UNIVERSIDAD DE HUANUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

“Resistencia a compresión del concreto con agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso - Tingo María - 2023”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Reyes Aguilar, Cristina Adelaida

ASESORA: Navarro Vásquez, Llerme

TINGO MARIA – PERÚ

2025

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Gestión en la Construcción

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 Ingeniera civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73069978

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 42669761

Grado/Título: Maestra en agronomía

Código ORCID: 0000-0003-0147-362X

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Martínez Fabian, Efraín Raúl	Maestro en gestión publica	22486921	0000-0002-5177-380X
2	Palacios Inza, Deonen Fabiola	Maestro en diseño y construcción de obras viales	73222634	0009-0000-8272-347X
3	Chiguala Contreras, Yasser Everet	Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión	18081080	0000-0001-5877-9377

UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL
FILIAL LEONCIO PRADO

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

En la ciudad de Tingo María, siendo las 10:15 horas del día **Lunes 28 de Abril de 2025**, en el Aula 302 – EDIF2 de la Filial Leoncio Prado, 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. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN — PRESIDENTE
- MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA — SECRETARIA
- MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS — VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN Nº 0725-2025-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "Resistencia a compresión del concreto con agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso - Tingo María - 2023", presentado por el (la) Bachiller. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR,** 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 14 y cualitativo de Bueno (Art. 47).

Siendo las 11:30 horas del día miércoles 28 de Abril de 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente
MG. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN
DNI 22486921
COD ORCID 0000-0002-5177-380X

Secretaria
MG. DEONEN FABIOLA PALACIOS INZA
DNI 73222634
COD ORCID 0009-0000-8272-347X

Vocal
MG. YASSER EVERET CHIGUALA CONTRERAS
DNI 18081080
COD ORCID 0000-0001-5877-9377

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR, de la investigación titulada "Resistencia a compresión del concreto con agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso - Tingo María - 2023", con asesor(a) LLERME NAVARRO VÁSQUEZ, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1948-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % 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, 05 de febrero de 2025

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA
HUÁNUCO - PERÚ

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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE TURNITIN
HUÁNUCO - PERÚ

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

7. Cristina Adelaida Reyes Aguilar.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%	21%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
4	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA
HUÁNUCO - PERÚ

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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
RESPONSABLE DE TURNITIN
HUÁNUCO - PERÚ

FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A mis amados padres, Jessica y Ramón cuya guía y apoyo incondicional han sido la piedra angular de mis logros. Su sabiduría, paciencia y amor han iluminado mi camino y me han dado la fortaleza para superar cada desafío. Gracias por creer en mí, las enseñanzas y la perseverancia.

A mi querido hermano, compañero de vida y amigo leal. Su compañía, aliento y complicidad han sido fundamental en cada paso de este viaje. Cada risa compartida y cada palabra de ánimo han hecho más llevadero el trayecto.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a mi asesora, cuya orientación experta y paciencia infinita han sido vitales en la culminación de este trabajo. Su dedicación y compromiso con mi desarrollo académico han sido una fuente constante de inspiración y motivación.

A mis profesores, quienes con su vasto conocimiento y pasión por la enseñanza han enriquecido mi formación. Sus lecciones no solo han ampliado mis horizontes académicos, sino que también han moldeado mi carácter y fomentado mi amor por el aprendizaje continuo.

Agradezco a mis amigos por su apoyo, compañerismo y por los momentos compartidos que hicieron de esta experiencia algo inolvidable. Su amistad ha sido fundamental, brindándome alegría y consuelo en los momentos difíciles.

A la Universidad de Huánuco, mi alma mater, por brindarme las herramientas y el entorno propicio para crecer tanto académica como personalmente. Su compromiso con la excelencia educativa y el desarrollo integral de sus estudiantes ha sido esencial en la realización de mis metas.

ÍNDICE

DEDICATORIA II
AGRADECIMIENTOS III
ÍNDICE IV
ÍNDICE DE TABLAS VII
ÍNDICE DE FIGURAS IX
RESUMEN X
ABSTRACT XI
INTRODUCCIÓN XII
CAPÍTULO I 14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 14
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL 16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 16
1.3. OBJETIVOS 16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL 16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16
1.4. JUSTIFICACIÓN 17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA 17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA 18
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA 18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 19
CAPÍTULO II 20
MARCO TEÓRICO 20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES 20

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES 21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES 23
2.2. BASES TEÓRICAS 23
2.2.1. CONCRETO 23
2.2.2. VIDRIO 26
2.2.3. ESCOMBROS DE EDIFICACIONES 27
2.2.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 28
2.2.5. NORMATIVA PARA EL ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO 30
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES 31
2.4. HIPÓTESIS 33
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL 33
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 34
2.5. VARIABLES 34
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE 34
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE 34
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES 35
CAPÍTULO III 36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 36
3.1.1. ENFOQUE 36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL 36
3.1.3. DISEÑO 36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 37
3.2.1. POBLACIÓN 37
3.2.2. MUESTRA 37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ... 38

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS 38
3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS 41
3.6. ASPECTOS ÉTICOS 42
CAPÍTULO IV 43
RESULTADOS 43
4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS 43
4.2. RESULTADOS INFERENCIALES 58
4.2.1. PARA LA HIPÓTESIS GENERAL 58
4.2.2. PARA LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 1 59
4.2.3. PARA LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 2 61
4.2.4 PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3 62
CAPÍTULO V 65
DISCUSIÓN DE RESULTADOS 65
CONCLUSIONES 68
RECOMENDACIONES 69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 70
ANEXOS 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la muestra seleccionada..... 38
Tabla 2 Resultado de datos de la compresión de las MP y de las muestras según diseño..... 43
Tabla 3 Resultado de las medias de la resistencia a la compresión de las probetas patrón según los días de curado..... 44
Tabla 4 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las MP y las probetas según diseño..... 45
Tabla 5 Resultado de datos de la compresión de las probetas patrón y de las probetas con adición de 10% EC y 5% de VM (Kg/cm²) 46
Tabla 6 Resultado de las medias de la resistencia a la compresión de las probetas con 10% EC y 5% VM según los días de curado..... 47
Tabla 7 Resultado de las medias para los datos de F'c de las probetas patrón y las probetas con adición de 10% EC y 5% VM. 48
Tabla 8 Resultado de datos de la resistencia a la compresión de las probetas MP y de las probetas con adición de 30% EC y 25% VM (Kg/cm²). 49
Tabla 9 Resultado de las medias de la resistencia a la compresión de las probetas con 30% EC y 25% VM según los días de curado. 50
Tabla 10 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas con adición de 30% EC y 25% VM. 51
Tabla 11 Resultado de datos de la resistencia a la compresión de las probetas MP y de las probetas con adición de 50% EC y 50% VM (Kg/cm²). 52
Tabla 12 Resultado de las medias de la resistencia a la compresión de las probetas con 50% EC y 50% VM según los días de curado. 53
Tabla 13 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las probetas patrón y las probetas con adición de 50% EC y 50% VM. 54
Tabla 14 Resultado de datos de la resistencia a la compresión de las probetas patrón y la resistencia a la compresión promedio para las probetas con adición de escombros y vidrio molido (Kg/cm²). 55

Tabla 15 Resultado de las medias de la resistencia a la compresión promedio de las probetas con 10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50% de escombros y vidrio molido respectivamente según los días de curado. 56
Tabla 16 Resultado de las medias para los datos de resistencia a la compresión de las probetas patrón y la resistencia a la compresión promedio para las probetas con adición de escombros y vidrio molido. 57
Tabla 17 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de las probetas patrón y el promedio de la resistencia a la compresión de las probetas con escombros y vidrio molido respectivamente..... 58
Tabla 18 Prueba de T Student para los datos de la resistencia a la compresión promedio de las probetas con adición de escombros y vidrio molido y la compresión para las probetas patrón..... 59
Tabla 19 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de las probetas MP y el promedio de la resistencia a la compresión de las probetas con 10% EC y 5% VM. 60
Tabla 20 Prueba de T Student para los datos de la resistencia a la compresión promedio de las probetas con adición de 10% EC y 5% VM y la compresión para las probetas MP..... 60
Tabla 21 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de las probetas MP y el promedio de la resistencia a la compresión de las probetas con 30% EC y 25% VM. 61
Tabla 22 Prueba de T Student para los datos de la resistencia a la compresión promedio de las probetas con adición de 30% EC y 25% VM y la compresión para las probetas MP..... 62
Tabla 23 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de las probetas MP y el promedio de la resistencia a la compresión de las probetas con 50% EC y 50% VM. 63
Tabla 24 Prueba de T Student para los datos de la resistencia a la compresión promedio de las probetas con adición de 50% EC y 50% VM y la compresión para las probetas MP..... 63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Composición de los materiales 24
Figura 2 Reciclaje de los escombros del mismo sitio de la obra 28
Figura 3 Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo 29
Figura 4 Tipos de fracturas de los ensayos a compresión de las muestras de concreto 30
Figura 5 Resistencia a compresión muestras patrón según la edad de curado 44
Figura 6 Comparación resistencia a compresión MP (Kg/cm²) y probetas según diseño (Kg/cm²) 45
Figura 7 Resistencia a compresión del concreto con 10% de escombros y 5% de vidrio molido según la edad de curado. 47
Figura 8 Comparación resistencia a la compresión patrón (Kg/cm²) y probetas con 10% de escombros y 5% de vidrio molido (Kg/cm²). 48
Figura 9 Resistencia a compresión del concreto con 30% de escombros y 25% de vidrio molido según la edad de curado. 50
Figura 10 Comparación de la resistencia a compresión MP (Kg/cm²) y probetas con 30% EC y 25% VM (Kg/cm²) 51
Figura 11 Resistencia a compresión del concreto con 50% de escombros y 50% de vidrio molido según la edad de curado. 53
Figura 12 Comparación resistencia a compresión patrón (Kg/cm²) y probetas con 50% EC y 50% VM (Kg/cm²) 54
Figura 13 Comparación de los módulos de rotura sin adición de escombros ni vidrio molido vs los módulos con adición de escombros y vidrio según la edad de curado 56
Figura 14 Comparación resistencia a compresión patrón (Kg/cm²) y promedio para las probetas con adición de escombros y vidrio molido (Kg/cm²) 57

RESUMEN

Esta investigación se centró en mejorar la resistencia a compresión del concreto mediante la incorporación de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo de los agregados grueso y fino, respectivamente. Se realizaron pruebas con tres proporciones diferentes de escombros y vidrio: 10% y 5%, 30% y 25%, y 50% y 50%, con respecto al peso seco de agregado grueso y fino. Los resultados mostraron que la media de la resistencia a compresión de probetas con adiciones de 10% y 5%, 30% y 25%, y 50% y 50% de escombros y vidrio reciclado, respectivamente, fue de 230,44 Kg/cm². En comparación, la media de la resistencia a compresión de bloques de concreto patrón fue de 225,09 Kg/cm². El análisis estadístico inferencial mostró que estos agregados reciclados tienen un efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto, con una contrastación de ($t=-5,827$; $p=0,004<0,05$). Se concluye que la adición de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado mejora la resistencia a compresión del concreto en comparación con un concreto tradicional. Este estudio sugiere potencializar estos materiales reciclados para mejorar la calidad del concreto y promover prácticas de construcción más sostenibles en la ciudad de Tingo María.

Palabras clave: Agregados reciclados, Bloques de concreto, Diseño de mezcla, Resistencia a la compresión, Vidrio reciclado.

ABSTRACT

This research focused on improving the compressive strength of concrete by incorporating structural element debris and recycled glass as replacement for coarse and fine aggregates, respectively. Tests were carried out with three different proportions of rubble and glass: 10% and 5%, 30% and 25%, and 50% and 50%, with respect to the dry weight of coarse and fine aggregates. The results showed that the average compressive strength of the specimens with additions of 10% and 5%, 30% and 25%, and 50% and 50% of rubble and recycled glass, respectively, was 230.44 Kg. /cm². In comparison, the average compressive strength of the pattern concrete blocks was 225.09 Kg/cm². The inferential statistical analysis showed that these recycled aggregates have a significant effect on the compressive strength of concrete, with a contrast of ($t=-5.827$; $p=0.004<0.05$). It is concluded that the addition of debris from structural elements and recycled glass improves the compressive strength of concrete compared to traditional concrete. This study suggests leveraging these recycled materials to improve the quality of concrete and promote more sustainable construction practices in the city of Tingo María.

Keywords: Recycled Aggregates, Concrete Blocks, Mix Design, Compression resistance, Recycled glass.

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción enfrenta el desafío de satisfacer la creciente demanda de materiales de construcción, mientras minimiza su impacto ambiental. La producción de agregados convencionales, como la arena y la grava, genera una serie de problemas ambientales, incluyendo la deforestación, la erosión del suelo y la contaminación del agua. En este contexto, el uso de agregados reciclados surge como una alternativa sostenible y viable.

Los agregados reciclados se producen a partir de desechos generados por la construcción y demolición, como concreto, ladrillos, tejas y vidrio. Su utilización reduce la necesidad de extraer recursos naturales, disminuye la cantidad de residuos enviados a los vertederos y contribuye a la conservación del medio ambiente. Además, el uso de agregados reciclados puede generar beneficios económicos, al reducir los costos de transporte y disposición de residuos, y crear nuevos puestos de trabajo en la industria del reciclaje.

En Perú, la producción de residuos de construcción y demolición (RCD) ha experimentado un notable incremento en los últimos años, impulsado por el auge del sector inmobiliario y de la infraestructura. Se estima que se generan alrededor de 13 millones de toneladas de RCD por año, de los cuales solo un pequeño porcentaje se recicla. La mayor parte de estos residuos terminan en vertederos ilegales, causando problemas ambientales y de salud pública.

El gobierno peruano ha tomado algunas medidas para promover el reciclaje de RCD, como la promulgación de la Ley N° 30932 "Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos" y la elaboración de la "Guía para el Manejo y Valorización de Residuos de Construcción y Demolición". Sin embargo, aún queda mucho por hacer para incentivar el uso de agregados reciclados en la industria de la construcción.

La ciudad de Tingo María, ubicada en la región Huánuco, no cuenta con una infraestructura adecuada para el manejo y reciclaje de RCD. Esto genera

un problema ambiental y económico, ya que los residuos terminan en vertederos ilegales o son utilizados de manera informal en la construcción.

La investigación tuvo como finalidad evaluar la viabilidad del uso de agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso en el concreto, analizando su influencia en la resistencia a la compresión. Los resultados de esta investigación pueden contribuir a promover el uso de agregados reciclados en la construcción en Tingo María, generando beneficios ambientales, económicos y sociales.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad y hace algunos años la contaminación ambiental ha surgido como un tema de importancia a nivel global, la construcción civil es una industria que también afecta a nuestro medio ambiente, los desechos que se generan por demolición que van a parar a botaderos informales o a orillas de ríos, según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología (1990) la fabricación de cemento y las reacciones químicas que se generan por su contenido aglutinante genera emisiones de gases como el carbono, la extracción pétrea también genera degradación de nuestros recursos debido a la sobreexplotación de agregados.

Según León (2017) en el periódico El Comercio, el Perú buscó las rutas que realizan los cientos de volquetes que recogen grava, ripio, piedra y escombros de las construcciones o demoliciones de la capital. El camino lleva, en la mayoría de casos, a las laderas de los principales ríos de Lima y al mar del Callao. En el Callao a lo largo de 4 km de costa, entre la playa Oquendo y la base naval, un grupo de personas administra el arrojo ilegal de material sólido a la playa a cambio de dinero. Entre 100 y 150 volquetes de hasta 20 toneladas arrojan desmonte al mar desde hace 10 años sin que alguien lo pueda impedir.

