2% de fibras de HDPE



Figura 16

Pesaje de las adiciones de 4% de fibras de HDPE



Figura 17

Pesaje de las adiciones de 6% de fibras de HDPE



Figura 18

Pesaje de las adiciones de 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE



Figura 19

Mezcla del agregado grueso más la adición del 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE



Figura 20

Mezcla del agregado fino más la adición del 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE



Figura 21

Adición del cemento tipo I al trompo más la adición del 2%, 4%, 6% de fibras de HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE



Figura 22

Adición del agua al trompo para la mezcla de los materiales



Figura 23

Adición del 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE al trompo



Figura 24

Adición del 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE al trompo



Figura 25

Adición del 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE al trompo



Figura 26

Ensayo del SLUMP para determinar el asentamiento



Figura 27

Ensayo del SLUMP para determinar el asentamiento



Figura 28

Testigos cilíndricos de concreto con 2%, 4%, 6% de fibras HDPE y 15%, 30%, 50% de esferas de HDPE



Figura 29

Proceso de fraguado de los testigos cilíndricos de concreto



Figura 30

Curado de los testigos cilíndricos de concreto



Figura 31

Muestra poblacional de los testigos de concreto



Figura 32

Ensayo de compresión sobre los testigos de concreto



Figura 33

Rotura de los testigos de concreto Patrón



Figura 34

Ensayo de compresión muestras con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas de HDPE



Figura 35

Rotura de las muestras con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas HDPE



Figura 36

Ensayo de compresión muestras con 4% de fibras HDPE y 30% de esferas HDPE

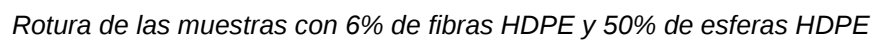


Figura 37

Rotura de las muestras con 4% de fibras HDPE y 30% de esfera HDPE



Rotura de las muestras con 6% de fibras HDPE y 50% de esferas HDPE



3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Se usaron tablas y gráficos para mostrar los resultados de compresión del concreto, con y sin fibras y agregado de HDPE, con el objetivo de facilitar su interpretación. Estos recursos permiten organizar los valores de resistencia de forma clara, visualizando la distribución de los datos y permitiendo identificar fácilmente posibles valores atípicos y tendencias. Las representaciones fueron generadas con el software Microsoft Excel, una herramienta eficiente para la creación y edición de tablas y gráficos, lo que simplificó el análisis de los datos obtenidos.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Se usó el software SPSS v25 para analizar los resultados de compresión con diferentes porcentajes de fibras de HDPE. Este análisis permitió verificar o refutar las hipótesis planteadas a través de la aplicación de técnicas de estadística inferencial.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

En esta parte se presenta el análisis de los datos relacionados con la resistencia a la compresión de las muestras, obtenidos mediante ensayos llevados a cabo en el laboratorio especializado en suelos y concreto.

Análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio

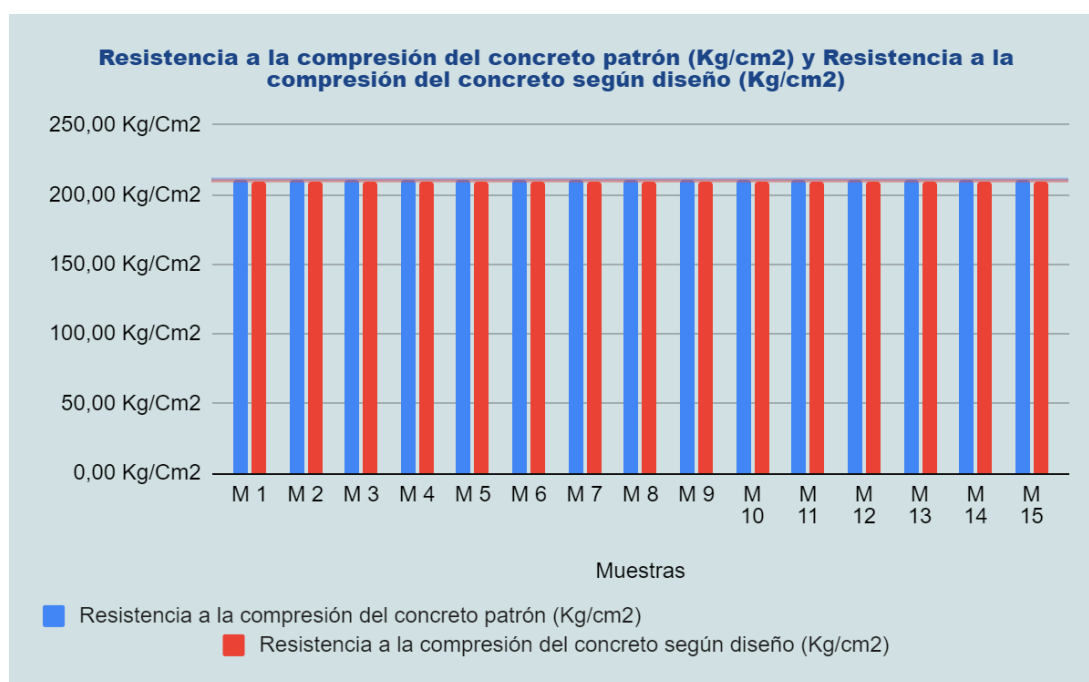
Tabla 2

Resultado de la compresión: concreto patrón y según diseño

Muestras	F'c patrón (Kg/cm ²)	F'c según diseño (Kg/cm ²)
M 1	211,16	210,00
M 2	210,82	210,00
M 3	210,88	210,00
M 4	211,12	210,00
M 5	211,02	210,00
M 6	211,03	210,00
M 7	211,10	210,00
M 8	210,86	210,00
M 9	211,19	210,00
M 10	210,99	210,00
M 11	210,92	210,00
M 12	211,05	210,00
M 13	210,89	210,00
M 14	210,86	210,00
M 15	210,99	210,00

Figura 40

Comparación de la compresión concreto patrón y según diseño



Interpretación

De la figura se aprecia que el mayor valor obtenido para la compresión de los bloques patrón es 211,19 Kg/Cm2 y para los datos de la compresión de los bloques según su diseño, con un valor 210,00 Kg/Cm2.

Tabla 3

Medias de la compresión concreto patrón y según diseño

Media	Valor	Unidades
F'c del concreto patrón.	210,99	Kg/cm2
F'c del concreto según diseño.	210,00	Kg/cm2

Interpretación:

La tabla muestra que el promedio de la compresión de los bloques patrón es 210,99 kg/cm2, mientras que el promedio de los bloques según el diseño alcanza los 210,00 kg/cm2. Al comparar estos valores, se puede concluir que los bloques patrón presentan una compresión ligeramente superior que las muestras según su diseño.

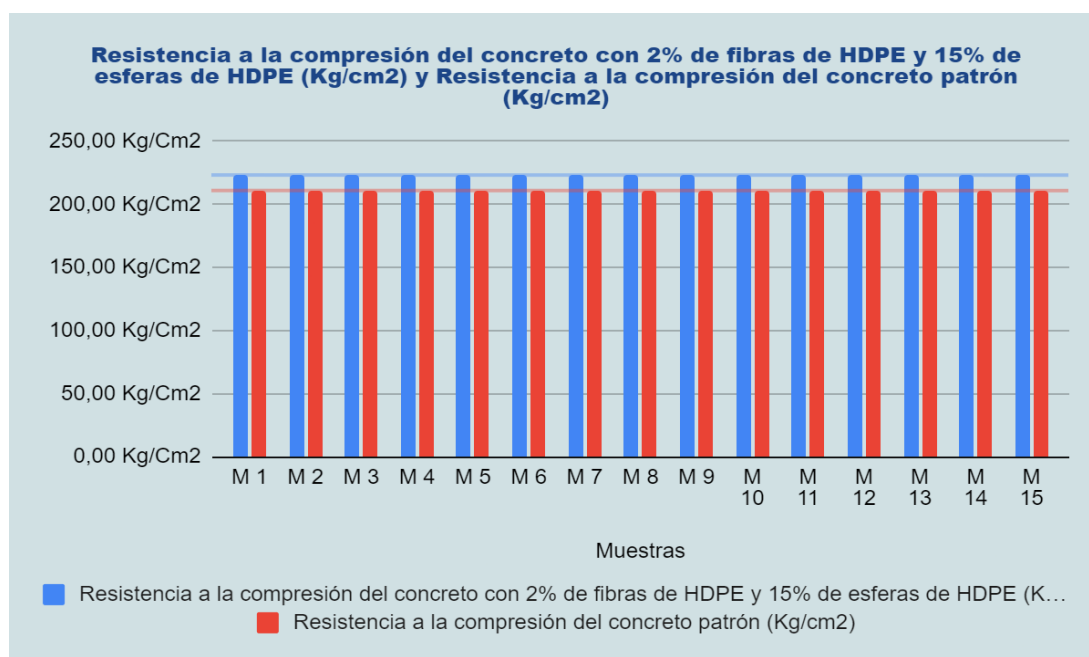
Tabla 4

Resultado de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE más 15% de esferas HDPE

Muestras	F'c con 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE (Kg/cm ²)	F'c patrón (Kg/cm ²)
M 1	223,44	211,16
M 2	223,10	210,82
M 3	223,16	210,88
M 4	223,40	211,12
M 5	223,30	211,02
M 6	223,31	211,03
M 7	223,38	211,10
M 8	223,14	210,86
M 9	223,47	211,19
M 10	223,27	210,99
M 11	223,19	210,92
M 12	223,32	211,05
M 13	223,17	210,89
M 14	223,14	210,86
M 15	223,27	210,99

Tabla 5

Comparación de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE, 15% de esferas HDPE



Interpretación

La figura muestra que el mayor valor de la compresión obtenido para los bloques con 2% de fibras de HDPE y el 15% de esferas HDPE es de 223,47 kg/cm², mientras que el valor máximo registrado para los bloques patrón es 211,19 kg/cm².