Son cifras alarmantes ya que, estos escombros son llevados a lugares informales como afueras de la ciudad, a veces se dejan en la vía pública lo que genera deterioro del paisaje natural, congestión vehicular y posibles accidentes, además en la ciudad de Tingo María, la infraestructura actual para el reciclaje de estos materiales es extremadamente limitada, dependiendo casi exclusivamente de una sola chancadora que se encarga de la producción de agregados reciclados. Esta situación dificulta considerablemente la capacidad de reutilizar eficazmente los escombros y otros materiales de construcción, lo que representa un desafío significativo para la gestión sostenible de los recursos locales. Además, los residuos de vidrio son otra

preocupación importante en la ciudad, ya que, a pesar de contar con una planta de gestión de residuos sólidos, esta no está equipada adecuadamente para hacer frente a la cantidad masiva de vidrio desechado. Este déficit evidencia la urgente necesidad de implementar estrategias más amplias y eficientes de manejo de residuos que puedan mitigar estos impactos ambientales adversos y promover la sostenibilidad urbana integral en Tingo María.

Las viviendas construidas con concreto han sido ampliamente adoptadas en nuestro país debido a su resistencia estructural superior, especialmente en zonas sísmicas, donde ofrecen una mayor seguridad y estética en comparación con otros materiales de construcción. Además de su funcionalidad estructural, el concreto se valora por su capacidad para proporcionar entornos habitables más seguros y cómodos para los residentes. Esta tendencia hacia nuevas tecnologías y métodos constructivos surge de la constante búsqueda de mejoras en el rendimiento estructural, incluyendo innovaciones en diseño, técnicas de refuerzo y el uso de materiales avanzados. Estas innovaciones buscan no solo optimizar la resistencia sísmica de las estructuras, sino también mejorar la eficiencia energética, la durabilidad y la sostenibilidad ambiental de los edificios de concreto, contribuyendo así a un desarrollo urbano más seguro y resistente en nuestro entorno construido.

La resistencia a compresión f’c es una propiedad muy importante en el aspecto mecánico de un concreto, pues define cuánto puede soportar de carga una estructura de acuerdo a su unidad de área, es por ello que para un diseño de concreto siempre se tiene en cuenta el f’c.

La presente investigación pretende emplear estos supuestos desechos, tanto escombros como vidrios en la elaboración de un nuevo concreto, como reemplazo parcial del agregado grueso para evaluar su resistencia a compresión y si es óptimo para su uso en la ciudad de Tingo María, de esta manera mejoramos la resistencia estructural del concreto, aparte que reduciremos la proliferación de estos desechos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

PG: ¿Qué efectos produce los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

PE1: ¿Cuáles serían los efectos de un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto?

PE2: ¿Cuáles serían los efectos de un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto?

PE3: ¿Cuáles serían los efectos de un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

OG: Determinar los efectos de los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OE1: Determinar los efectos de un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto.

OE2: Determinar los efectos de un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto.

OE3: Determinar los efectos de un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto.

1.4. JUSTIFICACIÓN

El estudio evaluó la factibilidad de emplear concreto hecho con residuos estructurales y vidrio reciclado en ingeniería. Se siguieron las normas ASTM C31 para la preparación y curado de probetas cilíndricas, y ASTM C39 para medir la resistencia a la compresión. También se utilizó la NTP E - 0.60 para concreto reforzado. El diseño de la mezcla se basó en el método ACI - 211. Se realizaron los ensayos de laboratorio necesarios. El objetivo fue verificar la aplicabilidad de este material en proyectos de ingeniería.

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El presente estudio se fundamenta en el creciente interés por desarrollar materiales de construcción más sostenibles y eficientes, en línea con los principios de la economía circular y la reducción del impacto ambiental en la industria de la construcción. Diversas investigaciones han demostrado que la incorporación de materiales reciclados en la fabricación de concreto puede no solo disminuir la demanda de recursos naturales, sino también mejorar algunas de sus propiedades mecánicas.

Desde un punto de vista teórico, la inclusión de escombros de elementos estructurales como agregado grueso reciclado y vidrio molido como reemplazo parcial del agregado fino se sustenta en los principios de la mecánica del concreto y la ciencia de materiales. El vidrio reciclado, al presentar una composición rica en sílice, puede contribuir a reacciones puzolánicas cuando se encuentra en partículas finamente molidas, mejorando la adherencia de la matriz cementicia y la resistencia a la compresión del concreto. Por otro lado, los escombros de elementos estructurales contienen fracciones de mortero y agregado pétreo que pueden influir en la porosidad y resistencia del nuevo material, dependiendo de su proceso de trituración y mezcla.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Desde una perspectiva práctica, esta investigación responde a la necesidad de gestionar de manera eficiente los residuos de construcción y demolición en la ciudad de Tingo María, donde la acumulación de escombros representa un desafío ambiental y urbano significativo. La reutilización de estos materiales no solo contribuye a la reducción de desechos sólidos, sino que también ofrece una alternativa viable para disminuir la extracción de agregados naturales, cuyo proceso de obtención genera impactos en el ecosistema local.

El estudio busca ofrecer una solución innovadora para el sector de la construcción al evaluar el desempeño del concreto con distintos niveles de reemplazo de agregados convencionales por escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado. La implementación de estos materiales en proyectos constructivos permitiría reducir costos en la adquisición de agregados tradicionales y, al mismo tiempo, fomentar una construcción más sostenible.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La metodología se sustenta en un enfoque experimental y cuantitativo, permitiendo evaluar de manera objetiva el comportamiento del concreto con agregados reciclados en términos de su resistencia a la compresión. Se diseñó un estudio con tres proporciones de reemplazo de agregados convencionales: 10% y 5%, 30% y 25%, y 50% y 50% de escombros y vidrio reciclado, respectivamente. Estas combinaciones fueron seleccionadas con base en estudios previos y en pruebas preliminares que indicaron su viabilidad en la mezcla de concreto.

Para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados, se empleó un diseño experimental en el que las probetas fueron elaboradas y ensayadas siguiendo la norma ASTM C39, permitiendo obtener datos precisos sobre la resistencia a la compresión de cada muestra. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico inferencial utilizando la prueba t de Student, con el objetivo de determinar si las diferencias entre los valores de resistencia obtenidos en las mezclas con agregados reciclados y los bloques de concreto patrón eran significativas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las principales limitaciones radica en la disponibilidad y variabilidad de los escombros de elementos estructurales y del vidrio reciclado, ya que su composición, granulometría y nivel de impurezas pueden influir en las propiedades del concreto y no ser completamente homogéneos en todas las muestras. Además, el estudio se centró únicamente en la resistencia a la compresión, por lo que no se evaluaron otras propiedades mecánicas y durabilidad del material, lo que limita su aplicabilidad en ciertos tipos de estructuras. Finalmente, los ensayos se realizaron en condiciones de laboratorio controladas, por lo que los resultados podrían variar en entornos de obra con condiciones menos predecibles.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Arbeláez et al. (2022) el objetivo de esta investigación es el uso de residuos de vidrios y reemplazarlos en el diseño de mezcla de un concreto en reemplazo del agregado fino, se trabajan con diferentes proporciones de vidrio molido en reemplazo del peso seco del agregado fino (5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 50%), se elaboraron especímenes cilíndricos de 0,15 m x 0.3 m, se analizó el concreto en estado fresco y endurecido, asentamiento y resistencia a compresión, a la vez se evaluó la economía, después de realizadas las pruebas de laboratorio concluyeron que: el asentamiento es indirectamente proporcional a la cantidad de vidrio, es decir a mayor porcentaje de vidrio menor asentamiento, el porcentaje que dio mejores resultados en la resistencia a compresión fue el de 20%, ya que aumentó en un 5,5% frente al concreto convencional, en cuanto a lo económico se ahorró un 0,7% en la preparación y una disminución de 6,4% de las emisiones de carbono. Es decir, los agregados finos si pueden sustituirse por vidrio.

Hernández y Rojas (2021) El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto. Se empleó un enfoque experimental con análisis descriptivos, correlacionales y explicativos, utilizando un diseño experimental puro. Se realizaron pruebas de granulometría, contenido de humedad, masa unitaria y densidad de los agregados, y ensayos de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. Se utilizaron cuatro mezclas de concreto: una sin vidrio molido y tres con sustituciones de 4%, 5% y 6%. Los resultados demostraron que el vidrio molido reciclado no afectó la trabajabilidad del concreto. Además, se observó un aumento de hasta un 6,5% en la resistencia a la compresión a los 28 días. Este hallazgo indica que el vidrio reciclado es una opción viable y sostenible para

mejorar las propiedades mecánicas del concreto, contribuyendo a reducir el impacto ambiental.

Figueroa (2020) el objetivo fue examinar el comportamiento mecánico de materiales no convencionales utilizados en la fabricación de concreto. Utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño experimental descriptivo, se realizaron técnicas que incluyeron revisión bibliográfica y análisis de laboratorio de muestras de concreto con escombros de construcción, vidrio molido, plástico PET y bagazo de caña de azúcar, así como pruebas de resistencia a compresión. Se compararon mezclas de concreto convencional con aquellas que incorporaban estos materiales. Los resultados indicaron que la adición de estos materiales mejora la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, la trabajabilidad y la durabilidad del concreto. El vidrio molido destacó como el material no convencional con el mejor rendimiento, siendo una opción prometedora para aplicaciones constructivas más sostenibles.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Aroapaza y Alva (2023) tuvieron como objetivo principal evaluar cómo la incorporación de material reciclado de plástico y vidrio en porcentajes del 5% y 10% de volumen, sustituyendo parte de los agregados (finos y gruesos), afecta la resistencia a la compresión del concreto f´c = 210 kg/cm². Utilizando un enfoque experimental aplicado y un diseño experimental unifactorial, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para caracterizar los materiales, diseñar mezclas de concreto según el método ACI, elaborar probetas cilíndricas y realizar ensayos de resistencia a compresión a los 28 días de curado. La muestra consistió en 48 probetas divididas en cuatro grupos: control (sin material reciclado), 5% de plástico reciclado y 5% de vidrio reciclado, y 10% de plástico reciclado y 10% de vidrio reciclado. Conclusión se observó que la adición de material reciclado de plástico y vidrio en porcentajes de 5% y 10% redujo la resistencia a compresión del concreto f´c = 210 kg/cm², siendo más notable con el 10% de material reciclado. Se sugirió la necesidad de estudios adicionales para explorar diferentes tipos de concreto y porcentajes de adición, así como considerar su uso en aplicaciones donde la resistencia a la compresión no fuera crítica.

Además, desarrollar normativas técnicas y evaluar la viabilidad económica y ambiental del uso de materiales reciclados en la construcción.

Pacheco (2022) el objetivo de esta investigación fue el análisis de la influencia de la adición de vidrio molido y concreto reciclado en las propiedades mecánicos del concreto f'c = 210 kg/cm² en los edificios estructurales en Ayacucho, la investigación es experimental y elaboró 72 especímenes de concreto, con proporciones de vidrio y concreto reciclado de (V. 5% - C.R. 15%); (V. 10% - C.R. 25%); (V. 20% - C.R. 35%); donde había probetas cilíndricas de concreto y probetas rectangulares de vigas. Posteriormente, se realizaron las pruebas de laboratorio, determinando que el asentamiento se encuentra en los parámetros de 3" a 4", una resistencia a compresión promedio de 264.77 kg/cm², una resistencia a tracción promedio de 2.35 Mpa, en probetas cilíndricas y en vigas 3.12 Mpa, concluyó que la proporción que mejora las propiedades mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm², es la adición de (V. 10% - C.R. 25%).

Galloza y Palacios (2021) el objetivo principal de la investigación fue determinar la influencia de las virutas de acero y vidrio molido como material adicional en la elaboración de concreto, se manejó diseños para concretos de f'c=280 kg/cm²; f'c=245 kg/cm²; f'c=210 kg/cm², con un tal de 216 probetas, de las cuales 108 se ensayaron para resistencia a compresión y las otras 108 para la resistencia a flexión, con proporciones de vidrio molido y de virutas de acero de forma aritmética progresiva (V. 0% - V. A. 0%); (V. 1% - V. A. 0.1%); (V. 2% - V. A. 0.2%); (V. 3% - V. A. 0.3%); (V. 4% - V. A. 0.4%); (V. 5% - V. A. 0.5%), posterior a los ensayos de laboratorio, los autores concluyen que estos dos tipos de materiales no son adecuados para el incremento de propiedades mecánicas del concreto, por el contrato son perjudiciales, de la misma manera es negativo para la resistencia a compresión y módulo de rotura para la flexión. Además, que en el aspecto económico no es rentable, ya que no garantiza una buena calidad y eficiencia en su elaboración.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Alanya (2020) El objetivo de esta investigación fue elaborar un concreto con una resistencia de f'c = 175 kg/cm², utilizando concreto reciclado proveniente de las vías peatonales de Huánuco como agregado grueso. Se fabricaron muestras de concreto con proporciones de 15%, 30% y 45% de agregado reciclado, con el fin de alcanzar la resistencia requerida. Después de realizar las pruebas de laboratorio, se concluyó que el concreto con un 30% de agregado reciclado de las vías peatonales logró la resistencia deseada de f'c = 175 kg/cm², demostrando que este agregado reciclado posee las propiedades físico-mecánicas adecuadas para ser comparable con la piedra chancada.

Aranda (2019) el objetivo principal de esta investigación fue la elaboración de un ladrillo de concreto donde el cemento será sustituido en 10% por vidrio pulverizado, evaluar las propiedades físicas como la consistencia, y resistencia a compresión, esta investigación se rige bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E - 0.70. Realizaron los ensayos de laboratorio en estado fresco y seco, concluyó que: los ladrillos con porcentaje de sustitución del cemento, no cumple con la resistencia a compresión esperada además que la materia prima que se evaluó no presenta trabajabilidad adecuada, es decir posee las mismas características que el cemento.

2.2. BASES TEÓRICAS

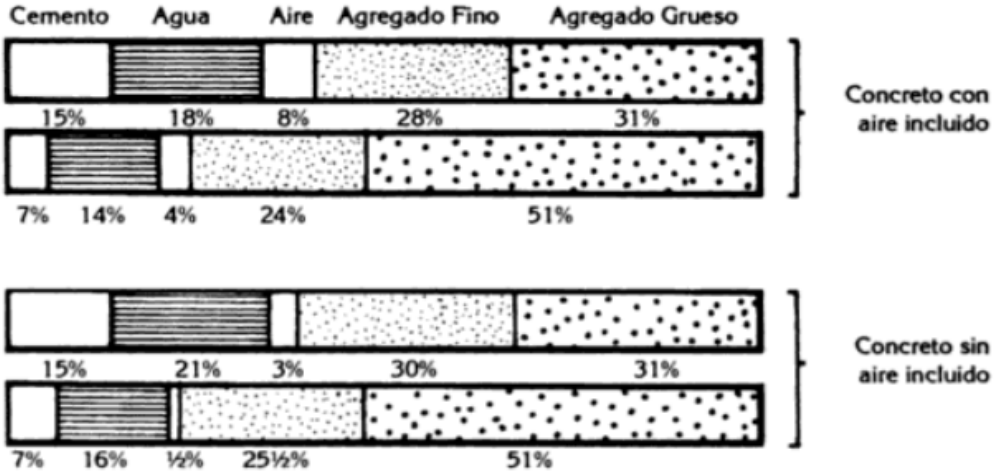
2.2.1. CONCRETO

Se puede definir generalmente como un material aglutinante, donde el concreto está compuesto por cemento, agregados, agua, aire y aditivo si es necesario. Con esto se forman rocas artificiales sólidas cuando se endurecen y pueden soportar grandes tensiones de compresión después de un período de tiempo (Rodríguez, 2018).