Tabla 6

Medias de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas HDPE

Media	Valor	Unidades
F'c con 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE.	223,27	Kg/cm ²
F'c del concreto patrón.	210,99	Kg/cm ²

Interpretación:

La tabla muestra que el promedio de la compresión de los bloques con 2% de fibras de HDPE y 15% de fibras de HDPE es 223,27 kg/cm², mientras que el promedio de los bloques patrón alcanzó los 210,99 kg/cm². Al comparar estos valores, se puede concluir que los bloques con dichas adiciones de HDPE presentan una compresión superior que los bloques patrón.

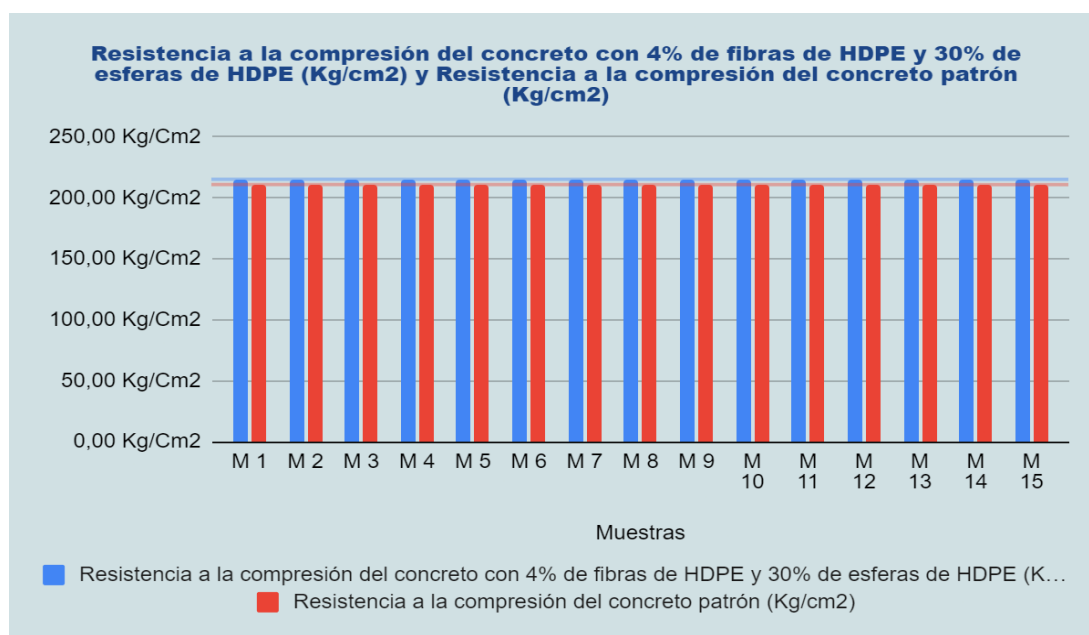
Tabla 7

Resultado de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE, 30% de esferas HDPE

Muestras	F'c del concreto con 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE (Kg/cm ²)		F'c del concreto patrón (Kg/cm ²)
M 1	215,45		211,16
M 2	215,11		210,82
M 3	215,16		210,88
M 4	215,41		211,12
M 5	215,30		211,02
M 6	215,32		211,03
M 7	215,38		211,10
M 8	215,15		210,86
M 9	215,47		211,19
M 10	215,28		210,99
M 11	215,20		210,92
M 12	215,33		211,05
M 13	215,17		210,89
M 14	215,15		210,86
M 15	215,28		210,99

Figura 41

Comparación de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE más 30% de esferas HDPE



Interpretación

La figura muestra que el mayor valor de la compresión para los bloques con 4% de fibras de HDPE y el 30% de esferas de HDPE es 215,47 kg/cm², mientras que el valor máximo registrado para los bloques patrón es 211,19 kg/cm².

Tabla 8

Medias de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE, 30% de esferas HDPE

Media	Valor	Unidades
F'c del concreto con 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE.	215,28	Kg/cm2
F'c del concreto patrón.	210,99	Kg/cm2

Interpretación:

Se muestra que el promedio de la compresión de los bloques con 4% de fibras de HDPE y 30% de fibras de HDPE es 215,28 kg/cm², mientras que el promedio de los bloques patrón alcanzó los 210,99 kg/cm². Al comparar estos valores, se puede concluir que los bloques con dichas adiciones de HDPE presentan una compresión superior que los bloques patrón.

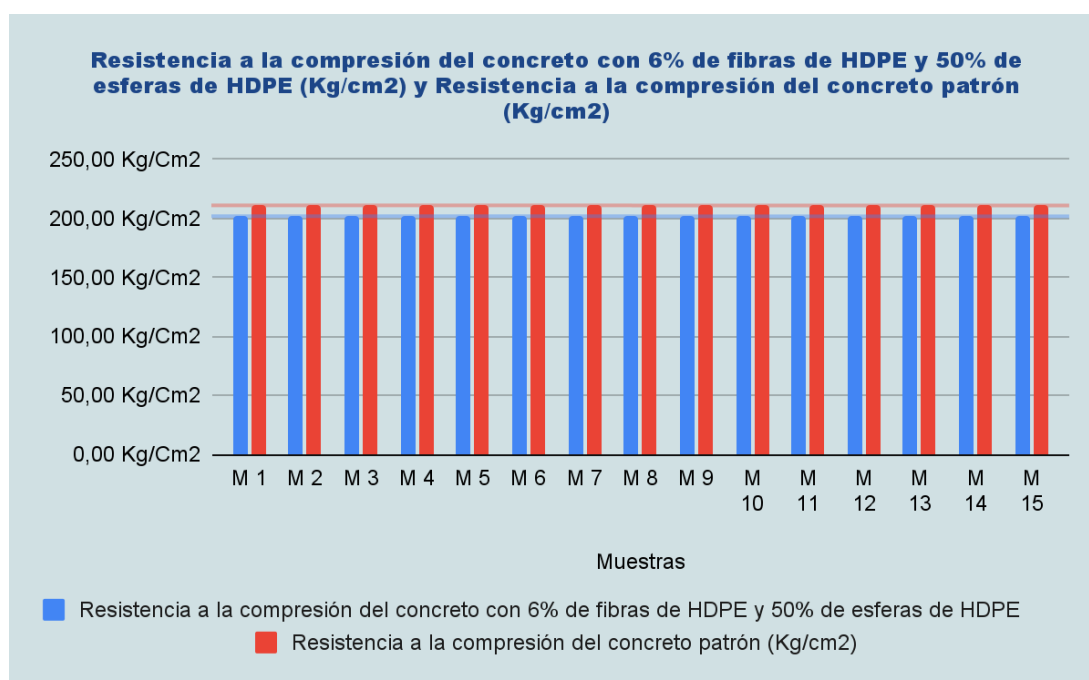
Tabla 9

Resultado de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE

Muestras	F'c concreto con 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE (Kg/cm2)	F'c del concreto patrón (Kg/cm2)
M 1	202,01	211,16
M 2	201,67	210,82
M 3	201,72	210,88
M 4	201,97	211,12
M 5	201,87	211,02
M 6	201,88	211,03
M 7	201,94	211,10
M 8	201,71	210,86
M 9	202,04	211,19
M 10	201,84	210,99
M 11	201,76	210,92
M 12	201,89	211,05
M 13	201,74	210,89
M 14	201,71	210,86
M 15	201,84	210,99

Figura 42

Comparación de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE



Interpretación

La figura muestra que el mayor valor de la compresión obtenido para los bloques con 6% de fibras de HDPE y el 50% de esferas de HDPE es de 202,04 kg/cm², mientras que el valor máximo registrado para los bloques patrón es de 211,19 kg/cm².