La Figura 1 compara dos tipos de concreto: uno con aire incluido (8%) y otro sin aire (3%). En el concreto con aire, la proporción de agua y agregado fino es menor en comparación con el concreto sin aire.

Figura 1

Composición de los materiales



Fuente: Sánchez (2001).

2.2.1.1. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO

2.2.1.1.1. CEMENTO

Al triturar el material y añadir agua, se forma una mezcla que puede endurecerse tanto bajo el agua como al aire libre. Este proceso es como hacer una especie de pegamento natural que se vuelve duro con el tiempo. No se usan cal hidráulica, cal aérea ni yeso en este proceso, lo cual es importante porque estos materiales tienen propiedades diferentes y no se comportarían de la misma manera (Ministerio de Vivienda, 2019).

2.2.1.1.2. AGUA

El agua utilizada en la elaboración del concreto es esencial para su resistencia y trabajabilidad. Debe estar libre de impurezas que puedan dañar el concreto y el acero, como aceites y ácidos. Si se duda de su calidad, se recomienda un análisis químico para determinar los niveles permitidos de sustancias. Asegurarse de que el agua cumpla con los estándares es fundamental para la calidad del concreto (Abanto, 2018).

2.2.1.1.3. VALOR MÁXIMO ADMISIBLE DEL AGUA

Se establecen valores máximos para varios parámetros del agua: Cloruros y Sulfatos para controlar el sabor y la corrosividad; Sales de Magnesio para evitar problemas de dureza y sabor salado; Sales Solubles para medir la salinidad general; pH para determinar la acidez o alcalinidad; Sólidos en Suspensión para mantener la claridad del agua; y Materia Orgánica para prevenir la contaminación biológica (Abanto, 2018).

2.2.1.1.4. AIRE

Las burbujas de aire atrapadas de forma natural durante la mezcla pueden afectar el concreto, y un aumento en su contenido puede ocurrir debido a una mala colocación o insuficiente compactación. Una mayor porosidad en la mezcla reduce la resistencia del concreto, disminuye la sección transversal de los elementos y perjudica su apariencia arquitectónica (Reyes y Rodríguez, 2010).

2.2.1.1.5. AGREGADO FINO

El material obtenido a través de procesos de desintegración natural o artificial, capaz de pasar por un tamiz con una abertura de 9,5 mm (3/8"), se refiere a las partículas finas que han sido separadas y clasificadas según su tamaño. Este tipo de material es comúnmente utilizado en diversas aplicaciones constructivas y puede afectar las propiedades finales de la mezcla (Ministerio de Vivienda, 2019).

2.2.1.1.6. GRANULOMETRÍA DEL MATERIAL FINO

El material que pasa a través de tamices de diferentes tamaños muestra que todo el material debe pasar por el tamiz de 9,5 mm, lo que indica que no hay partículas de mayor tamaño. A medida que se utiliza un tamiz con aberturas más pequeñas, el porcentaje de material que lo atraviesa disminuye, lo que refleja la cantidad de partículas finas. Los rangos establecidos para cada tamiz permiten ciertas

variaciones, pero aseguran que el material cumpla con las normas requeridas (Norma Técnica Peruana 400.037, 2014)

2.2.1.1.7. AGREGADO GRUESO

El material retenido en el tamiz de 4,75 mm (N°4) generalmente consiste en fragmentos de rocas o productos derivados de la desintegración natural. Este material incluye partículas que, debido a su tamaño mayor al de las aberturas del tamiz, no pueden pasar a través de él y, por lo tanto, son retenidas en la superficie del tamiz (Ministerio de Vivienda, 2019).

2.2.1.1.8. ADITIVO

Son sustancias que se incorporan a los componentes fundamentales del hormigón con el objetivo de modificar sus propiedades. Estos aditivos se añaden para alterar y mejorar las características del hormigón, adaptándolo a los requisitos específicos del uso previsto. Mediante el uso de aditivos, es posible ajustar propiedades como la trabajabilidad, el tiempo de fraguado, la resistencia, y la durabilidad del hormigón, optimizando así su desempeño en diferentes aplicaciones. (Abanto, 2018).

2.2.2. VIDRIO

Se considera un material formado por la fusión de compuestos inorgánicos y luego enfriado a un estado sólido coloreado, transparente u opalescente. El vidrio es uno de los desechos más lentos en descomponerse. Actualmente, existe una creciente demanda de la aplicación de vidrio reciclado en el campo de la construcción. Utilizado en mezclas de concreto como caminos, columnas, pavimentación y mortero (Hernández y Rojas (2021).

2.2.2.1. TIPOS DE VIDRIOS

Paredes (2019), nos menciona que**:**

- **VIDRIO SODO CÁLCICO O SÓDICO-CÁLCICO**

El más empleado en la fabricación de diversos envases, como botellas, platos, bombillas, láminas y vidrio laminado, es el vidrio sodocálcico. Este material se destaca por su inercia

química, lo que significa que no altera ni contamina el contenido de los envases de vidrio. Sin embargo, es importante destacar que el vidrio sodocálcico no posee una alta resistencia al choque térmico, lo que puede limitar su uso en situaciones donde se requiera una mayor tolerancia a cambios bruscos de temperatura.

- **VIDRIO AL PLOMO**

  Se produce a partir de una fórmula que mezcla óxido de potasio con óxido de plomo, los cuales son comúnmente conocidos como cristales de plomo. El vidrio de plomo se caracteriza por su densidad considerable y su alto índice de refracción. Estas propiedades lo hacen especialmente valioso en aplicaciones que requieren protección adicional, como en la protección del personal en instalaciones nucleares, donde su capacidad para bloquear radiaciones es crucial.

- **VIDRIO DE BOROSILICATO**

  Este vidrio contiene principalmente óxido de boro, junto con sílice y álcali. Su resistencia y durabilidad frente a agresiones químicas y cambios de temperatura extremos lo hacen ideal para utensilios de cocina, equipos de laboratorio y aplicaciones industriales. También existen vidrios de menor densidad, como la sílice vítrea, compuesta mayormente por sílice, y los vidrios de aluminosilicatos, entre otros.

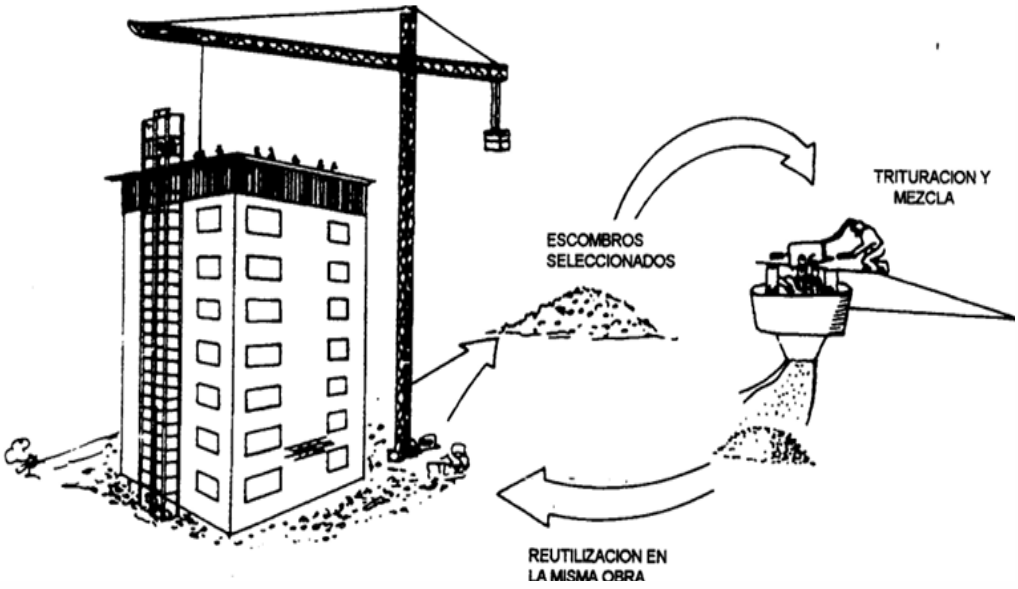
2.2.3. ESCOMBROS DE EDIFICACIONES

Los escombros son residuos generados en actividades de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructuras. Se producen en diferentes etapas de los procesos de desarrollo de una obra (Ministerio del Ambiente Perú, 2016)

La Figura 2 ilustra un proceso de reciclaje de escombros en una obra de construcción. Los escombros seleccionados son triturados y mezclados para su reutilización en la misma obra, creando un ciclo cerrado que promueve la sostenibilidad y el aprovechamiento eficiente de los materiales.

Figura 2

Reciclaje de los escombros del mismo sitio de la obra



Fuente: Cousillas (1997).

2.2.4 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El concreto se somete a pruebas de compresión para evaluar su resistencia, aplicando una carga axial hasta que la muestra falle. La resistencia se calcula dividiendo la carga máxima entre el área de la sección transversal. Los diagramas de tensión-deformación obtenidos de ensayos en probetas cilíndricas son esenciales para esta medición. Estas pruebas aseguran el rendimiento adecuado del concreto en la construcción (Hernández y Rojas, 2021).

$F´c=P/A$ (kg/cm^2), Resistencia a la compresión

Datos:

F´c: Resistencia a la compresión

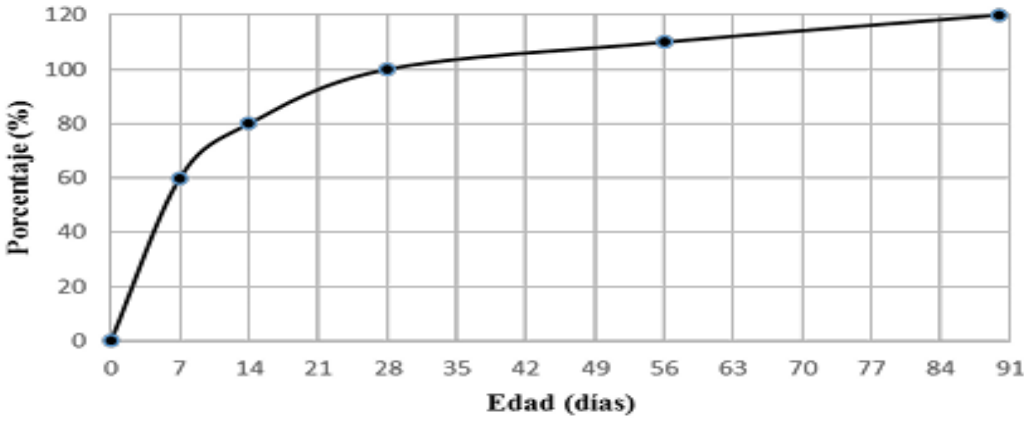
P: Carga máxima

A: Área

La Figura 3 muestra una gráfica de resistencia a la compresión del concreto en función de su edad en días.

Figura 3

Curva de resistencia a la compresión en función del tiempo



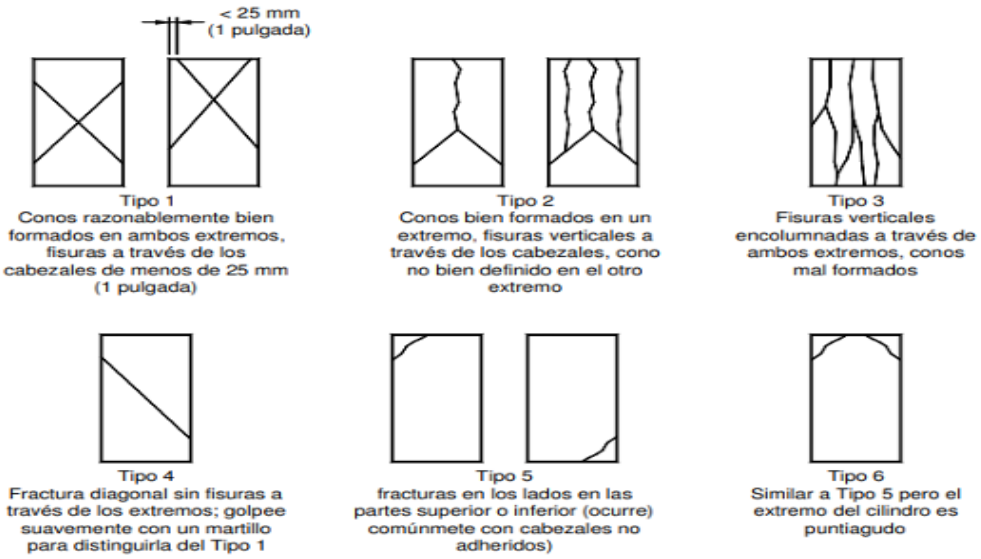
Fuente: Paredes (2019).

El comportamiento del hormigón en compresión suele ser lineal dentro del diagrama tensión-deformación, siendo la tensión crítica del hormigón (f'c) antes mencionada el punto más alto. Una vez que se alcanza este punto, el concreto puede continuar cargando, pero después de ese punto, el comportamiento del gráfico ya no muestra una tendencia lineal y muestra grandes cambios, por lo que carga más allá de este punto no es confiable.

La Figura 4 presenta seis tipos de fracturas en cilindros de concreto. Cada tipo se distingue por la forma y orientación de las grietas El Tipo 1 y 2 conos en los extremos, el Tipo 3 fisuras verticales. El Tipo 4 una fractura diagonal, y los Tipos 5 y 6 fracturas laterales en la parte superior o inferior.

Figura 4

Tipos de fracturas de los ensayos a compresión de las muestras de concreto



Fuente: Hernández y Rojas (2021).

2.2.5. NORMATIVA PARA EL ENSAYO A COMPRESIÓN DEL CONCRETO

Los resultados de las pruebas de resistencia en cilindros de concreto son clave para controlar la calidad, aprobar el material y estimar su resistencia en estructuras. Ayudan en la planificación de actividades constructivas, como la remoción de formaletas, y permiten evaluar la efectividad del curado y protección de la estructura (NRMCA, 2020).

Las probetas cilíndricas de concreto se elaboran y curan siguiendo las normas ASTM C31 para asegurar un proceso estándar. La resistencia del concreto se evalúa mediante pruebas de compresión, conforme a la norma ASTM C39. Estas pruebas son esenciales para asegurar la calidad y resistencia del concreto en el sitio de construcción. El cumplimiento de estas normas garantiza resultados precisos y consistentes (NRMCA, 2020).

El resultado de la prueba se obtiene promediando al menos dos mediciones de resistencia a la misma edad de la muestra. La evaluación se realiza generalmente a los 28 días de curado, un estándar en la industria para garantizar la calidad y seguridad de las construcciones (NRMCA, 2020).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aire atrapado:**

Son vacíos típicamente inferiores al 2% del volumen total. Estos vacíos, esenciales para la trabajabilidad y cohesión de la mezcla, varían en cantidad según la proporción de mezcla utilizada. Se realizan pruebas rutinarias una o dos veces en cada entrega para controlar y asegurar el contenido de aire adecuado (González, 2000).

- **Arena de Sílice:**

Compuesta principalmente por SiO_2 con pequeñas cantidades de arcillas, micas, feldespatos y otros minerales, es ampliamente utilizada en construcción, fabricación de vidrio y filtros de agua. Este material se destaca por su resistencia al desgaste y la meteorización (Maldonado, 2021).

- **Asentamiento del concreto:**

Prueba realizada en la mezcla fresca para evaluar la relación agua/cemento. La norma ASTM C143, 2003, regula este proceso y establece que el agregado grueso no debe exceder los 37.5 mm. Se utilizan tres categorías de asentamiento: fluido, plástico y seco, evaluados mediante el ensayo del Cono de Abrams. Los límites aceptables van desde menos de 2.54 cm para asentamientos poco plásticos hasta más de 22.86 cm para asentamientos no cohesivos (Montoya, 2017).

- **Demolición de construcciones:**

Derribar construcciones o elementos estructurales como edificios y viviendas para permitir nuevas construcciones. Se realiza con máquinas excavadoras, explosivos o métodos como bola de masa o desmantelamiento por partes. Antes de iniciar, se requiere un estudio aprobado por un director de las Obras para garantizar la seguridad y eficacia del proceso (Ministerio de Obras Públicas, 2002).

- **Emisiones de carbono**

Se generan en actividades como la transformación de materiales como el cemento y el impermeabilizante, que contienen carbono en su composición. Estos materiales reaccionan con el agua durante la construcción de edificaciones, contribuyendo así a las emisiones de carbono (SMA y RNINE, 1990).

- **Extracción pétrea**

Son materiales naturales obtenidos de rocas y ríos, utilizados en la construcción como agregado grueso o fino. Se extraen de canteras y lechos de ríos en operaciones mineras, siendo libres de arcilla, materia orgánica y contaminantes, lo cual los hace adecuados para aplicaciones constructivas (Olguín, 2016).

- **Fibras de vidrio**

Derivado de minerales que contienen SiO2 con adiciones de calcio, boro, sodio y hierro, siendo amorfos, es decir, no cristalinos. Se clasifican en tres tipos principales: vidrio E para aplicaciones eléctricas y mecánicas, vidrio C con mayor resistencia a la corrosión química pero más costoso, y vidrio S, el más caro y con alto módulo de Young, utilizado en aplicaciones aeronáuticas (Hull, 1987).

- **Morteros de concreto**

Mezclas de cemento, agregados, agua y ocasionalmente aditivos, utilizados para adherir piezas de mampostería en muros. Se distinguen dos tipos: los morteros aéreos, que endurecen al aire libre mediante carbonatación, un proceso lento; y los morteros hidráulicos, que contienen calizas con sílice y alúmina, endureciendo bajo el agua (Sánchez, 2001).

- **Microesferas de vidrio:**

Cargas reforzantes que distribuyen los esfuerzos de manera uniforme, evitando concentraciones de tensiones, debido a su geometría. Tienen baja densidad, lo que reduce el peso del material final, pueden ser huecas o sólidas, proporcionando diferentes efectos según el uso (Miravete et al., 2021).

- **Propiedades aglutinantes:**

Propiedad física que asegura que las partículas se adhieran entre sí y se sostengan en una superficie. Para que el material aglutinante sea efectivo, debe ser fluido para formar una pasta homogénea con viscosidad adecuada (Argelo, 2008).

- **Proyecto de Sostenibilidad:**

Aborda las necesidades económicas, ecológicas, sociales y políticas con el objetivo de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer los recursos para las futuras generaciones. Es crucial considerar amenazas ambientales como la sobreexplotación de recursos naturales y hídricos, la minería y las inversiones turísticas para asegurar un desarrollo equilibrado y sostenible (Gaspari, 2015).

- **Prueba de Ultrasonido en Concreto:**

Utiliza la máquina UTC 3034 para medir la velocidad de propagación de pulsos de vibraciones longitudinales. Un transductor electroacústico en contacto con la probeta convierte las vibraciones en una señal eléctrica después de recorrer su longitud (Vidaud y Vidaud, 2016).

- **Vías peatonales:**

Son las zonas de un área urbana destinada exclusivamente al tránsito de peatones, esto con la finalidad de que los peatones no se expongan a un accidente o a una zona de peligro y cruzan intempestivamente (MTC, 2019).

- **Vidrio Pulverizado:**

Es vidrio triturado se utiliza ampliamente en la fabricación de mosaicos, azulejos, cocinas, baños, envases, fachadas y concreto translúcido, entre otros usos. También se recicla como fibras para aislamiento térmico y acústico, y se utiliza en la fabricación de vidrios de teléfonos celulares (Huapaya y Valdivia, 2019).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

HG: Los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado producen efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: Un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

HE2: Un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

HE3: Un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

2.5. VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Resistencia a compresión del concreto.

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
VARIABLE INDEPENDIENTE: Escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado.	Los escombros son residuos generados en las actividades de construcción, rehabilitación, restauración, remodelación y demolición de edificaciones e infraestructura. Pueden originarse en diversas etapas y de diferentes maneras a lo largo del proceso constructivo (Ministerio del Ambiente Perú, 2016).	Se usará una balanza para poder cuantificar la cantidad de escombros estructurales y vidrio reciclado, este peso estará en función del porcentaje del peso seco de la mezcla de concreto.	Peso del 10%, 30% y 50% de escombros estructurales reciclados y 5%, 25% y 50% de vidrio reciclado respecto al peso seco de la mezcla del concreto convencional.	Kilogramos (Kg)	Ficha de laboratorio del ensayo de resistencia a la compresión.	La escala empleada es escalar
VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia a la compresión del concreto	Las pruebas de compresión implican aplicar una carga de compresión axial a un rodillo de prueba a una cierta velocidad hasta que cede. (Hernández y Rojas, 2021).	La resistencia a compresión se va obtener por medio del ensayo con la prensa hidráulica realizada en el laboratorio.	Resistencia a compresión de los bloques de concreto con 10%, 30% y 50% de escombros estructurales y 5%, 25% y 50% de vidrio reciclado respecto al peso seco de la mezcla del concreto convencional.	Resistencia a compresión del concreto (f'c= kg/cm²)		

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Aplicada, se apoya en los descubrimientos y aportes teóricos de la investigación básica con ello genera nuevos conocimientos que finalmente se usarán para el beneficio de la sociedad (Valderrama, 2013).

3.1.1. ENFOQUE

El enfoque cuantitativo una serie de etapas secuenciales para verificar hipótesis, donde cada fase debe seguir un orden específico. Aunque no se puede omitir ninguna etapa, se pueden ajustar según sea necesario (Hernández, 2018).

De lo mencionado líneas arriba por el autor podemos también decir que la investigación tiene un enfoque cuantitativo pues en esta se van a comprobar las hipótesis empleando la estadística inferencial.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Explicativo, el investigador conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen o han condicionado la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno en estudio. Así mismo indaga sobre la relación recíproca y concatenada de todos los hechos de la realidad, buscando dar una explicación objetiva, real y científica a aquello que se desconoce necesariamente supone la presencia de dos o más variables (Carrasco, 2015).

En la investigación, tuvo un alcance explicativo porque se analizó el comportamiento de la resistencia a compresión del concreto al añadir agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado, en relación con la cantidad de agregado grueso y fino.

3.1.3. DISEÑO

Experimental, se refiere a la planificación y organización de un estudio científico para investigar relaciones causales entre variables. Se caracteriza por la manipulación controlada de una o más variables independientes para observar su efecto sobre una variable dependiente bajo condiciones controladas. Este diseño permite establecer

conclusiones más sólidas sobre las relaciones causales que otros métodos de investigación no experimentales (Hernández, 2018).

La causa manipulada en la investigación es la variación de la cantidad de los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado en las cuales se añadirán a la mezcla del concreto para finalmente evaluar el comportamiento que tiene la resistencia a la compresión.

GE: O1…… X……O2

Donde:

GE: Grupo experimental

O1: Muestra patrón (Concreto F'c=210 kg/cm² elaborado según la norma E.060)

O2: Muestra manipulada (Concreto elaborado con agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado)

X: Manipulación de la variable independiente

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Estuvo conformada por 60 especímenes cilíndricos de concreto, que fueron sometidos a ensayos de laboratorio para evaluar su resistencia a compresión.

3.2.2. MUESTRA

Fue la no probabilística, es decir, estas se tomaron según el criterio del investigador, el cual debió basarse en las experiencias de otras investigaciones, en la Tabla 1 se presenta las cantidades y características de la muestra.

Tabla 1
Descripción de la muestra seleccionada

Descripción de las muestras para ensayos de resistencia a compresión	Número de muestras
Especímenes de concreto cilíndricos de dimensiones 150 mm de diámetro y 300mm de alto elaborados según norma E - 0.60	15
Especímenes de concreto cilíndricos de 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino.	15
Especímenes de concreto cilíndricos de 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino.	15
Especímenes de concreto cilíndricos de 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino.	15
TOTAL=	**60**

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se utilizó la técnica experimental para recolectar datos, elaborando y probando probetas de concreto con diversas proporciones de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado, como sustitutos parciales de los agregados grueso y fino. Se siguieron los procedimientos de la norma ASTM C39 para medir la resistencia a la compresión, realizando los ensayos en un laboratorio especializado con equipos hidráulicos de compresión. Los resultados fueron registrados en fichas de ensayo, especificando las condiciones de cada muestra, la carga máxima aplicada y la resistencia obtenida.

3.4. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección y obtención de los materiales incluye el transporte desde su origen hasta el lugar de procesamiento y el triturado, donde se descomponen en fragmentos más pequeños para su uso en aplicaciones posteriores (véase el apartado de anexos).

Clasificación y colado del vidrio consisten en pasar el material a través de una malla para eliminar impurezas desconocidas, asegurando su pureza y homogeneidad (véase el apartado de anexos).

Proceso donde se selecciona el vidrio como material que será utilizado en la mezcla, los instrumentos que se usó para este proceso son: guantes, malla tamiz #3, lentes de protección, mascarilla, bandeja de plástico, marcador (véase el apartado de anexos).

Proceso para la selección y el pesaje del material, específicamente el agregado fino, de acuerdo con las especificaciones del diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Proceso para la selección y el pesaje del material, específicamente el conglomerado de acuerdo con las especificaciones del diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Proceso para la selección y pesaje del material en este caso el agregado grueso según las especificaciones del diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Proceso para seleccionar y pesar el material en este caso vidrio según las especificaciones del diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Se procede con la mezcla de los materiales, se puede apreciar uno de los materiales y los materiales utilizados fueron bandeja de metal, pala de mano y trompo de 10 HP (véase el apartado de anexos).

Mezclado de los agregados, proceso en el que se combinan de manera uniforme los diferentes tipos de agregados, como arena, grava, para formar una mezcla homogénea (véase el apartado de anexos).

Mezclado de los agregados, proceso en el que se combinan de manera uniforme los diferentes tipos de agregados, como arena, grava, vidrio molido para formar una mezcla homogénea (véase el apartado de anexos).

Mezclado de los agregados, proceso en el que se combinan de manera uniforme los diferentes tipos de agregados, como arena, grava y otros materiales, para formar una mezcla homogénea (véase el apartado de anexos).

En esta etapa, se puede observar la combinación completa de todos los materiales que han sido determinados y especificados según el diseño de mezclas (véase el apartado de anexos).

Preparación y elaboración de las muestras cilíndricas en moldes definidos para el ensayo de resistencia a la compresión (véase el apartado de anexos).

Elaboración de las probetas en esta parte del proceso se vierte una parte de la mezcla dentro del molde para realizar el chuzado de la misma para eliminar burbujas de aire (véase el apartado de anexos).

Elaboración de las probetas en esta parte del proceso se vierte una parte de la mezcla dentro del molde para realizar el chuzado de la misma para eliminar burbujas de aire (véase el apartado de anexos).

En esta etapa, con la mezcla ya en el interior del molde se procede con el chuzado para eliminar burbujas de aire, y golpes para asentar la mezcla (véase el apartado de anexos).

Ya con el molde lleno de la mezcla se procede a realizar el regleado y la misma acción para todas las muestras requeridas (véase el apartado de anexos).

Muestras de concreto terminadas para luego ser secadas con escombro 10% y vidrio 5% se aprecia las muestras de concreto, con los distintos porcentajes de materiales seleccionados para este diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Muestras de concreto terminadas con escombro 30% y vidrio 25% y con escombro 50% y vidrio 50% se aprecia las muestras de concreto, con los distintos porcentajes de materiales seleccionados para este diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Muestras de concreto ya terminadas, pasarán a ser medidas, pesadas para el siguiente proceso que es el ensayo a compresión, instrumento utilizado para medir es el pie de rey o vernier (véase el apartado de anexos).

La medición de los diámetros de muestras de concreto se lleva a cabo antes de realizar el ensayo de compresión. Este proceso implica el uso de instrumentos de medición precisos para determinar el diámetro de cada muestra (véase el apartado de anexos).

Se observa la máquina o instrumento que sirve para medir la carga que soporta un elemento (véase el apartado de anexos).

Ensayo de resistencia a compresión de muestras patrón, proceso donde se realiza el ensayo a la resistencia a compresión del concreto de la muestra

elaborada con distintos porcentajes de mezcla según el diseño de mezcla (véase el apartado de anexos).

Otra perspectiva del ensayo de resistencia a compresión de las muestras de referencia muestra cómo se realiza la prueba para evaluar la resistencia de muestras patrón (véase el apartado de anexos).

Prueba de resistencia a compresión de muestras que contienen un 10% de escombros y un 5% de vidrio reciclado. Este ensayo se realiza para evaluar cómo la inclusión de estos materiales en las muestras afecta su capacidad para soportar cargas aplicadas (véase el apartado de anexos).

Prueba de resistencia a compresión de muestras que contienen un 30% de escombros y un 25% de vidrio reciclado. Este ensayo se realiza para evaluar cómo la inclusión de estos materiales en las muestras afecta su capacidad para soportar cargas aplicadas (véase el apartado de anexos).

Prueba de resistencia a compresión de muestras que contienen un 50% de escombros y un 50% de vidrio reciclado. Este ensayo se realiza para evaluar cómo la inclusión de estos materiales en las muestras afecta su capacidad para soportar cargas aplicadas (véase el apartado de anexos).

Deficiencias observadas en las muestras sometidas a ensayo. Este término se refiere a los problemas o fallos que se identificaron durante las pruebas, los cuales pueden incluir defectos en la resistencia, integridad estructural o cualquier otro aspecto crítico que afecte el desempeño de las muestras durante las evaluaciones (véase el apartado de anexos).

3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Los resultados obtenidos se presentaron visualmente a través de diagramas de barras generados en hojas de cálculo de Excel. Estas hojas de cálculo también se emplearon para calcular las medias (promedios) de la resistencia a compresión para cada grupo de muestras, facilitando así una interpretación clara y precisa de los datos recolectados.