Tabla 10

Medias de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE

Media	Valor	Unidades
F'c del concreto con 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE.	201,84	Kg/cm ²
F'c del concreto patrón.	210,99	Kg/cm ²

Interpretación:

Se indica que el promedio de la compresión de los bloques de con 6% de fibras de HDPE y el 50% de esferas de HDPE es de 201,84 kg/cm², mientras que los bloques patrón alcanzan un promedio de 210,99 kg/cm². Al comparar estos resultados, se concluye que los bloques patrón presentan una compresión superior que los bloques con dichas adiciones de HDPE.

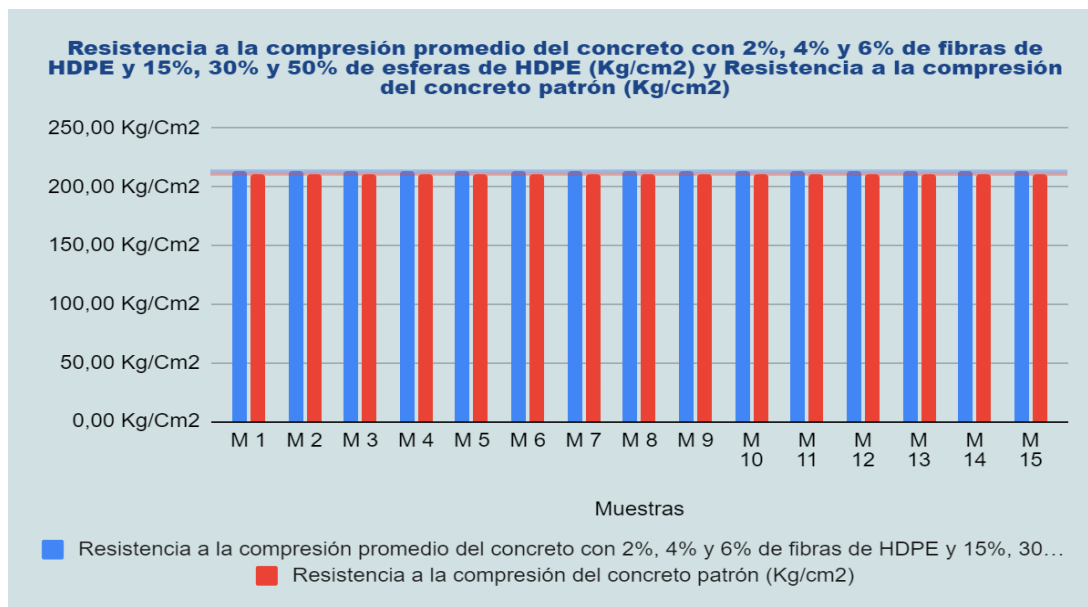
Tabla 11

Resultado de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE

Muestras	F'c promedio del concreto con 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE (Kg/cm ²)	F'c del concreto patrón (Kg/cm ²)
M 1	213,63	211,16
M 2	213,29	210,82
M 3	213,35	210,88
M 4	213,59	211,12
M 5	213,49	211,02
M 6	213,50	211,03
M 7	213,57	211,10
M 8	213,33	210,86
M 9	213,66	211,19
M 10	213,46	210,99
M 11	213,39	210,92
M 12	213,52	211,05
M 13	213,36	210,89
M 14	213,33	210,86
M 15	213,46	210,99

Figura 43

Comparación de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas HDPE



Interpretación

La figura muestra que el mayor valor de la compresión promedio obtenido para los bloques con 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y el 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE es de 213,66 kg/cm², mientras que el valor máximo registrado para los bloques patrón es de 211,19 kg/cm².

Tabla 12

Medias de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas HDPE

Media	Valor	Unidades
F'c promedio del concreto con 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE.	213,46	Kg/cm2
F'c del concreto patrón.	210,99	Kg/cm2

Interpretación:

Se indica que la media de la compresión de los bloques con 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y el 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE es de 213,46 kg/cm², mientras que los bloques patrón alcanzan un promedio de 210,99 kg/cm². Al comparar estos resultados, se concluye que los bloques con dichas adiciones de HDPE presentan una compresión superior que los bloques patrón.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El contraste de las hipótesis se ha realizado empleando el programa estadístico SPSS.

Para la hipótesis general

HG: La adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto, Amarilis - Huánuco - 2024.

H0: La adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad NO tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto, Amarilis - Huánuco - 2024.

Test de normalidad para los datos de la hipótesis general

Tabla 13

Normalidad de la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas HDPE

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c promedio del concreto con 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE (Kg/cm2)	,140	15	,200*	,948	15	,501
F'c del concreto patrón (Kg/cm2)	,140	15	,200*	,948	15	,501

Interpretación:

Se realizó la prueba de normalidad y los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la compresión promedio de los bloques con 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE ($p=0,501>0,05$) como para la compresión de los bloques patrón ($p=0,501>0,05$). Dado que la prueba de

normalidad se satisface, se procedió a realizar el test T de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 14

T Student para la compresión promedio concreto patrón y con 2%, 4% y 6% de fibras HDPE, 15%, 30% y 50% de esferas HDPE

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de los bloques de concreto (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	0,00	1,000	57,517	28	,001	2,4700
	No se asumen varianzas iguales			57,517	28,000	,001	2,4700

Interpretación

Del análisis realizado se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de fibras y agregado grueso de HDPE tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto, Amarilis - Huánuco - 2023. Con una contrastación de ($t=57,517$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 1:

HE1: La adición de 2% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

HE0: La adición de 2% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso NO tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 15

Normalidad de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE, 15% de esferas HDPE

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c del concreto con 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE (Kg/cm2)	,153	15	,200*	,944	15	,438
F'c del concreto patrón (Kg/cm2)	,140	15	,200*	,948	15	,501

Interpretación:

Se realizó la prueba de normalidad y los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la compresión de los bloques con 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE ($p=0,438>0,05$) como para la compresión de los bloques patrón ($p=0,501>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar el test T de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 1

Tabla 16

T Student de la compresión concreto patrón y con 2% de fibras HDPE y 15% de esferas HDPE

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de los bloques de concreto (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	0,00	,997	285,755	28	,001	12,27867
	No se asumen varianzas iguales			285,755	28,000	,001	12,27867

Interpretación

Del análisis se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de 2% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Con una contrastación de $(t=285,755; p=0,001<0,05)$.

Hipótesis específica 2:

HE2: La adición de 4% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

HE2: La adición de 4% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso NO tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 2

Tabla 17

Normalidad de la compresión concreto patrón y con 4% de fibras HDPE, 30% de esferas HDPE

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c del concreto con 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE (Kg/cm2)	,154	15	,200*	,936	15	,337
F'c del concreto patrón (Kg/cm2)	,140	15	,200*	,948	15	,501

Interpretación:

Se realizó la prueba de normalidad y los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la compresión de los bloques con 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE ($p=0,337>0,05$) como para la compresión de los bloques patrón ($p=0,501>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar el test T de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

Tabla 18

T Student de la compresión del concreto patrón y con 4% de fibras de HDPE, 30% de esferas HDPE

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de los bloques de concreto (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	0,00	,991	100,015	28	,001	4,28533
	No se asumen varianzas iguales			100,015	27,999	,001	4,28533

Interpretación

Del análisis se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de 4% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Con una contrastación de ($t=100,015$; $p=0,001<0,05$).

Hipótesis específica 3:

HE3: La adición de 6% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

HE3: La adición de 6% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso NO tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 3

Tabla 19

Normalidad de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
F'c del concreto con 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE (Kg/cm ²)	,150	15	,200*	,943	15	,424
F'c del concreto patrón (Kg/cm ²)	,140	15	,200*	,948	15	,501

Interpretación:

Se realizó la prueba de normalidad y los resultados de la prueba indican que los valores analizados cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la compresión de los bloques con 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE ($p=0,424>0,05$) como para la compresión de los bloques patrón ($p=0,501>0,05$). Dado que la prueba de normalidad se satisface, se procedió a realizar el test T de Student para muestras independientes.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

Tabla 20

T Student de la compresión concreto patrón y con 6% de fibras HDPE, 50% de esferas HDPE

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias			
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias
F'c de los bloques de concreto (Kg/Cm2)	Se asumen varianzas iguales	0,00	1,000	212,951	28	,001	9,15267
	No se asumen varianzas iguales			212,951	28,000	,001	9,15267

Interpretación

Del análisis se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la adición de 6% de fibras de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de HDPE con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo positivo en la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Con una contrastación de $(t=212,951; p=0,001<0,05)$.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los resultados obtenidos con los hallazgos de Mendoza (2021), quien evidenció que el incremento del porcentaje de polietileno de alta densidad como sustitución parcial del agregado grueso disminuye la compresión del concreto, se observa una diferencia significativa en el comportamiento de los materiales. En la presente investigación, la incorporación controlada de un 2% de fibras de HDPE y un 15% de esferas de HDPE generó un incremento en la compresión, logrando un valor de 223,27 kg/cm², superior al de los bloques patrón con 210,99 kg/cm². Este resultado demuestra que, a diferencia del estudio de Mendoza, la adecuada dosificación y combinación de las fibras y esferas de HDPE puede mejorar las propiedades mecánicas del concreto, promoviendo su aplicación como una alternativa sostenible sin comprometer su resistencia estructural.