Para validar la hipótesis general y las hipótesis específicas del estudio, se empleó la prueba estadística T de Student. Esta prueba confirmó que las combinaciones de escombros con vidrio molido son superiores a las muestras sin intervenir. El análisis inferencial se llevó a cabo utilizando el programa estadístico SPSS V.26, asegurando así la precisión y confiabilidad de los resultados obtenidos.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS

Los aspectos éticos de esta investigación se enfocaron en el cumplimiento de principios de responsabilidad ambiental, veracidad científica y uso adecuado de los materiales empleados. Se garantizó que los escombros de elementos estructurales y el vidrio reciclado utilizados en el estudio fueran recolectados de manera legal y sin afectar infraestructuras en uso, promoviendo así una gestión responsable de residuos de construcción y demolición. Además, se aseguraron prácticas de seguridad en la manipulación y ensayo de los materiales, protegiendo la integridad del equipo de trabajo y evitando impactos negativos en el entorno. En cuanto a la rigurosidad científica, los datos obtenidos fueron analizados de manera objetiva y transparente, evitando cualquier sesgo en la interpretación de los resultados. Asimismo, se respetaron los estándares normativos de ensayo, garantizando la confiabilidad de las conclusiones.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

En esta sección se procedió a realizar el análisis de los datos relacionados con la resistencia a compresión de probetas de concreto, los cuales fueron obtenidos mediante la ejecución de ensayos en el entorno de laboratorio y, posteriormente, procesados en hojas de cálculo de Excel. A continuación, se detalla el análisis descriptivo de los datos obtenidos en laboratorio.

Tabla 2
Resultado de la compresión de las MP y muestras según diseño

N° de muestra	Edad en días	F´c MP (kg/cm²)	F´c según diseño (kg/cm²)
M-1	7	183,83 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-2	7	183,38 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-3	7	148,96 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-4	7	148,48 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-5	7	154,34 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-1	14	167,22 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-2	14	179,03 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-3	14	184,14 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-4	14	195,95 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-5	14	191,14 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-1	28	226,44 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-2	28	224,82 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-3	28	227,43 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-4	28	225,09 kg/cm²	210,00 kg/cm²
M-5	28	221,65 kg/cm²	210,00 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón

Interpretación:

En la Tabla 2 se muestra que las resistencias a compresión del concreto, a los 7, 14 y 28 días, superan los 210 kg/cm² establecidos en el diseño. A los 7 días, las resistencias son inferiores, pero a los 14 días se acercan al valor objetivo. A los 28 días, todas las muestras superan ampliamente el valor de diseño, con resistencias entre 221,65 y 227,43 kg/cm². Esto evidencia que la resistencia del concreto aumenta progresivamente con el tiempo de curado.

Tabla 3

Resultado de las medias resistencia a la compresión probetas patrón según los días de curado

Días	F'c de las MP (Kg/cm²)
7 días	163,80 kg/cm²
14 días	183,50 kg/cm²
28 días	225,09 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón

Interpretación

La Tabla 3 muestra la evolución de la resistencia a compresión de las muestras de concreto sin adición de escombros ni vidrio molido a diferentes edades de curado. A los 7 días, la resistencia fue de 163,80 kg/cm², aumentando a 183,50 kg/cm² a los 14 días, y alcanzando 225,09 kg/cm² a los 28 días. Este aumento continuo en la resistencia refleja el proceso de hidratación del cemento y el desarrollo de la estructura interna del concreto, lo cual es un comportamiento típico en mezclas de concreto convencional.

Figura 5

Resistencia a compresión muestras patrón según la edad de curado

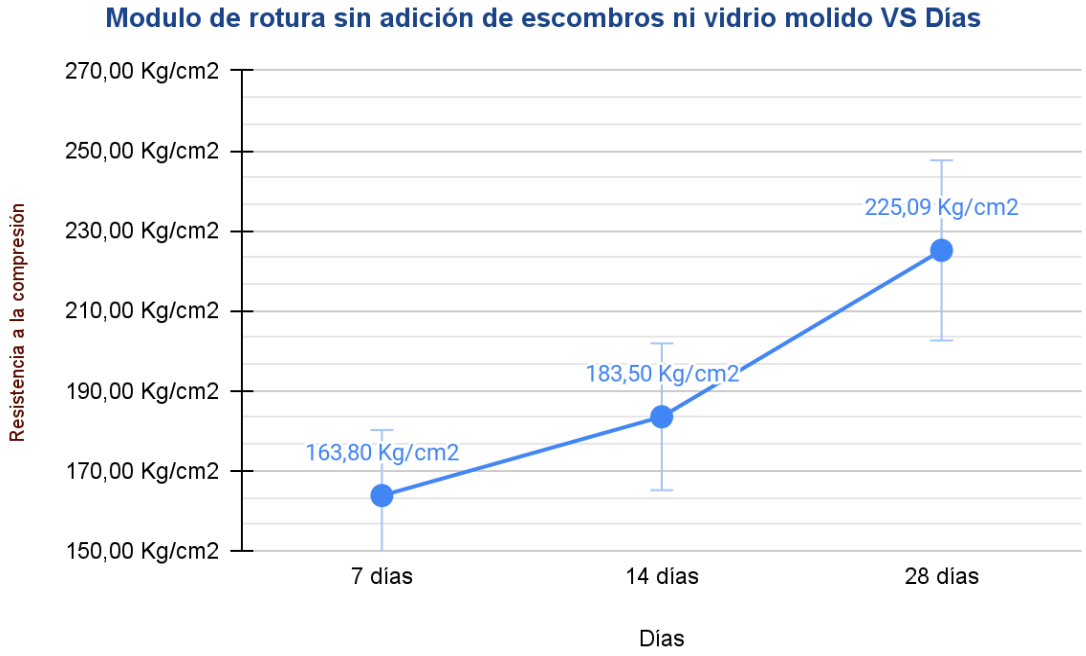
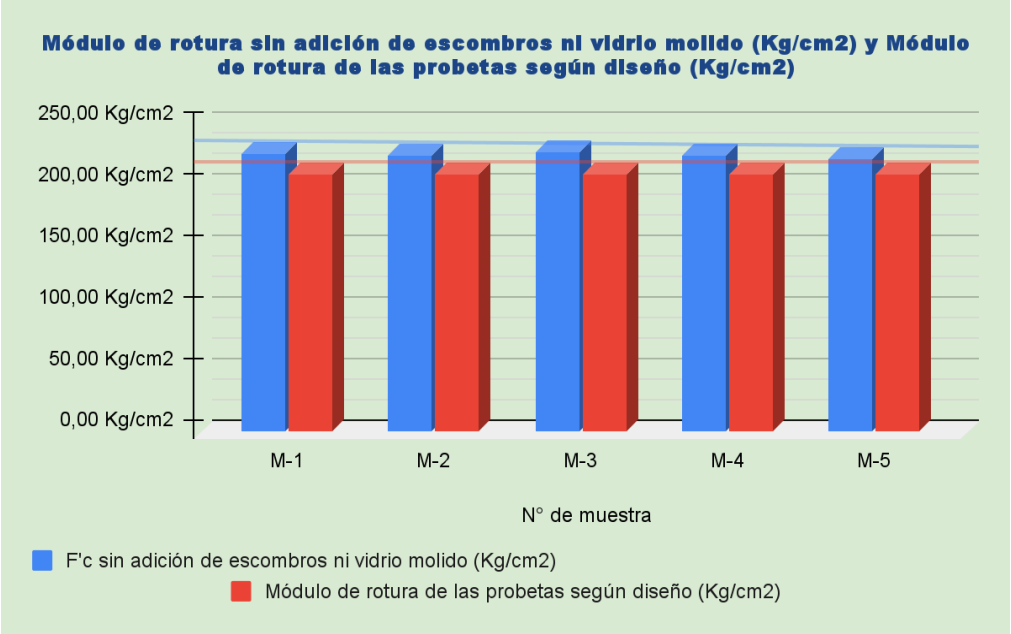


Figura 6

Comparación resistencia a compresión MP (Kg/cm²) y probetas según diseño (Kg/cm²)



Interpretación

Según se desprende de la Figura 5 y 6, se observa que el valor máximo alcanzado para la resistencia a compresión de muestras estándar, sin la inclusión de escombros ni vidrio molido, es de 227,43 kg/cm². En contraste, para los datos correspondientes a la resistencia a compresión de las probetas según diseño, se registra un valor de 210 kg/cm².

Tabla 4

Resultado de las medias resistencia a compresión de las MP y según diseño

Media	Valor	Unidades
Resist. a compresión MP.	225,09	Kg/cm²
Resist. a compresión según diseño.	210,00	Kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón

Interpretación:

Al comparar ambos valores de la Tabla 4, se puede observar que la resistencia a compresión real del concreto sin adiciones (225,09 kg/cm²) superó la resistencia de diseño (210,00 kg/cm²). Esto indica que el concreto elaborado sin escombros ni vidrio molido cumplió e incluso excedió los requisitos de resistencia establecidos en el diseño de mezcla.

Tabla 5

Resultado de datos de la compresión probetas patrón y con 10% EC y 5% de VM (Kg/cm²)

N° de muestra	Edad en días	F'c MP (Kg/cm²)	F'c de las muestras con 10% EC y 5% VM (Kg/cm²)
M-1	7	183,83 kg/cm²	184,95 kg/cm²
M-2	7	183,38 kg/cm²	188,22 kg/cm²
M-3	7	148,96 kg/cm²	178,82 kg/cm²
M-4	7	148,48 kg/cm²	175,40 kg/cm²
M-5	7	154,34 kg/cm²	188,85 kg/cm²
M-1	14	167,22 kg/cm²	208,42 kg/cm²
M-2	14	179,03 kg/cm²	210,80 kg/cm²
M-3	14	184,14 kg/cm²	207,62 kg/cm²
M-4	14	195,95 kg/cm²	219,79 kg/cm²
M-5	14	191,14 kg/cm²	219,63 kg/cm²
M-1	28	226,44 kg/cm²	232,98 kg/cm²
M-2	28	224,82 kg/cm²	229,67 kg/cm²
M-3	28	227,43 kg/cm²	230,12 kg/cm²
M-4	28	225,09 kg/cm²	233,09 kg/cm²
M-5	28	221,65 kg/cm²	230,23 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido

Interpretación

En la Tabla 5 se observa que las muestras de concreto con 10% de escombros y 5% de vidrio molido muestran una mejor resistencia a compresión que las muestras de referencia. A los 7 días, las muestras con aditivos superan las de referencia. A los 14 días, las muestras con aditivos alcanzan 219,79 kg/cm², mientras que las de referencia tienen valores menores. A los 28 días, las muestras con aditivos llegan a 233,09 kg/cm², demostrando que los aditivos mejoran la resistencia del concreto con el tiempo.

Tabla 6

Resultado de las medias resistencia a compresión probetas con 10% EC y 5% VM según los días de curado

Días	F'c de las muestras con adición de 10% EC y 5% VM (Kg/cm²)
7 días	183,25 kg/cm²
14 días	213,25 kg/cm²
28 días	231,22 kg/cm²

Nota. *MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido*

Interpretación:

Los resultados obtenidos en la Tabla 6 muestran que la adición de 10% de escombros y 5% de vidrio molido mejora significativamente el módulo de rotura del material. A los 7 días, el módulo de rotura alcanzó 183.25 kg/cm², incrementándose a 213.25 kg/cm² a los 14 días, y alcanzando su valor máximo de 231.22 kg/cm² a los 28 días. Esta tendencia indica que la mezcla con escombros y vidrio molido no solo aporta resistencia inicial, sino que también mejora la resistencia con el tiempo.

Figura 7

Resistencia a compresión del concreto con 10% de escombros y 5% de vidrio molido según la edad de curado.

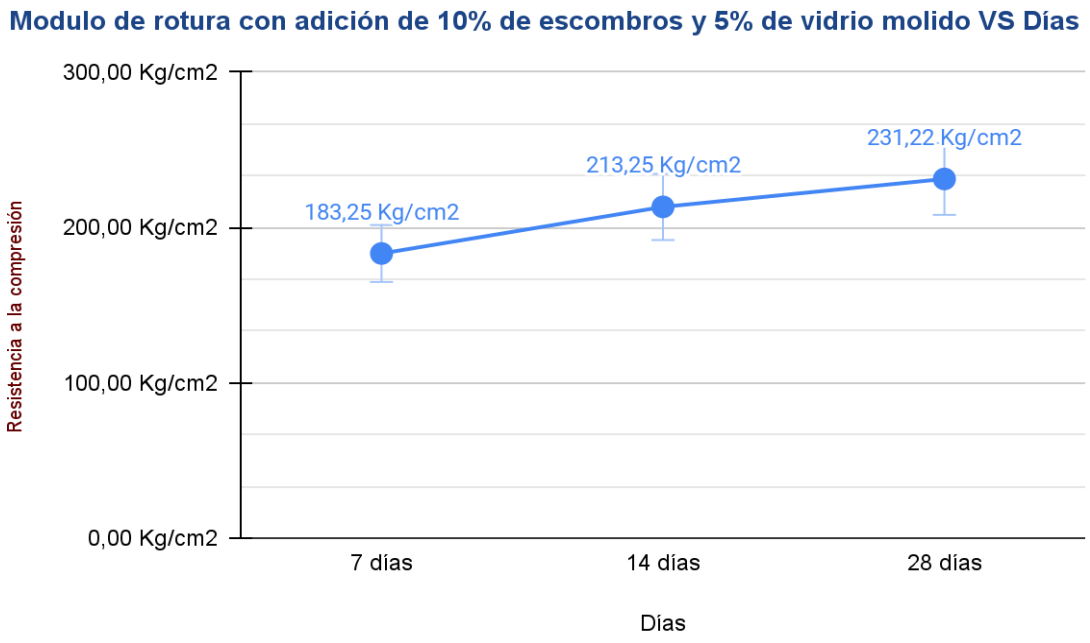
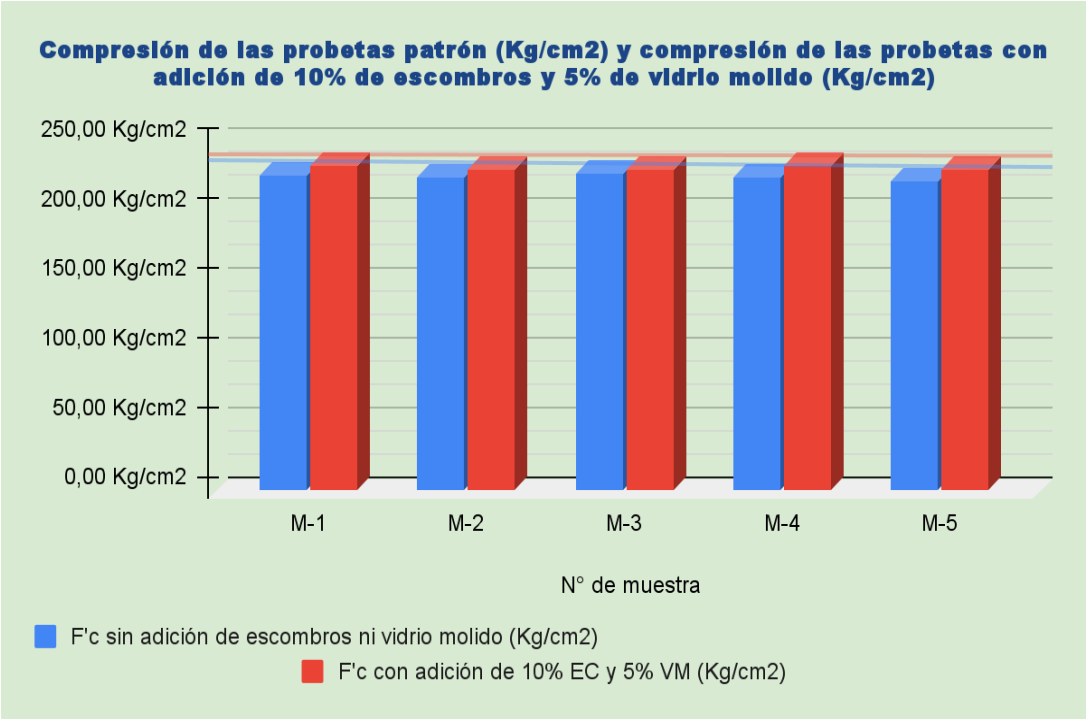


Figura 8

Comparación resistencia a la compresión patrón (Kg/cm²) y probetas con 10% de escombros y 5% de vidrio molido (Kg/cm²).



Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

De acuerdo con las Figuras 7 y 8, se puede observar que la resistencia a compresión más alta alcanzada por las muestras estándar, sin adición de escombros ni vidrio molido, es de 227,43 kg/cm². En cambio, las probetas que incluyen un 10% de escombros y un 5% de vidrio molido muestran un valor máximo de 233,09 kg/cm².

Tabla 7

Resultado de las medias para probetas patrón y con adición de 10% EC y 5% VM.

Media	Valor	Unidades
Resist. a compresión MP.	225,09	Kg/cm²
Resist. a compresión con 10% EC y 5% VM.	231,22	Kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

Según los datos de la tabla 7, la incorporación de un 10% de escombros y un 5% de vidrio molido en el material de construcción mejora la resistencia a compresión. Sin estos aditivos, la resistencia es de 225,09 kg/cm², mientras que con los escombros y vidrio molido la resistencia sube a 231,22 kg/cm².

Este aumento de 6,13 kg/cm² sugiere que los materiales reciclados tienen un impacto positivo en las propiedades mecánicas del material, incrementando su resistencia.

Tabla 8

Resultado de la resistencia a compresión probetas MP y con 30% EC y 25% VM (Kg/cm²)

N° de muestra	Edad en días	F'c MP (Kg/cm²)	F'c de las muestras con 30%EC y 25%VM (Kg/cm²)
M-1	7	183,83 kg/cm²	212,08 kg/cm²
M-2	7	183,38 kg/cm²	210,07 kg/cm²
M-3	7	148,96 kg/cm²	211,65 kg/cm²
M-4	7	148,48 kg/cm²	209,91 kg/cm²
M-5	7	154,34 kg/cm²	212,31 kg/cm²
M-1	14	167,22 kg/cm²	217,87 kg/cm²
M-2	14	179,03 kg/cm²	217,44 kg/cm²
M-3	14	184,14 kg/cm²	224,32 kg/cm²
M-4	14	195,95 kg/cm²	227,16 kg/cm²
M-5	14	191,14 kg/cm²	225,09 kg/cm²
M-1	28	226,44 kg/cm²	236,88 kg/cm²
M-2	28	224,82 kg/cm²	235,58 kg/cm²
M-3	28	227,43 kg/cm²	234,92 kg/cm²
M-4	28	225,09 kg/cm²	236,66 kg/cm²
M-5	28	221,65 kg/cm²	234,23 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 8 indica que las muestras de concreto con 30% de escombros y 25% de vidrio molido tienen una resistencia a compresión superior a las muestras estándar. A los 7 días, las muestras con aditivos alcanzan 212,31 kg/cm², mientras que las muestras estándar están entre 148,48 y 183,83 kg/cm². A los 14 días, las resistencias con aditivos llegan a 227,16 kg/cm², superando a las muestras estándar. Finalmente, a los 28 días, las muestras con aditivos alcanzan 236,88 kg/cm², mostrando una mejora significativa respecto a las muestras estándar.

Tabla 9

Resultado de las medias resistencia a compresión probetas con 30% EC y 25% VM según los días de curado

Días	F'c de las muestras con adición de 30%EC y 25%VM (Kg/cm²)
7 días	211,20 kg/cm²
14 días	222,38 kg/cm²
28 días	235,65 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 9 muestra que la adición de 30% de escombros y 25% de vidrio molido mejora el módulo de rotura del material. A los 7 días, el módulo de rotura fue de 211,20 kg/cm², aumentando a 222,38 kg/cm² a los 14 días, y alcanzando 235,65 kg/cm² a los 28 días. Esta tendencia demuestra que la mezcla con escombros y vidrio molido no solo mejora la resistencia inicial, sino que también la incrementa con el tiempo.

Figura 9

Resistencia a compresión del concreto con 30% de escombros y 25% de vidrio molido según la edad de curado.

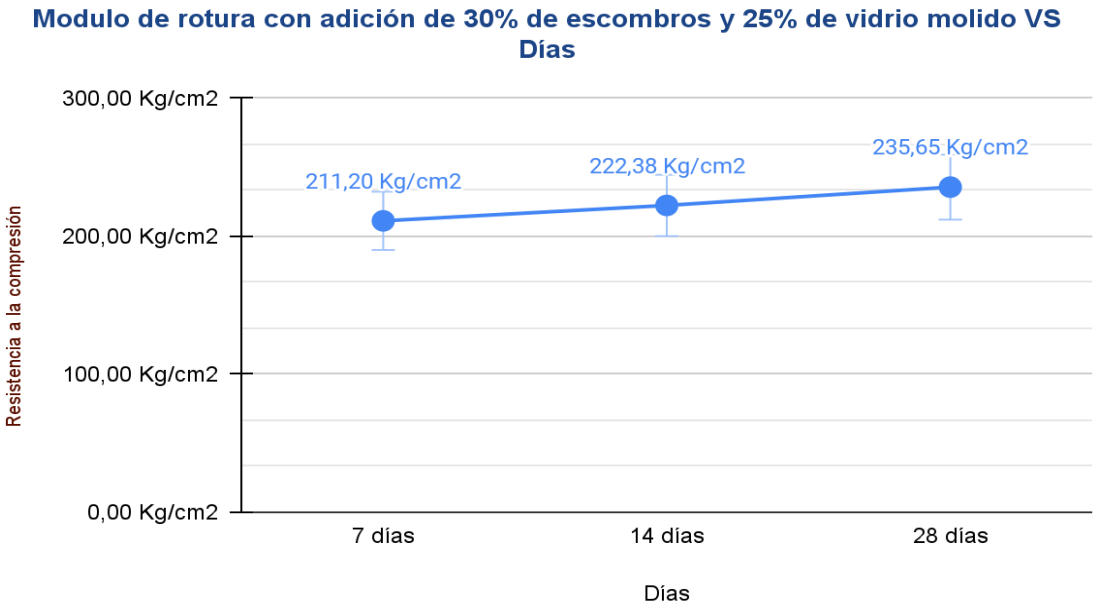
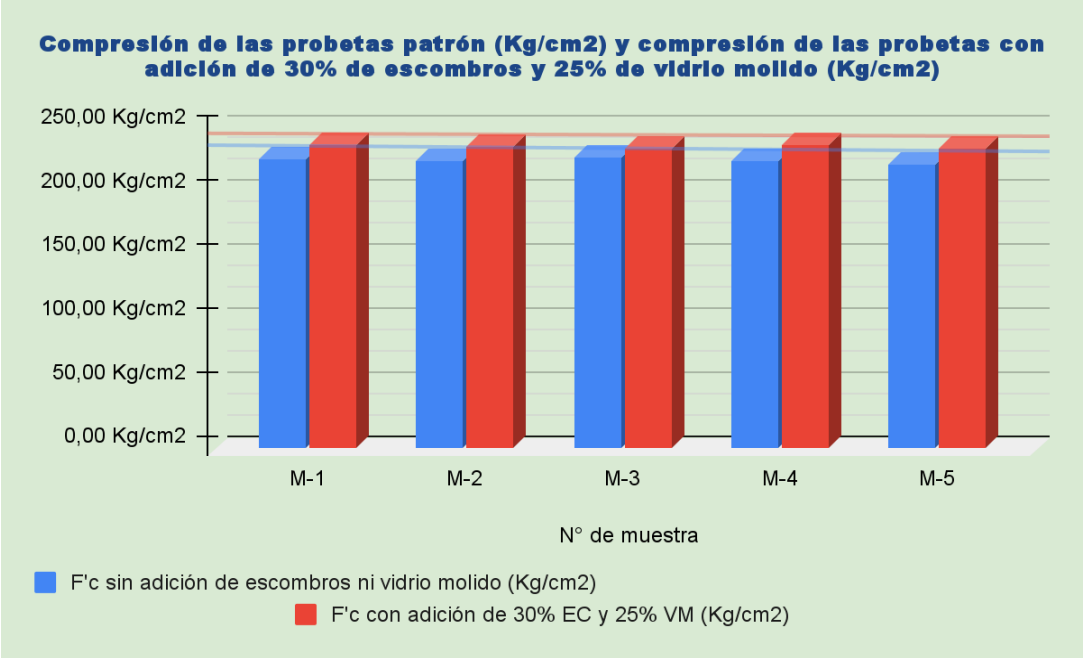


Figura 10

Comparación de la resistencia a compresión MP (Kg/cm²) y probetas con 30% EC y 25% VM (Kg/cm²)



Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

De acuerdo con las Figuras 9 y 10, se puede ver que la resistencia a compresión más alta alcanzada por las muestras estándar, sin escombros ni vidrio molido, es de 227,43 kg/cm². En cambio, las probetas con una adición del 30% de escombros y 25% de vidrio molido muestran un valor máximo de 236,88 kg/cm².

Tabla 10

Resultado de las medias resistencia a compresión probetas patrón y con 30% EC y 25% VM.

Media	Valor	Unidades
Resist. a compresión MP	225,09	Kg/cm²
Resist. a compresión con 30%EC y 25% VM.	235,65	Kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 10 muestra que la adición de 30% de escombros y 25% de vidrio molido mejora la resistencia a compresión del material de construcción. Sin estos aditivos, la resistencia es de 225,09 kg/cm², mientras que con los aditivos alcanza 235,65 kg/cm². Este aumento de 10,56 kg/cm² demuestra que

el uso de materiales reciclados es beneficioso para mejorar las propiedades mecánicas del material.

Tabla 11

Resultado resistencia a la compresión MP y con 50% EC y 50% VM (Kg/cm²)

N° de muestra	Edad en días	F'c MP (Kg/cm²)	F'c de las muestras con 50%EC y 50%VM (Kg/cm²)
M-1	7	183,83 kg/cm²	177,35 kg/cm²
M-2	7	183,38 kg/cm²	177,80 kg/cm²
M-3	7	148,96 kg/cm²	182,21 kg/cm²
M-4	7	148,48 kg/cm²	191,78 kg/cm²
M-5	7	154,34 kg/cm²	189,58 kg/cm²
M-1	14	167,22 kg/cm²	208,19 kg/cm²
M-2	14	179,03 kg/cm²	204,86 kg/cm²
M-3	14	184,14 kg/cm²	206,28 kg/cm²
M-4	14	195,95 kg/cm²	204,99 kg/cm²
M-5	14	191,14 kg/cm²	208,31 kg/cm²
M-1	28	226,44 kg/cm²	227,61 kg/cm²
M-2	28	224,82 kg/cm²	224,82 kg/cm²
M-3	28	227,43 kg/cm²	223,08 kg/cm²
M-4	28	225,09 kg/cm²	224,21 kg/cm²
M-5	28	221,65 kg/cm²	222,58 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 11 menciona las muestras de concreto con 50% de escombros y 50% de vidrio molido tienen resistencias variadas en comparación con las muestras estándar. A los 7 días, las resistencias de las muestras con aditivos son en general menores o similares a las de las muestras estándar, con valores entre 177,35 y 191,78 kg/cm². A los 14 días, las resistencias con aditivos superan a las de las muestras estándar, alcanzando hasta 208,31 kg/cm². A los 28 días, las resistencias con aditivos oscilan entre 222,58 y 227,61 kg/cm², mostrando un rendimiento comparable o ligeramente superior al de las muestras estándar.

Tabla 12

Resultado de las medias resistencia a compresión probetas con 50% EC y 50% VM según los días de curado.

Días	F'c de las muestras con adición de 50% EC y 50% VM (Kg/cm²)
7 días	183,74 kg/cm²
14 días	206,53 kg/cm²
28 días	224,46 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

Los datos de la Tabla 12 indican que la incorporación de un 50% de escombros y un 50% de vidrio molido mejora considerablemente el módulo de rotura del material. A los 7 días, el módulo alcanzó 183,74 kg/cm², subiendo a 206,53 kg/cm² a los 14 días, y logrando su valor máximo de 224,46 kg/cm² a los 28 días. Esta evolución sugiere que la mezcla con escombros y vidrio molido no solo proporciona resistencia inicial, sino que también incrementa la resistencia con el paso del tiempo.

Figura 11

Resistencia a compresión del concreto con 50% de escombros y 50% de vidrio molido según la edad de curado.

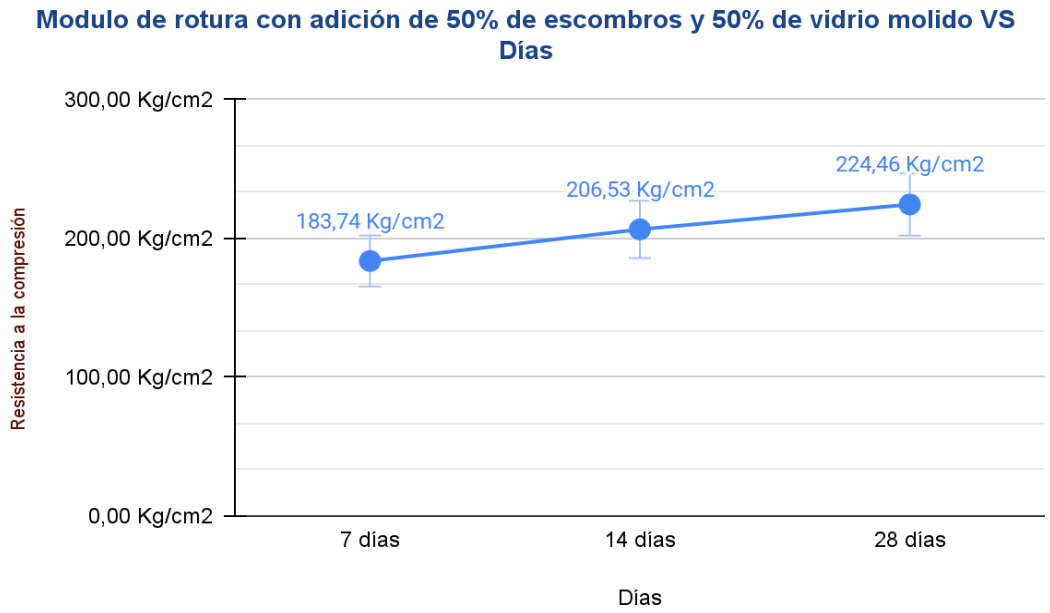
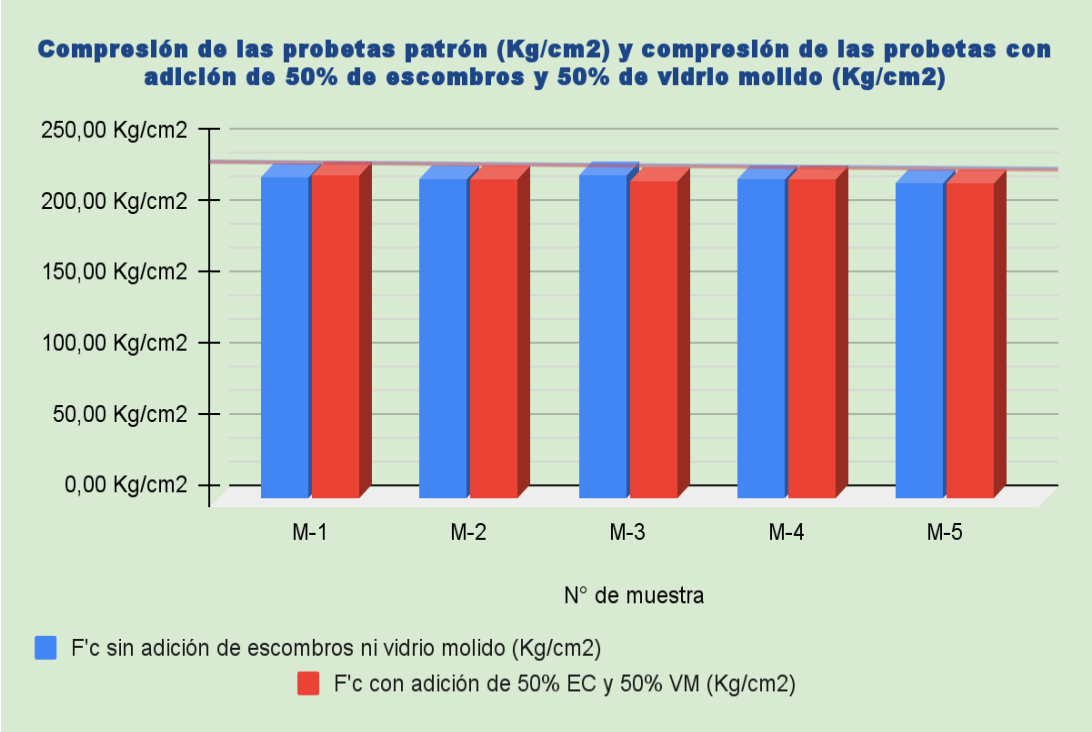