En contraste con lo reportado por Yrigoin y Culcas (2021), quienes concluyeron que la incorporación de un 15% de HDPE mejoró la compresión del concreto en un 11,16%, alcanzando valores de hasta 210 kg/cm², en la presente investigación se observó un comportamiento distinto. Los bloques de concreto que contenían un 6% de fibras de HDPE y un 50% de esferas de HDPE presentaron una disminución en la compresión, registrando un valor de 201,84 kg/cm² frente a los bloques patrón, que alcanzaron 210,99 kg/cm². Este resultado sugiere que, si bien el HDPE puede aportar beneficios al concreto dependiendo de su proporción y forma de incorporación, un exceso de este material, especialmente en combinación de fibras y esferas, puede afectar negativamente la cohesión interna y, por ende, reducir su capacidad resistente.

En comparación con el estudio de Espinoza y Martínez (2022), quienes determinaron que la incorporación del 5% de HDPE en reemplazo parcial del agregado fino incrementó la compresión del concreto hasta 228,44 kg/cm²,

considerándose óptima para aplicaciones no estructurales, en la presente investigación se obtuvieron resultados que también evidencian un efecto favorable, aunque en menor magnitud. Los bloques de concreto con adición combinada de 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE respecto al peso seco del agregado fino y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE respecto al agregado grueso alcanzaron una resistencia promedio de 213,46 kg/cm², superando ligeramente la de los bloques patrón (210,99 kg/cm²). Este resultado sugiere que la incorporación controlada de HDPE, tanto en forma de fibras como de esferas, puede mejorar la resistencia mecánica del concreto, aunque su efecto depende directamente de la proporción utilizada y del tipo de sustitución aplicada.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, concluimos en los siguiente:

Para el objetivo general: Se concluye que existe un efecto significativo positivo en la compresión de los bloques de concreto al adicionar fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad. Esto se confirma con una contrastación ($t=57,517$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión del concreto aumenta al utilizar 2%, 4% y 6% de fibras de HDPE y 15%, 30% y 50% de esferas de HDPE, con un valor de 213,46 kg/cm², en comparación con los bloques patrón, cuya compresión promedio es de 210,99 kg/cm².

Para el objetivo específico 1: Se concluye que existe un efecto significativo positivo en la compresión de los bloques de concreto al agregar 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE. Esto se confirma con una contrastación ($t=285,755$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión de los bloques aumenta al utilizar 2% de fibras de HDPE y 15% de esferas de HDPE, con un valor de 223,27 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya compresión promedio es de 210,99 kg/cm².

Para el objetivo específico 2: Se concluye que existe un efecto significativo positivo en la compresión de los bloques de concreto al agregar 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE. Esto se confirma con una contrastación ($t=100,015$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión de los bloques aumenta al utilizar 4% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE, con un valor de 215,28 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya compresión promedio es de 210,99 kg/cm².

Para el objetivo específico 3: Se concluye que existe un efecto significativo positivo en la compresión de los bloques de concreto al agregar 6% de fibras de HDPE y 50% de esferas de HDPE. Esto se confirma con una contrastación ($t=212,951$; $p=0,001<0,05$), al examinar las medias, se puede inferir que la compresión de los bloques disminuye considerablemente al

utilizar 6% de fibras de HDPE y 30% de esferas de HDPE, con un valor de 201,84 kg/cm², en comparación con las muestras patrón, cuya compresión promedio es de 210,99 kg/cm².

RECOMENDACIONES

Se sugiere explorar diferentes proporciones y formatos del polietileno de alta densidad (fibras, esferas, escamas, etc.) para determinar cuál ofrece un mejor desempeño mecánico en distintas aplicaciones del concreto.

Es recomendable llevar a cabo ensayos que evalúen el comportamiento del concreto con HDPE a lo largo del tiempo, para analizar su durabilidad, envejecimiento y posibles reacciones químicas a mediano y largo plazo.

Se propone complementar los estudios experimentales con modelaciones mediante software estructurales (como ANSYS, Abaqus o ATENA) para predecir el comportamiento del material reforzado en diferentes condiciones de carga.

Se recomienda realizar pruebas en elementos estructurales a escala real (columnas, losas, muros, etc.) para verificar el rendimiento del concreto modificado en condiciones más cercanas a las de una edificación real.

Sería útil incluir un análisis de ciclo de vida (ACV) y un estudio de costos para evaluar la viabilidad económica y ambiental del uso de HDPE reciclado en comparación con materiales convencionales.

Se puede ampliar el estudio incluyendo otros tipos de plásticos reciclados como el polipropileno (PP), PVC o PET, para establecer cuál ofrece mejores resultados en términos de resistencia y sostenibilidad.

Se sugiere analizar cómo estos materiales modificados se alinean o podrían incorporarse en los reglamentos técnicos y normativas de construcción vigentes (NTP, ACI, ASTM, etc.).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ávila S., G. M., & Parrilla A., Y. D. (2021). Influencia de las Fibras PET Recicladas en la Resistencia a la Compresión del Concreto $f'_c = 210$ kg/cm² en Tumbes.
- Becker, E. (2021). *PISOS INDUSTRIALES DE HORMIGÓN: Diseño, construcción y mantenimiento*. Archidocs LLC.
- Billmeyer, F. W. (2020). *Ciencia de los polímeros*. (R. Areal Guerra, Trad.) Reverte.
- Calavera Ruiz, J. (1996). *Patología de estructuras de hormigón armado y pretensado*. 2. INTEMAC, Instituto Técnico de Materiales y Construcciones.
- Campos, J., & Díaz, J. (2011). Manual de aplicaciones de polímeros en la construcción. *El polietileno (PE) como material de construcción en la era del cambio climático*.
- Carrasco Díaz, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodologicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.
- Centro de Información Técnica de la Construcción. (2011). *Ingeniería civil*. Centro de Información Técnica de la Construcción.
- Cook, T. D., & Reichardt, C. S. (2000). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. (T. D. Cook, Ed., & G. Solana, Trad.) Morata.
- Cortés, J. G. (2022). *Durabilidad del concreto reforzado*. Universidad Nacional de Colombia.
- Cueva P., & Palacios P. (2020). Diseño de concreto para elementos no estructurales utilizando fibras de plástico PET, en la ciudad de Piura. Piura.
- Culcas Raymundo, E., & Yrigoin Ramos, S. J. (2021). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural adicionando polietileno de alta densidad, La Victoria, Chiclayo, Lambayeque. Universidad César Vallejo.
- Donini, H., & Orler, R. (2021). *Análisis de las patologías en las estructuras de Hormigón Armado: Causas, inspección, diagnostico, refuerzo y reparación*. Diseño.

- Duda, W. H. (2021). *Manual tecnológico del cemento*. (A. Sarabia Gonzalez, Trad.) Reverte.
- Espinoza Villanueva, R. M., & Martinez Caballero, N. M. (2022). Influencia de la adición de polietileno de alta densidad en propiedad mecánica del concreto de resistencia $F' C 210 \text{Kg/cm}^2$, Huánuco. Universidad César Vallejo.
- Guyer, J. P. (2019). *Una Introducción a la Construcción de Hormigón*.
- Harmesen, T. E. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. PUCP, Fondo Editorial.
- Jaramillo Jiménez, J. O. (2010). *Ingeniería estructural. 3 ediciones*. Universidad Nacional de Colombia.
- Lima B., J., Nogueira C., H., Cândido, L., & Bezerra C., A. (2019). "Análisis de propiedades físicas y mecánicas de bloques de concreto prensado no estructurales con adiciones de PET reciclado". *Revista Materia*.
- Mehta, P. J., & Monteiro, P. K. (2015). Características y propiedades de los hormigones. *Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones*.
- Mejía G. (2004). Influencia de la forma y textura del agregado grueso en las propiedades del concreto. *Revista Facultad de Ingeniería*.
- Mendoza V., D. (2021). Bloques de concreto con sustitución de residuos sólidos de polietileno de alta densidad. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Zulia, 44*.
- Ñaupas Paitán, H., Mejía Mejía, E., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- Parra, R., Bayona, C., Durán, J., Ríos, C., Moreno, J. D., Takeuchi, C., & Lizarazo, J. M. (2022). *Guías de laboratorio de Mecánica de Sólidos*. (D. Linero, Ed.) Universidad Nacional de Colombia.
- Salcedo Barrera, M. L. (2006). *Concreto de alto desempeño en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Artes.
- Sánchez de Guzmán, D. (2002). *Durabilidad y patología del concreto*. Asociación Colombiana de Productores de Concreto.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. J. (2021). *Introducción a la química de los polímeros*. (R. Areal Guerra, Trad.) Reverte.

- Solas A., A., & Giani D., R. (2010). *Tecnología del hormigón avanzada*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Structuralia. (2023). *Métodos de dosificación del hormigón*.
- Toro Jaramillo, I. D., & Parra Ramírez, R. D. (2006). *Método y conocimiento: metodología de la investigación : investigación cualitativa/investigación cuantitativa*. Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Torres J., López R., & García E. (s.f.). Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 2018
- Vázquez García, Á., Vadillo Fernánd, L., González Santos, A., González Cañibano, J., Navarro Morente, E., & López Jimeno, C. (1995). *Manual de reutilización de residuos de la industria minera, siderometalúrgica y termoeléctrica* (Instituto Tecnológico Geominero de España ed.). Instituto Tecnológico Geominero de España.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Gonzales Crisolo, A. (2026). *Resistencia a la compresión del concreto $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ con fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad, Amarilis - Huánuco - 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1704-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 08 de agosto de 2024

Visto, el Oficio N° 1170-2024-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO**.

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 2337-2023-D-FI-UDH, de fecha 06 de octubre de 2023, perteneciente al Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO** se le designó como ASESOR(A) a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 1170-2024-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Luis Fernando Narro Jara (Presidente), Mg. William Paolo Taboada Trujillo (Secretario) y Mg. Leonel Marlo Aguilar Alcantara (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: **"RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUÁNUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto.

ANEXO 2

RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1021-2025-D-FI-UDH

Huánuco, 28 de mayo de 2025

Visto, el Oficio N° 0573-2025-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 542686-0000002566, del Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 542686-0000002566, presentado por el (la) Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), y;

Que, con Resolución N° 2337-2023-D-FI-UDH, de fecha 06 de octubre de 2023, en la cual se designa como Asesor de Tesis del Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO** a la Mg. Karen Vanessa Bastidas Salazar, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - **DEJAR SIN EFECTO**, la Resolución N° 2337-2023-D-FI-UDH, de fecha 06 de octubre de 2023.

Artículo Segundo. - **DESIGNAR**, como nuevo Asesor de Tesis del Bach. **Alcides Artemio GONZALES CRISOLO** al Mg. Godofredo Alex Segundo Illatopa, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Tercero. - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Ing. Ethel Inés Muñoz Lozano
SECRETARIA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo.
BCR/EJML/nto

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ con fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad, Amarilis – Huánuco - 2024”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema General PG1: ¿Qué efectos produce la adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Amarilis - Huánuco – 2024?	Objetivo General OG: Determinar el efecto que produce la adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, Amarilis - Huánuco - 2024.	Hipótesis General HG: La adición de fibras y agregado grueso de polietileno de alta densidad tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto, Amarilis - Huánuco - 2024.	Enfoque: Enfoque cuantitativo.
Problema Específicos PE1: ¿Cuál es el efecto de la adición de 2% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?	Objetivo Específicos OE1: Determinar el efecto de la adición de 2% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.	Hipótesis Específicas HE1: La adición de 2% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 15% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. HE2: La adición de 4% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene	Alcance o nivel: Alcance explicativo.
			Diseño: Será de diseño cuasi experimental.
			Técnica de investigación: Observación
			Instrumentos: Fichas de campo y ficha de resultados de laboratorio en nuestro caso ensayo a compresión.
			Población:

PE2: ¿Cuál es el efecto de la adición de 4% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$? PE3: ¿Cuál es el efecto de la adición de 6% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$?	OE2: Determinar el efecto de la adición de 4% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 30% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. OE3: Determinar el efecto de la adición de 6% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.	un efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. HE3: La adición de 6% de fibras de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado fino y 50% de esferas de polietileno de alta densidad con relación al peso sin humedad del agregado grueso tiene un efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Variables de investigación Variable dependiente Resistencia a la compresión del concreto Variable independiente Fibras y esferas de polietileno de alta densidad	La población para el ensayo a tracción estará conformada por 60 bloques cilíndricos. Estas muestras deben tener las siguientes dimensiones diámetro 100 mm y altura 200 mm. Muestra: La muestra seleccionada será no probabilística.
---	---	---	--

ANEXO 4

INSTRUMENTO DE RECOJO DE DATOS

Contenido de humedad



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 31:

Contenido de Humedad de los agregados Gruesos y agregados Finos.

CONTENIDO DE HUMEDAD				
ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD			
NORMA	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/10/2024	
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/10/2024	

AGREGADO FINO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	27.50	27.53	27.50
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	317.90	310.40	315.20
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	314.00	306.90	311.10
D	Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	290.40	282.87	287.70
E	Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	286.50	279.37	283.60
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	3.90	3.50	4.10
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	1.36%	1.25%	1.45%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		1.35%		

AGREGADO GRUESO				
ID	Descripción	Ensayo N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)	28.71	28.68	28.74
B	Peso Tara más muestra Húmeda (g)	231.60	235.30	233.30
C	Peso Tara más muestra Seca (g)	230.23	234.05	231.91
D	Peso muestra Húmeda - P_h (g), $D = B - A$	202.89	206.62	204.56
E	Peso muestra Seca - P_s (g), $E = C - A$	201.52	205.37	203.17
F	Peso del Agua (g), $F = B - C$	1.37	1.25	1.39
G	Contenido de Humedad (W%) $= \frac{P_h - P_s}{P_s} \cdot 100$	0.68%	0.61%	0.68%
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%)		0.66%		

 
AQUINO GARCÍA KEVIN JHOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Samuel Juvenito Polanco Pardase
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218998

Granulometría del agregado fino

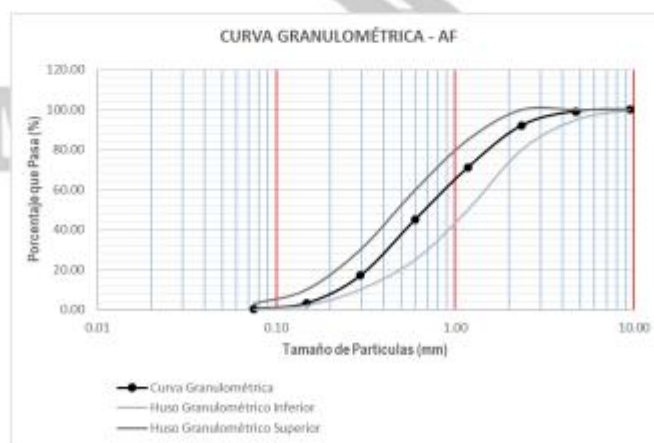


MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 38:
Granulometría del Agregado Fino.

GRANULOMETRÍA							
ENSAYO	GRANULOMETRÍA						
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012						
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO				20/10/2024	
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO				20/10/2024	
AGREGADO FINO			PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)			1,000.00 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	ARENA	ESPECIFICACIÓN	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	8.78	0.88	0.88	99.12	95	100
N° 8	2.36	70.61	7.06	7.94	92.06	80	100
N° 16	1.18	209.77	20.98	28.92	71.08	50	85
N° 30	0.60	258.91	25.89	54.81	45.19	25	60
N° 50	0.30	281.44	28.15	82.95	17.05	10	30
N° 100	0.15	137.88	13.79	96.74	3.26	2	10
N° 200	0.075	28.05	2.81	99.55	0.45	0	3
FONDO		4.52	0.45	100.00	0.00		
		999.96	100.00				
Error:		0.0040%		Ensayo Aceptado			
Módulo de Finura Agregado Fino				2.72			
M.F. = $\frac{\%ret. Acum\ malla\ (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$							



MONTAÑA
ALFONSO GARCIA KEVIN JOEL
TIC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

[Signature]
Ing. Samuel Jacinto Polanco Pardeve
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

Página 22 | 33

Granulometría del agregado grueso

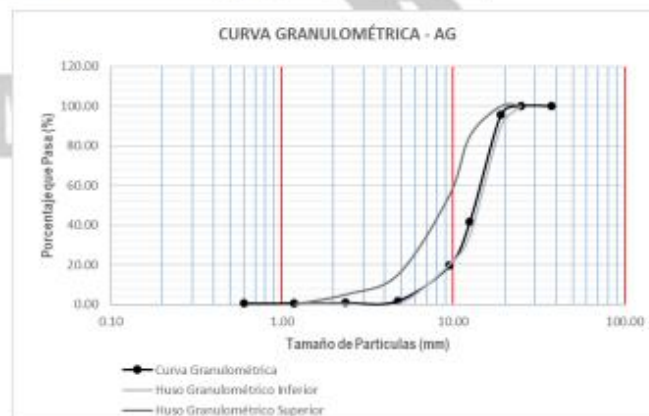


MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 39:
R Granulometría del Agregado Grueso.