Figura 12

Comparación resistencia a compresión patrón (Kg/cm²) y probetas con 50% EC y 50% VM (Kg/cm²)



Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

De acuerdo con las Figuras 11 y 12, se observa que la resistencia a compresión más alta alcanzada por las muestras estándar, sin escombros ni vidrio molido, es de 227,43 kg/cm². En cambio, las probetas con un 50% de escombros y un 50% de vidrio molido alcanzan un valor máximo de 227,61 kg/cm².

Tabla 13

Resultado de las medias probetas patrón y con 50% EC y 50% VM.

Media	Valor	Unidades
Resist. a compresión MP	225,09	Kg/cm²
Resist. a compresión con 50% EC y 50% VM.	224,46	Kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación

Los datos de la Tabla 13 indican que la adición de 50% de escombros y 50% de vidrio molido no mejora la resistencia a compresión del material de construcción, ya que esta se reduce ligeramente de 225.09 kg/cm² sin aditivos a 224.46 kg/cm² con la adición de estos materiales reciclados. Esta disminución sugiere que un alto porcentaje de escombros y vidrio molido

puede comprometer la integridad estructural del material, posiblemente debido a una alteración en la matriz del compuesto que no favorece la cohesión necesaria para mantener la resistencia.

Tabla 14

Resultado resistencia a compresión probetas patrón y RC promedio probetas con escombros y vidrio molido (Kg/cm²)

N° de muestra	Edad en días	F'c MP (Kg/cm²)	F'c promedio de las probetas con adición de escombros y vidrio molido.
M-1	7	183,83 kg/cm²	189,55 kg/cm²
M-2	7	183,38 kg/cm²	189,87 kg/cm²
M-3	7	148,96 kg/cm²	180,41 kg/cm²
M-4	7	148,48 kg/cm²	181,39 kg/cm²
M-5	7	154,34 kg/cm²	186,27 kg/cm²
M-1	14	167,22 kg/cm²	200,43 kg/cm²
M-2	14	179,03 kg/cm²	203,03 kg/cm²
M-3	14	184,14 kg/cm²	205,59 kg/cm²
M-4	14	195,95 kg/cm²	211,97 kg/cm²
M-5	14	191,14 kg/cm²	211,04 kg/cm²
M-1	28	226,44 kg/cm²	230,98 kg/cm²
M-2	28	224,82 kg/cm²	228,72 kg/cm²
M-3	28	227,43 kg/cm²	228,89 kg/cm²
M-4	28	225,09 kg/cm²	229,76 kg/cm²
M-5	28	221,65 kg/cm²	227,17 kg/cm²

Nota. MP = Muestras Patrón.

Interpretación

La Tabla 14 muestra las probetas de concreto con adición de escombros y vidrio molido tienen resistencias superiores a las muestras estándar en todas las etapas de curado. A los 7 días, las resistencias promedio con aditivos varían entre 180,41 y 189,87 kg/cm², mientras que las muestras estándar tienen valores menores, de 148,48 a 183,83 kg/cm². A los 14 días, las resistencias con aditivos alcanzan hasta 211,97 kg/cm², superando a las muestras estándar. A los 28 días, las probetas con aditivos logran resistencias de hasta 230,98 kg/cm², mostrando un rendimiento claramente superior al de las muestras estándar, que oscilan entre 221,65 y 227,43 kg/cm².

Tabla 15

Resultado de las medias resistencia a compresión promedio probetas con 10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50% de escombros y vidrio molido respectivamente según los días de curado

Días	F'c MP (Kg/cm²)	F'c de las muestras con adición de 10% EC y 5% VM (Kg/cm²)	F'c de las muestras con adición de 30% EC y 25% VM (Kg/cm²)	F'c de las muestras con adición de 50% EC y 50% VM (Kg/cm²)
7 días	163,80	183,25	211,20	183,74
14 días	183,50	213,25	222,38	206,53
28 días	225,09	231,22	235,65	224,46

Nota. MP = Muestras Patrón, EC = Escombros y VM = Vidrio molido.

Interpretación:

De la Tabla 15 se infiere que la resistencia promedio de las probetas con 10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50% de escombros y vidrio molido respectivamente mejora su resistencia a compresión conforme pasa el tiempo de curado.

Figura 13

Comparación de los módulos de rotura sin adición de escombros ni vidrio molido vs los módulos con adición de escombros y vidrio según la edad de curado

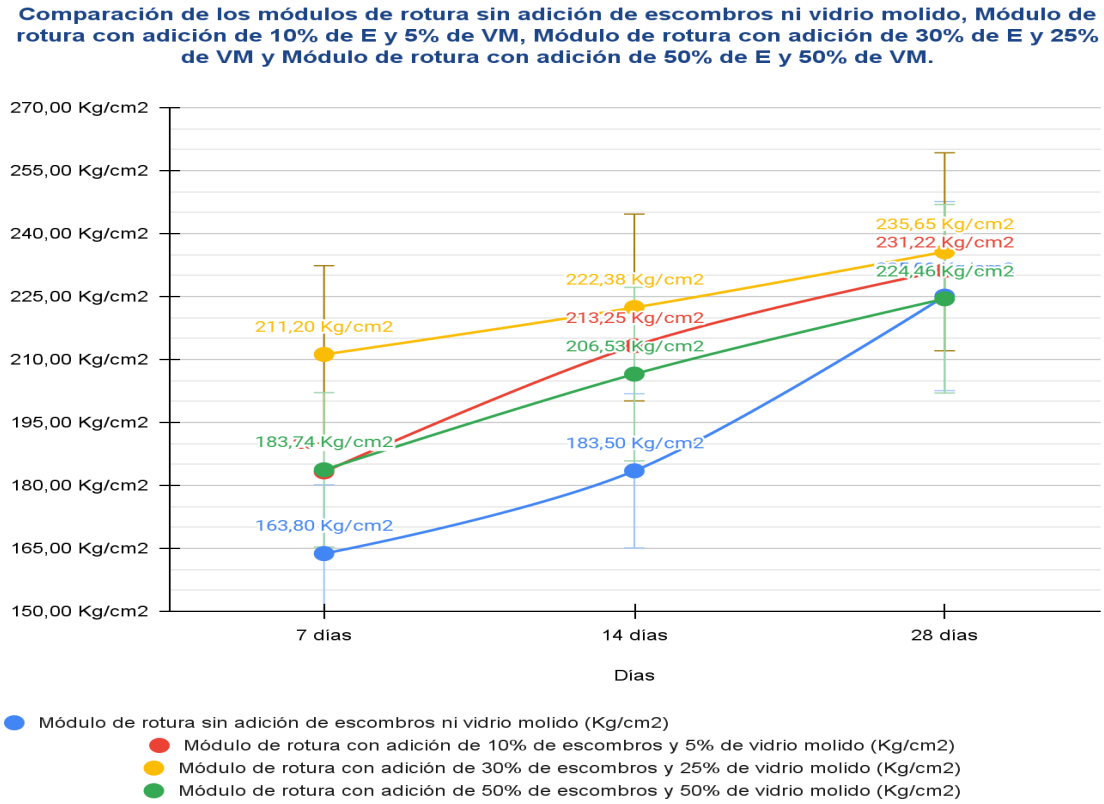
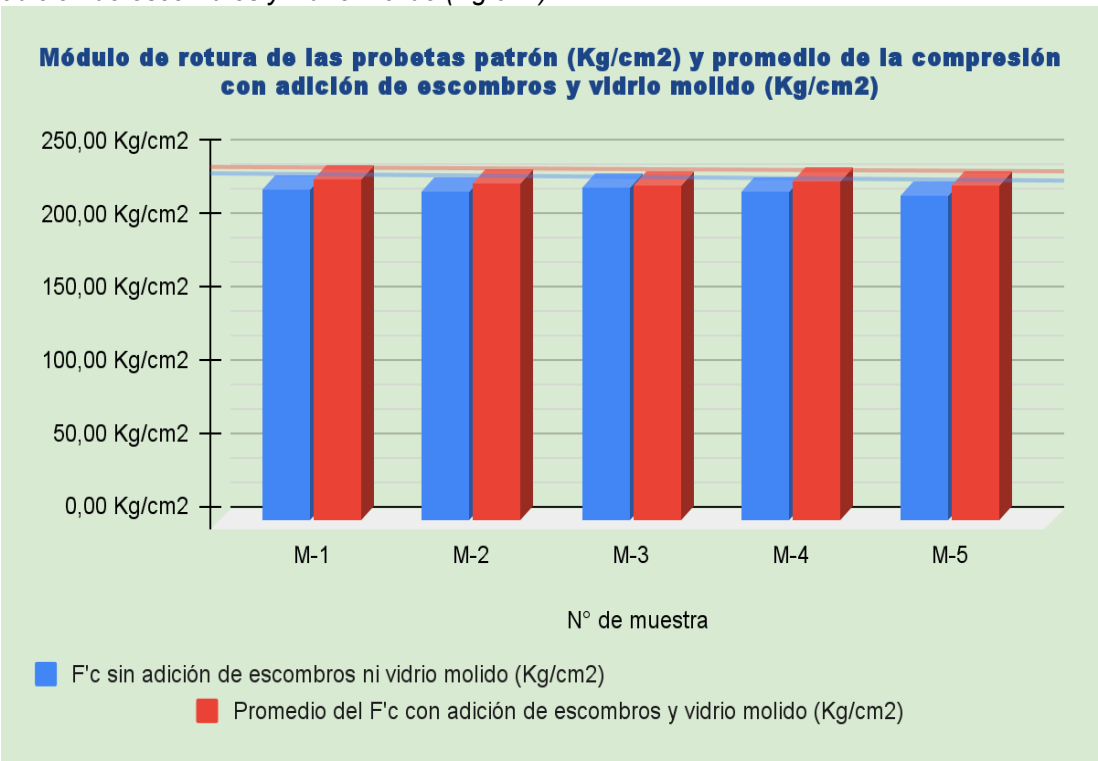


Figura 14

Comparación resistencia a compresión patrón (Kg/cm²) y promedio para las probetas con adición de escombros y vidrio molido (Kg/cm²)



Interpretación

Las Figuras 13 y 14 muestran que la resistencia a compresión máxima de las muestras estándar sin escombros ni vidrio molido es de 227,43 kg/cm², mientras que las probetas con adiciones de escombros y vidrio molido alcanzan un valor máximo de 232,49 kg/cm².

Tabla 16

Resultado de las medias resistencia a compresión probetas patrón y promedio para las probetas con adición de escombros y vidrio molido

Media	Valor	Unidades
Resist. a compresión MP.	225,09	Kg/cm²
Resist. a compresión promedio con adición de escombros y vidrio molido.	230,44	Kg/cm²

Interpretación

La Tabla 16 muestra que el promedio de resistencia a compresión de las probetas con adiciones de 10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50% de escombros y vidrio molido es de 230,44 kg/cm², mientras que el promedio de las probetas estándar es de 225,09 kg/cm². Al comparar estos valores, se puede concluir que la incorporación de escombros y vidrio molido en las proporciones

mencionadas mejora considerablemente la resistencia a compresión en comparación con las muestras sin estos agregados.

4.2. RESULTADOS INFERENCIALES

Se ha realizado aplicando la estadística inferencial para lo cual se ha aplicado el programa estadístico SPSS V.26.

4.2.1. PARA LA HIPÓTESIS GENERAL

HG: Los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado producen efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023.

H0: Los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado no producen efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis general

Tabla 17

Prueba de normalidad resistencia a la compresión probetas patrón y el promedio con escombros y vidrio molido.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión patrón	,252	5	,200*	,933	5	,616
Resistencia a compresión promedio con 10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50% de E y VM respectivamente	,192	5	,200*	,983	5	,948

Interpretación

La tabla 17 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, aplicada a muestras de menos de 30 individuos. Los resultados indicaron que los datos siguen una distribución normal en todos los casos analizados. Las probetas con diversas proporciones de escombros y vidrio molido (10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50%) tuvieron un valor de p = 0,948, superior al nivel de significancia de 0,05. Las probetas de referencia, sin adición de estos materiales, también cumplieron con este criterio, con un p = 0,616. Al confirmar que los datos son normales, se utilizó la prueba paramétrica T de Student.

Análisis inferencial para la hipótesis general

Tabla 18

Prueba de T Student resistencia a compresión promedio probetas con adición de escombros y vidrio molido y probetas patrón.

Resistencia a compresión patrón - Resistencia a compresión promedio con EC y VM respectivamente.	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
	-4,01800	-5,93263	-2,10337	-5,827	4	,004

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

La tabla 18 muestra que la prueba T de Student comparó la resistencia a compresión de probetas con escombros (EC) y vidrio molido (VM) frente a las probetas estándar. Los resultados revelaron una diferencia promedio de 4,0180 unidades a favor de las probetas con EC y VM, con un intervalo de confianza del 95% entre -2,10 y 5,93. El valor p = 0,004 confirma que la diferencia es estadísticamente significativa, indicando que los aditivos mejoran la resistencia a compresión.