GRANULOMETRÍA							
ENSAYO	GRANULOMETRÍA						
NORMA	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012						
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO				20/10/2024	
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO				20/10/2024	
AGREGADO GRUESO		PESO MUESTRA SECA, Ws (gr)				5,000.00 gr	
TAMIZ		PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(pulg)	(mm)	(gr)	(%)	(%)	GRAVA	ESPECIFICACIÓN	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.00	208.00	4.16	4.16	95.84	90	100
1/2"	12.50	2,702.00	54.05	58.21	41.79	35	85
3/8"	9.50	1,110.00	22.20	80.41	19.59	20	55
N° 4	4.75	888.00	17.76	98.18	1.82	0	15
N° 8	2.36	51.22	1.02	99.20	0.80	0	5
N° 16	1.18	6.95	0.14	99.34	0.66	0	0
N° 30	0.60	3.55	0.07	99.41	0.59		
FONDO		29.35	0.59	100.00	0.00		
		4999.07	100.00				
Error:		0.0186%		Ensayo Aceptado			
Módulo de Finura Agregado Grueso				6.81			
M.F. = $\frac{\% \text{Ret. Acum. malla } (N^{\circ} 1/2" + N^{\circ} 1/4" + N^{\circ} 3/8" + N^{\circ} 1/2" + N^{\circ} 3/4" + N^{\circ} 1" + N^{\circ} 1 1/2" + N^{\circ} 3" + N^{\circ} 4" + N^{\circ} 8" + N^{\circ} 16" + N^{\circ} 30" + N^{\circ} 60" + N^{\circ} 100")}{100}$							
Tamaño Máximo Nominal Agregado Grueso				3/4"			
"Está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% acumulado, o más del agregado grueso tamizado"							



MONTAÑA
AGUIRRE GARCÍA KEVIN JOEL
TÉCNICO LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Jaramila Pareda
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 216958

Peso unitario y vacío de los agregados fino y agregado grueso



Figura 40:

Peso unitario y vacío de los agregados fino y Agregados gruesos.

PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS			
ENSAYO	PESO UNITARIO Y VACÍO DE LOS AGREGADOS		
NORMA	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/10/2024
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/10/2024

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		< 1/2"	Volumen Molde	0.01000 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso del Molde + AF Compactado	kg	21.58	21.80	21.79	
B	Peso del Molde	kg	3.54	4.79	4.79	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	kg	18.04	17.01	17.00	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m³	1,803.16	1,700.21	1,699.21	1,734.19
E	Peso del Molde + AF Suelto	kg	20.11	20.20	20.15	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	kg	16.57	15.41	15.36	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m³	1,656.23	1,540.28	1,535.29	1,577.27

Diámetro del Cilindro Metálico	23.00 cm
Altura del Cilindro Metálico	24.08 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		Tamaño Máximo Nominal (TMN)		3/4"	Volumen Molde	0.01000 m³
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	26.23	26.14	26.35	
B	Peso del Molde	kg	5.82	5.82	5.82	
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg	20.41	20.32	20.53	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m³	2,040.05	2,031.05	2,052.05	2,041.05
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	29.37	28.35	30.75	
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg	23.55	22.53	24.93	
G	PESO UNITARIO SUELTO G = F / Vol. Molde	kg/m³	2,353.90	2,251.95	2,491.84	2,365.90



 AQUINO GARCIA KEVIN IHOEL

 TECN. LABORATORISTA DE SUELOS,

 CONCRETO Y PAVIMENTOS



 Ing. Samuel Justino Pelaez Padave

 Ingeniero Civil

 Reg. CIP. N° 216968

Gravedad específica y absorción

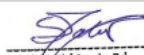


Figura 41:
Gravedad específica y absorción – Agregado Fino.

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN - AF					
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022					
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/10/2024			
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/10/2024			

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (Psss)	gr	500.00	500.00	500.00	
B	Peso del frasco + Agua hasta marca de 500ml	gr	1,296.80	1,297.78	1,296.13	
C	Peso del frasco + Agua + Psss, $C = A + B$	gr	1,796.80	1,797.78	1,796.13	
D	Peso del frasco + Psss + Agua hasta la marca de 500ml	gr	1,595.59	1,605.82	1,605.61	
E	Volumen de masa + Volumen de vacío, $E = C - D$	cm ³	201.21	191.96	190.52	
F	Peso seco del suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	494.50	494.53	493.31	
G	Volumen de masa, $G = E - (A - F)$	cm ³	195.71	186.49	183.83	
H	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $H = F / E$	gr/cm ³	2.46	2.58	2.59	2.54
I	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $I = A / E$	gr/cm ³	2.48	2.60	2.62	2.57
J	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $J = F / G$	gr/cm ³	2.53	2.65	2.68	2.62
K	ABSORCIÓN $K = [(A - F) / F] * 100$	%	1.11%	1.11%	1.36%	1.19%


MONTAÑA
 AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
 TEC. LABORATORISTA DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTOS


 Ing. Samuel Juanito Palcos Pardeve
 Ingeniero Civil
 Reg. CIP. N° 218968

Peso específico y absorción - Agregado grueso



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 42:
Peso específico y absorción – Agregado Grueso.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG						
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - AG					
NORMA	MTC E206 / ASTM C127 / NTP 400.021					
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/10/2024			
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/10/2024			

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en aire	gr	3,041.00	3,060.00	3,076.00	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en agua	gr	1,872.00	1,896.00	1,878.00	
C	Volumen de masa + Volumen de vacío, $C = A - B$	gr	1,169.00	1,164.00	1,198.00	
D	Peso seco del suelo (en estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$)	gr	3,020.00	3,038.00	3,030.00	
E	Volumen de masa, $E = C - (A - D)$	cm ³	1,148.00	1,142.00	1,152.00	
F	PESO ESPECÍFICO BULK (base seca) $F = D / C$	gr/cm ³	2.58	2.61	2.53	2.57
G	PESO ESPECÍFICO (base saturada) $G = A / C$	gr/cm ³	2.60	2.63	2.57	2.60
H	PESO ESPECÍFICO APARENTE (base seca) $H = D / E$	gr/cm ³	2.63	2.66	2.63	2.64
I	ABSORCIÓN $I = [(A - D) / D] * 100$	%	0.70%	0.72%	1.52%	0.98%

 **MONTAÑA**
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS


Ing. Samuel Juanito Palcos Pardeave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Abrasión al desgaste de los agregados



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 43:
Abrasión al desgaste de los agregados

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS						
ENSAYO	ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS					
NORMA	MTC E207 / ASTM C131 / NTP 400.019					
CANTERA	ANDABAMBA	FECHA DE MUESTREO	20/10/2024			
UBICACIÓN	HUANUCO	FECHA DE ENSAYO	20/10/2024			

ABRASIÓN AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADOS
A	Peso muestra total	gr	5,005.00	5,003.00	5,007.00	
B	Peso retenido en tamiz N° 12	gr	3,246.21	3,145.10	3,450.14	
C	DESGASTE A LA ABRASIÓN LOS ÁNGELES	%	35.14%	37.14%	31.09%	34.46%
	$C = [(A - B) / A] * 100$					



Diseño de mezcla de concreto por el método ACI 211



Figura 44:
Diseño de mezcla de concreto por el método ACI 211

MONTAÑA LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS		DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO	
		MÉTODO ACI	
I) REQUERIMIENTOS			
Resistencia Especificada (F _{cd})	210 kg/cm ²	Desviación Estándar (S)	84 kg/cm ²
Uso (Tipo de Estructura)	Columnas	Asentamiento (Uso)	3 a 4 Pulgadas
Consistencia	Plástico	Asentamiento (Consistencia)	3 a 4 Pulgadas
Condición de Exposición	Sin Aire Incorporado		
Condiciones Específicas de Exposición	Sin Condición Especial		
Concreto Expuesto a Soluciones de Sulfatos	No		
II) MATERIALES			
CEMENTO	Asdino Tipo I	Peso Especifico	3.15 g/cm ³
AGUA	Potable		
AGREGADO FINO			
Peso Especifico	2.621 g/cm ³		
Absorción	1.191%		
Contenido de Humedad	1.35%		
Módulo de Finura	2.72		
AGREGADO GRUESO			
Tamaño Máximo Nominal	3/4"		
Peso Especifico	2.64 g/cm ³		
Peso Seco Compactado	2041.050 kg/m ³		
Absorción	0.679%		
Contenido de Humedad	0.68%		
III) DESARROLLO			
1 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO			
F _{cd} = 294.000 kg/cm ²			
2 SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			
T _{MN} = 3/4"			
3 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO			
Slump = 3 a 4 Pulgadas			
4 VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
205 Lit ³			
5 CONTENIDO DE AIRE			
2.0 %			
6 RELACIÓN AGUA / CEMENTO			
a/c Por Resistencia 0.558			
a/c Por Durabilidad			
A/C de diseño es 0.558			
7 FACTOR CEMENTO			
367.384 kg/m ³			
8.044 kg/m ³			
8 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO			
Vol. A.G. Seco Compactado 0.628 m ³			
Peso Agr. Grueso Seco 1281.780 kg/m ³			
9 CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS			
Cemento = 0.117 m ³			
Agua = 0.205 m ³			
Aire = 0.020 m ³			
Agr. Grueso = 0.485 m ³			
Σ Volúmenes Absolutos 0.827 m ³			
10 CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Vol. Absoluto Agr. Fino 0.173 m ³			
Peso Agr. Fino Seco 453.375 kg/m ³			
11 VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA			
Cemento 367.384 kg/m ³			
Agua de Diseño 205.000 Lit ³			
Agregado Fino Seco 453.375 kg/m ³			
Agregado Grueso Seco 1281.780 kg/m ³			

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juvante Palcos Purdase
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218988



MONTAÑA

LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



III CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

AGREGADO FINO

Contenido de Humedad 1.353%
Peso Húmedo A.F. 459.510 kg/m³

AGREGADO GRUESO

Contenido de Humedad 0.658%
Peso Húmedo A.G. 1290.208 kg/m³

HUMEDAD SUPERFICIAL DE LOS AGREGADOS

H.S. Agregado Fino 0.162%
H.S. Agregado Grueso -0.322%

APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

A.H. Agregado Fino	0.733	Litro
A.H. Agregado Grueso	-4.123	Litro
	-3.390	Litro
Agua Efectiva	208.390	Litro

PESOS DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Cemento	367.384	kg/m ³	=	367	kg/m ³
Agua Efectiva	208.390	Litro	=	208	Litro
Agregado Fino Húmedo	459.51	kg/m ³	=	460	kg/m ³
Agregado Grueso Húmedo	1290.208	kg/m ³	=	1290	kg/m ³

III PROPORCIÓN EN PESO

CEMENTO 1
AGREGADO FINO 1.251
AGREGADO GRUESO 3.512
AGUA 24.198

DOSIFICACIÓN 1 : 1.251 : 3.512 : 24.198 Libras/Bolsa

Relación Agua/Cemento de Diseño 0.558
Relación Agua/Cemento Efectiva 0.567 Corregida

III PESO POR TANDA DE UN BAGO O BOLSA

Peso de 1 bolsa de Cemento 42.50 kg
Cemento 42.500 kg/bolsa
Agua Efectiva 204.198 Litros
Agregado Fino Húmedo 53.198 kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo 140.260 kg/bolsa

IV) APLICACIÓN

1) CANTIDAD DE MATERIAL PARA UN DETERMINADO VOLUMEN

DIMENSIONES				N° VECES	VOLUMEN m ³	Considerar Volumen...
LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)	AREA / DIAMETRO			
		0.20	0.10	15	0.02	CILINDRICO (plancheta)
					0.00	CUBICO
					0.00	CUBICO
					0.00	CUBICO
					0.00	CUBICO
TOTAL					0.02 m ³	

⇒ Cemento 7.34 kg Adicionamos 8.44 kg
⇒ Agua 4.16 Lt 15% 4.78 Lt
⇒ Agregado Fino 9.20 kg de Desperdicios 10.58 kg
⇒ Agregado Grueso 25.80 kg 29.67 kg

	FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD		ESFERAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD
2%	0.212 kg	15%	4.451 kg
4%	0.423 kg	30%	8.901 kg
6%	0.635 kg	50%	14.835 kg



AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juvenal Paredes
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218988



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 45:
Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto (Patrón)

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTS E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUANUCO - 2023"
SOLICITA:	Bach. Alcides Artemio Gonzales Crisolo
FECHA:	NOVIEMBRE- 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	% DE ESFERAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
								Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm2)	
M-1 (PATRON)	0%	0%	23/10/2024	20/11/2024	28 días	162.64 kn	16,584.71 kg	10.000	20.000	78.540	211.16 kg/cm²
M-2 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.38 kn	16,558.19 kg	10.000	20.000	78.540	210.82 kg/cm²
M-3 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.42 kn	16,562.27 kg	10.000	20.000	78.540	210.88 kg/cm²
M-4 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.61 kn	16,581.65 kg	10.000	20.000	78.540	211.12 kg/cm²
M-5 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.53 kn	16,573.49 kg	10.000	20.000	78.540	211.02 kg/cm²
M-6 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.54 kn	16,574.51 kg	10.000	20.000	78.540	211.03 kg/cm²
M-7 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.59 kn	16,579.61 kg	10.000	20.000	78.540	211.10 kg/cm²
M-8 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.41 kn	16,561.25 kg	10.000	20.000	78.540	210.86 kg/cm²
M-9 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.66 kn	16,586.75 kg	10.000	20.000	78.540	211.19 kg/cm²
M-10 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.51 kn	16,571.45 kg	10.000	20.000	78.540	210.99 kg/cm²
M-11 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.45 kn	16,565.33 kg	10.000	20.000	78.540	210.92 kg/cm²
M-12 (PATRON)	0%	0%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	162.55 kn	16,575.53 kg	10.000	20.000	78.540	211.05 kg/cm²
M-13 (PATRON)	0%	0%	25/10/2024	22/11/2024	28 días	162.43 kn	16,563.29 kg	10.000	20.000	78.540	210.89 kg/cm²
M-14 (PATRON)	0%	0%	26/10/2024	23/11/2024	28 días	162.41 kn	16,561.25 kg	10.000	20.000	78.540	210.86 kg/cm²
M-15 (PATRON)	0%	0%	27/10/2024	24/11/2024	28 días	162.51 kn	16,571.45 kg	10.000	20.000	78.540	210.99 kg/cm²

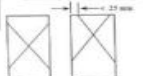
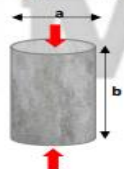
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

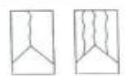
Pc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Crack vertical, paralelo a la fuerza de compresión, en ambos lados, menos de 25 mm de grosor entre ellos.



Tipo 2
Crack horizontal, paralelo a la fuerza de compresión, en ambos lados, menos de 25 mm de grosor entre ellos.



Tipo 3
Crack vertical, paralelo a la fuerza de compresión, en ambos lados, menos de 25 mm de grosor entre ellos.



Tipo 4
Fractura diagonal, en ambos lados.



Tipo 5
Fractura diagonal, en ambos lados.



Tipo 6
Fractura diagonal, en ambos lados.

f'c PROMEDIO 210.99 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Paicon Pardeave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Página 30 | 33



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 46:

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto con adición de 2% de fibra de polietileno de alta densidad y 15% de esferas de polietileno de alta densidad.

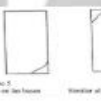
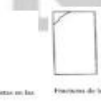
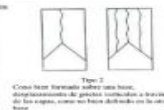
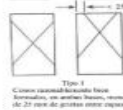
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUANUCO - 2023"
SOLICITA:	Bach. Alcides Artemio Gonzales Crisolo
FECHA:	NOVIEMBRE- 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	% DE ESFERAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
								Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm2)	
M-1	2%	15%	23/10/2024	20/11/2024	28 días	172.10 kn	17,549.04 kg	10.000	20.000	78.540	223.44 kg/cm²
M-2	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	171.84 kn	17,522.52 kg	10.000	20.000	78.540	223.10 kg/cm²
M-3	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	171.88 kn	17,526.60 kg	10.000	20.000	78.540	223.16 kg/cm²
M-4	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	172.07 kn	17,545.98 kg	10.000	20.000	78.540	223.40 kg/cm²
M-5	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	171.99 kn	17,537.82 kg	10.000	20.000	78.540	223.30 kg/cm²
M-6	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	172.00 kn	17,538.84 kg	10.000	20.000	78.540	223.31 kg/cm²
M-7	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	172.05 kn	17,543.94 kg	10.000	20.000	78.540	223.38 kg/cm²
M-8	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	171.87 kn	17,525.58 kg	10.000	20.000	78.540	223.14 kg/cm²
M-9	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	172.12 kn	17,551.08 kg	10.000	20.000	78.540	223.47 kg/cm²
M-10	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	171.97 kn	17,535.78 kg	10.000	20.000	78.540	223.27 kg/cm²
M-11	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	171.91 kn	17,529.66 kg	10.000	20.000	78.540	223.19 kg/cm²
M-12	2%	15%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	172.01 kn	17,539.86 kg	10.000	20.000	78.540	223.32 kg/cm²
M-13	2%	15%	25/10/2024	22/11/2024	28 días	171.89 kn	17,527.62 kg	10.000	20.000	78.540	223.17 kg/cm²
M-14	2%	15%	26/10/2024	23/11/2024	28 días	171.87 kn	17,525.58 kg	10.000	20.000	78.540	223.14 kg/cm²
M-15	2%	15%	27/10/2024	24/11/2024	28 días	171.97 kn	17,535.78 kg	10.000	20.000	78.540	223.27 kg/cm²

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

f'c : Resistencia a la Compresión del Mortero
P : Carga Máxima
A : Área de la Superficie de Carga



f'c PROMEDIO 223.27 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TEC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardeve
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Página 31 | 33



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 47:
Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto con adición de 4% de fibra de polietileno de alta densidad y 30% de esferas de polietileno de alta densidad.

ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C= 210 KG/CM2 CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUANUCO - 2023"
SOLICITA:	Bach. Alcides Artemio Gonzales Crisolo
FECHA:	NOVIEMBRE- 2024
EQUIPO:	Prensa Digital STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	% DE ESFERAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			f'c
								Diametro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm2)	
M-1	4%	30%	23/10/2024	20/11/2024	28 días	165.94 kn	16.921.11 kg	10.000	20.000	78.540	215.45 kg/cm²
M-2	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.68 kn	16.894.59 kg	10.000	20.000	78.540	215.11 kg/cm²
M-3	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.72 kn	16.898.67 kg	10.000	20.000	78.540	215.16 kg/cm²
M-4	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.91 kn	16.918.05 kg	10.000	20.000	78.540	215.41 kg/cm²
M-5	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.83 kn	16.909.89 kg	10.000	20.000	78.540	215.30 kg/cm²
M-6	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.84 kn	16.910.91 kg	10.000	20.000	78.540	215.32 kg/cm²
M-7	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.89 kn	16.916.01 kg	10.000	20.000	78.540	215.38 kg/cm²
M-8	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.71 kn	16.897.65 kg	10.000	20.000	78.540	215.15 kg/cm²
M-9	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.96 kn	16.923.15 kg	10.000	20.000	78.540	215.47 kg/cm²
M-10	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.81 kn	16.907.85 kg	10.000	20.000	78.540	215.28 kg/cm²
M-11	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.75 kn	16.901.73 kg	10.000	20.000	78.540	215.20 kg/cm²
M-12	4%	30%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	165.85 kn	16.911.93 kg	10.000	20.000	78.540	215.33 kg/cm²
M-13	4%	30%	25/10/2024	22/11/2024	28 días	165.73 kn	16.899.69 kg	10.000	20.000	78.540	215.17 kg/cm²
M-14	4%	30%	26/10/2024	23/11/2024	28 días	165.71 kn	16.897.65 kg	10.000	20.000	78.540	215.15 kg/cm²
M-15	4%	30%	27/10/2024	24/11/2024	28 días	165.81 kn	16.907.85 kg	10.000	20.000	78.540	215.28 kg/cm²

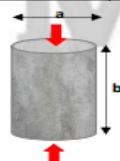
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

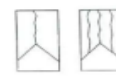
Fc : Resistencia a la Compresión del Mortero

P : Carga Máxima

A : Área de la Superficie de Carga



Tipo 1
Cuerpo resquebrajado por compresión, en ambos lados, menos de 25 mm de grietas entre capas.



Tipo 2
Cuerpo resquebrajado por compresión, desplazamiento de grietas verticales a través de los cuerpos, menos de 5 mm de grietas entre capas.



Tipo 3
Grietas verticales, desplazamiento de grietas verticales a través de los cuerpos, menos de 5 mm de grietas entre capas.



Tipo 4
Fractura diagonal en grietas en la base.



Tipo 5
Fractura de todo en los bordes.



Tipo 6
Siendo el tipo 3 pero el resquebrajado.

f'c PROMEDIO 215.28 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654



AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
TÉC. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Samuel Juanito Falcon Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Página 32 | 33



MONTAÑA
LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTOS



Figura 48:

Resultado del ensayo de resistencia a la compresión de los testigos de concreto con adición de 6% de fibra de polietileno de alta densidad y 50% de esferas de polietileno de alta densidad.

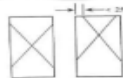
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
NORMA:	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
PROYECTO:	TESIS: "RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ CON FIBRAS Y AGREGADO GRUESO DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD, AMARILIS - HUANUCO - 2023"
SOLICITA:	Bach. Alcides Artemio Gonzales Crisolo
FECHA:	NOVIEMBRE- 2024
EQUIPO:	PRENSA DIGITAL STYE 2000

MUESTRA	% DE FIBRAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	% DE ESFERAS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD MORTERO	CARGA MÁXIMA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	ESPECÍMENES			$f'c$
								Dímetro "a" (cm)	Alto "b" (cm)	Area (cm ²)	
M-1	6%	50%	23/10/2024	20/11/2024	28 días	155.59 kn	15,865.82 kg	10.000	20.000	78.540	202.01 kg/cm ²
M-2	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.33 kn	15,839.31 kg	10.000	20.000	78.540	201.67 kg/cm ²
M-3	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.37 kn	15,843.38 kg	10.000	20.000	78.540	201.72 kg/cm ²
M-4	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.56 kn	15,862.76 kg	10.000	20.000	78.540	201.97 kg/cm ²
M-5	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.48 kn	15,854.60 kg	10.000	20.000	78.540	201.87 kg/cm ²
M-6	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.49 kn	15,855.62 kg	10.000	20.000	78.540	201.88 kg/cm ²
M-7	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.54 kn	15,860.72 kg	10.000	20.000	78.540	201.94 kg/cm ²
M-8	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.36 kn	15,842.37 kg	10.000	20.000	78.540	201.71 kg/cm ²
M-9	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.61 kn	15,867.86 kg	10.000	20.000	78.540	202.04 kg/cm ²
M-10	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.46 kn	15,852.56 kg	10.000	20.000	78.540	201.84 kg/cm ²
M-11	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.40 kn	15,846.44 kg	10.000	20.000	78.540	201.76 kg/cm ²
M-12	6%	50%	24/10/2024	21/11/2024	28 días	155.50 kn	15,856.64 kg	10.000	20.000	78.540	201.89 kg/cm ²
M-13	6%	50%	25/10/2024	22/11/2024	28 días	155.38 kn	15,844.40 kg	10.000	20.000	78.540	201.74 kg/cm ²
M-14	6%	50%	26/10/2024	23/11/2024	28 días	155.36 kn	15,842.37 kg	10.000	20.000	78.540	201.71 kg/cm ²
M-15	6%	50%	27/10/2024	24/11/2024	28 días	155.46 kn	15,852.56 kg	10.000	20.000	78.540	201.84 kg/cm ²

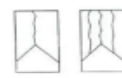
$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'c$: Resistencia a la Compresión del Mortero
 P : Carga Máxima
 A : Área de la Superficie de Carga



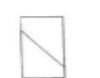
Tipo 1
Concreto compactado y curado bien.
Desplazamiento de grietas vertical a través de las capas, como en base de columna en la zona base.



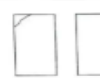
Tipo 2
Concreto bien compactado y curado bien.
Desplazamiento de grietas vertical a través de las capas, como en base de columna en la zona base.



Tipo 3
Concreto compactado y curado bien.
Desplazamiento de grietas vertical a través de las capas, como en base de columna en la zona base.



Tipo 4
Fractura diagonal con grietas en la base.



Tipo 5
Fractura de todo el cuerpo de la base.



Tipo 6
Medida al tipo 5 pero el conector.

$f'c$ PROMEDIO 201.84 kg/cm²

Dir. Av. Alfonso Ugarte N° 111

Tel. 953246654

MONTAÑA
AQUINO GARCIA KEVIN JHOEL
T.E.C. LABORATORISTA DE SUELOS,
CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Semaniel Juanito Polanco Pardave
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 218968

Página 33 | 33

ANEXO 5

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