4.2.2. PARA LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 1

HE1: Un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

HE0: Un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino no produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

Prueba de normalidad para los datos de la hipótesis específica 1

Tabla 19

Prueba de normalidad resistencia a compresión probetas MP y el promedio de las probetas con 10% EC y 5% VM.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión MP	,252	5	,200*	,933	5	,616
Resistencia a compresión con 10% de EC y 5% de VM	,323	5	,097	,785	5	,061

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 19 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, aplicada debido al tamaño de muestra menor a 30. Los resultados indican que los datos cumplen con el supuesto de normalidad tanto para las probetas con 10% de escombros y 5% de vidrio molido (p=0,061>0,05) como para las probetas estándar sin aditivos (p=0,616>0,05). Al cumplir con el supuesto de normalidad, se procedió con la prueba paramétrica de T de Student.

Análisis inferencial para la hipótesis especifica 1

Tabla 20

Prueba de T Student resistencia a compresión promedio probetas con 10% EC y 5% VM y probetas MP.

	Diferencias emparejadas					
		95% de intervalo de confianza de la diferencia				
Resistencia a compresión MP - Resistencia a la compresión con 10% EC y 5% VM	**Media**	**Inferior**	**Superior**	**t**	**gl**	**Sig. (bilateral)**
	-6,13200	-9,11842	-3,14558	-5,701	4	,005

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 20 presenta los resultados del análisis realizado con SPSS, donde se acepta la hipótesis alternativa del investigador. Esta hipótesis plantea que la adición de un 10% de escombros y un 5% de vidrio reciclado mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados de la prueba de hipótesis, con t = -5,701 y

p = 0,005, confirman la validez de la hipótesis, ya que el valor de p es menor que 0,05, indicando una diferencia estadísticamente significativa.

4.2.3. PARA LA HIPÓTESIS ESPECIFICA 2

HE2: Un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

HE0: Un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino no produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 21

Prueba de normalidad resistencia a compresión probetas MP y el promedio probetas con 30% EC y 25% VM.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión MP	,252	5	,200*	,933	5	,616
Resistencia a la compresión con 30% EC y 25%VM	,214	5	,200*	,935	5	,633

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 21 indica que se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido a que las muestras eran menores a 30. Los resultados demostraron que los valores cumplen con el criterio de normalidad, tanto para las probetas con 30% de escombros y 25% de vidrio molido (p = 0,633 > 0,05), como para las probetas de control sin estos materiales (p = 0,616 > 0,05). Al cumplirse el supuesto de normalidad, se procedió a realizar la prueba paramétrica T de Student.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 2

Tabla 22

Prueba de T Student resistencia a compresión promedio probetas con 30% EC y 25% VM y probetas MP.

	Diferencias emparejadas					
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
Resistencia a compresión MP - Resistencia a compresión con 30% EC y 25% VM	-10,568	-12,93853	-8,19747	-12,378	4	,001

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 22 muestra los resultados del análisis con SPSS, en el que se acepta la hipótesis alternativa del investigador. Esta propone que la adición de 30% de escombros en el agregado grueso y 25% de vidrio reciclado en el agregado fino mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados de la prueba de hipótesis indican un valor de t = -12,378 y p = 0,001, lo que confirma que la diferencia es estadísticamente significativa, pues p < 0,05.

4.2.4 PARA LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

HE3: Un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

HE0: Un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino no produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 23

Prueba de normalidad resistencia a compresión probetas MP y el promedio de las probetas con 50% EC y 50% VM.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión MP	,252	5	,200*	,933	5	,616
Resistencia a compresión con 50% EC y 50% VM	,228	5	,200*	,910	5	,470

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

En la Tabla 23 se presenta el uso de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk debido al tamaño reducido de las muestras, inferior a 30. Los resultados indican que los datos cumplen con el supuesto de normalidad tanto para la resistencia a compresión de las probetas con un 50% de escombros y un 50% de vidrio molido (p=0,470>0,05), como para las probetas de referencia sin estos aditivos (p=0,616>0,05). Al cumplirse la normalidad de los datos, se procedió a realizar la prueba paramétrica de T de Student.

Análisis inferencial para la hipótesis específica 3

Tabla 24

Prueba de T Student resistencia a compresión promedio probetas con adición de 50% EC y 50% VM y probetas MP.

	Diferencias emparejadas					
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferior	Superior			
Resistencia a compresión MP - Resistencia a compresión con 50%EC y 50%VM	,62600	-2,14845	3,40045	,626	4	,565

Nota. MP= Muestras patrón; EC=Escombros; VM= Vidrio molido.

Interpretación

La Tabla 24 muestra que, según el análisis realizado con el software estadístico SPSS, se acepta la hipótesis nula, que sostiene que un 50% de escombros de elementos estructurales, respecto al peso seco del agregado grueso, y un 50% de vidrio reciclado, respecto al peso

seco del agregado fino, no tiene un impacto significativo en la resistencia a la compresión del concreto. Esto se confirma con el resultado de la prueba de hipótesis (t=-0,626; p=0,565>0,05).

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al objetivo general: Determinar los efectos de los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023

Los resultados nos muestras que hubo un aumento significativo en la resistencia a compresión al incorporar un 30% de escombros y un 25% de vidrio molido, alcanzando un valor de 235,55 Kg/cm², lo que supera notablemente la resistencia registrada en las probetas estándar, las cuales no contenían adiciones de escombros ni vidrio molido, con un valor de 225,09 Kg/cm². Por lo cual se verifica que la combinación con escombros permitió una mejora más notable en la resistencia a compresión en comparación con el concreto convencional. Resultados semejantes fueron observados en Arbeláez et al. (2022) investigaron el uso de residuos de vidrio como reemplazo del agregado fino en el diseño de mezclas de concreto, trabajando con diferentes proporciones de vidrio molido (5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 50%) en reemplazo del peso seco del agregado fino. Se elaboraron especímenes cilíndricos de 0,15 m x 0,3 m, y se analizaron el concreto en estado fresco y endurecido. Los resultados mostraron que el porcentaje que dio mejores resultados en la resistencia a compresión fue el de 20%, con un incremento del 5,5% respecto al concreto convencional. Se puede afirmar que la relación en ambas investigaciones el vidrio puede ser utilizado como sustituto de agregados de manera general, aunque en nuestro caso hubo una prevalencia referente a la combinación con escombros.

Con respecto al objetivo específico N° 01: Determinar los efectos de un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a compresión del concreto.

Este hallazgo se destaca porque ciertos porcentajes de materiales reciclados pueden mejorar las propiedades del concreto, una mayor proporción de estos puede conducir a una disminución en la resistencia a la

compresión, evidenciado en el caso de altas proporciones de escombros y vidrio molido.

La investigación de Pacheco (2022), de carácter experimental, incluyó la elaboración de 72 especímenes de concreto con diferentes proporciones de vidrio molido y concreto reciclado: (V. 5% - C.R. 15%), (V. 10% - C.R. 25%) y (V. 20% - C.R. 35%), utilizando probetas cilíndricas de concreto y vigas rectangulares. Los resultados de laboratorio mostraron un asentamiento en el rango de 3” a 4”, una resistencia a compresión promedio de 264.77 kg/cm², y resistencias a tracción de 2.35 Mpa en probetas cilíndricas y 3.12 Mpa en vigas, concluyéndose que la adición de 10% de vidrio molido y 25% de concreto reciclado mejoró las propiedades mecánicas del concreto. En contraste, con nuestra investigación se observó una disminución significativa en la resistencia a compresión al aumentar la proporción de escombros y vidrio molido a 50% cada uno, alcanzando una resistencia de 224.46 kg/cm², lo que representa una reducción frente a las probetas patrón, que presentaron 225.09 kg/cm² sin adición de escombros ni vidrio. Es probable que la diferencia de los resultados entre la investigación y Pacheco (2022) se deban en que la adición de vidrio molido y concreto no haya llegado a una mezcla absoluta porque algunos materiales que daban en la parte de fondo.

Con respecto al objetivo específico N° 02: Determinar los efectos de un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a compresión del concreto.

Se evidenció que, al incluir escombros y vidrio molido en distintas proporciones, hubo una mejora significativa en la resistencia a compresión, alcanzando un valor promedio de 230.44 kg/cm². Este incremento superó los 225.09 kg/cm² obtenidos en las probetas patrón sin adiciones, lo que indica que el uso de estos materiales reciclados puede ser beneficioso en determinadas proporciones, mejorando las propiedades del concreto.

La investigación de Galloza y Palacios (2021) analizó el efecto de virutas de acero y vidrio molido como materiales adicionales en concretos con resistencias de 280, 245 y 210 kg/cm², utilizando 216 probetas en total. Las pruebas realizadas, que incluyeron tanto resistencia a compresión como a flexión, revelaron que estos materiales no solo no mejoraron las propiedades

mecánicas del concreto, sino que resultaron perjudiciales, reduciendo la resistencia y el módulo de rotura. Además, los autores concluyeron que, desde una perspectiva económica, su uso no es viable, ya que, no aseguran una buena calidad ni eficiencia en el concreto. En contraste, nuestra investigación, al incluir escombros y vidrio molido en distintas proporciones, mostró una mejora significativa en la resistencia a compresión, alcanzando un valor promedio de 230.44 kg/cm², resultados opuestos fueron verificados en Galloza y Palacios (2021) ya que no hubo una mejora de los atributos estudiados probablemente por el material incorporado resultando a la vez una baja relación en costo y beneficio al no tener los parámetros mecánicos óptimos como lo esperaban, situación muy opuesta ya que hubo una mejora significativa al encontrarse un impacto positivo con las proporciones de agregados estudiados.

Con respecto al objetivo específico N° 03: Determinar los efectos de un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a compresión del concreto.

Se verificó que no existe un efecto significativo en la resistencia a la compresión de concreto ya que, hubo una disminución en la resistencia a la compresión con respecto a las muestras patrón. Resultados semejantes fueron evidenciados por Alanya (2020), al encontrar que el uso de concreto reciclado de vías peatonales como agregado grueso en proporción del 30% satisfacía ya la resistencia de diseño f'c = 175 kg/cm², demostrando que este material reciclado posee propiedades físico-mecánicas comparables a las de la piedra chancada. Por lo cual, al contrastar la presente investigación, cuyo objetivo fue evaluar el efecto de un 50% de escombros de elementos estructurales y un 50% de vidrio reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, se observó que no hubo una diferencia significativa en los resultados. Mientras Alanya determinó que una proporción moderada de 30% de agregado reciclado mejoraba las propiedades del concreto. Esto indica que el tipo de agregado y su proporción influyen considerablemente en el comportamiento mecánico del concreto, siendo crucial determinar las cantidades óptimas para obtener mejores resultados.

CONCLUSIONES

La adición de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado mejora significativamente la resistencia a la compresión del concreto en Tingo María, Huánuco, 2023, como lo demuestra el análisis estadístico (t=-5,827; p=0,004<0,05). Al comparar las distintas proporciones de estos materiales reciclados (10% y 5%, 30% y 25%, 50% y 50%), se observa un incremento en la resistencia a la compresión, alcanzando un promedio de 230,44 kg/cm², superior a los 225,09 kg/cm² de las muestras patrón. Este aumento refleja una mejora en las propiedades mecánicas del concreto, lo que destaca la efectividad de utilizar estos agregados reciclados como una alternativa viable para optimizar la calidad del concreto en la construcción.

La incorporación de un 10% de escombros de elementos estructurales en el agregado grueso y un 5% de vidrio reciclado en el agregado fino genera un impacto notable en la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados estadísticos fueron significativos (t=-5,701; p=0,005<0,05), mostrando una resistencia promedio de 231,22 kg/cm² en las muestras con estos aditivos, frente a los 225,09 kg/cm² de las muestras estándar. Este aumento resalta que el uso combinado de estos materiales reciclados contribuye de manera considerable a mejorar la resistencia del concreto.

La incorporación de un 30% de escombros de elementos estructurales y un 25% de vidrio reciclado produce una mejora notable en la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados estadísticos fueron significativos (t=-12,378; p=0,001<0,05), con una resistencia promedio de 235,65 kg/cm² en las muestras con estas adiciones, frente a los 225,09 kg/cm² de las muestras estándar. Este aumento destaca el efecto positivo de estas proporciones de materiales reciclados en las propiedades de compresión del concreto.

La incorporación de un 50% de escombros de elementos estructurales y un 50% de vidrio reciclado no tuvo un impacto significativo en la resistencia a la compresión del concreto. Los resultados estadísticos mostraron un valor no significativo (t=-0,626; p=0,565>0,05), con una resistencia promedio de 224,46 kg/cm² en las muestras con estas adiciones, frente a los 225,09 kg/cm² de las muestras estándar. Este hallazgo sugiere una leve disminución en la resistencia a la compresión en comparación con las muestras sin aditivos.

RECOMENDACIONES

- Llevar a cabo más estudios sobre el uso de agregados reciclados en concreto, explorando mayores porcentajes de reemplazo de agregado grueso, evaluando su granulometría, analizando el comportamiento a largo plazo del concreto con estos materiales y su impacto ambiental. Estos estudios ayudarán a mejorar la sostenibilidad y eficiencia en la construcción.

- Actualizar las normativas de construcción para permitir el uso de concreto con agregados reciclados, estableciendo estándares de calidad adecuados. Además, se propone impulsar la investigación y desarrollo de tecnologías para la producción y uso de estos agregados, junto con la implementación de programas de reciclaje de materiales de construcción para asegurar un suministro sostenible de materias primas.

- Fomentar la utilización de materiales reciclados y la reutilización de recursos en la industria de la construcción como una medida sostenible y ética. Esto ayudará a disminuir la generación de desechos constructivos y a mitigar el impacto negativo en el medio ambiente causado por la actividad constructiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abanto Castillo, F. (2018). *Tecnología del Concreto*. San Marcos. http://hebmerma.com/wp-content/uploads/2020/11/TECNOLOGIA-DEL-CONCRETO-Ing.-Flavio-Abanto-Castillo-1.pdf

Alanya Chamorro, J. L. (2020). "*Elaboración de Concreto f'c = 175 kg/cm2 Utilizando Concreto Reciclado de Vías Peatonales como Agregado Grueso, Huánuco 2019*" [Tesis de Pregrado]. In *Repositorio Universidad de Huánuco*. Huánuco, Huánuco, Huánuco, Perú. http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2447

Aranda Marrujo, A. E. (2019). *"Efecto de la sustitución del 10% del cemento por vidrio molido al 10% en la resistencia de un ladrillo de concreto 175 kg/cm2"* [Tesis de Pregrado]. Repositorio.udh. http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2111

Arbelaez, O. F., Agudo, J. J., Acevedo, M., y Valencia, S. Factores de emisión de concretos modificados con residuos de vidrio en reemplazo de los agregados finos. *INGENIARE*, *30*(2), 20-30. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052022000200368&script=sci_arttext&tlng=pt

Argelo, M. M. (2008). *"La química en la restauración: Los materiales del arte pictórico"*. https://books.google.com.pe/books?id=D7mMueTIk38C&pg=PA95&dq=propiedades+aglutinantes&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiu4PrZvLL9AhWsIbkGHYVkCIIQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=propiedades%20aglutinantes&f=true

Bedoya, C., y Dzul, L. (2015, agosto). *El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana*. *Ingeniería de Construcción*, *30*(2). http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002

Carrasco, S. (2015). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. San Marcos.

Córdova, C. E. (2018, marzo 21). *Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo* [Tesis de Pregrado]. Repositorio de Tesis USAT. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1197/1/TL_CordovaSanchezCarlosErnesto.pdf.pdf

Cousillas, M. (1997). *Residuos Sólidos Urbanos Manual de Gestión Integral*. Cempre Uruguay. https://www.cempre.org.uy/docs/manual_girsu/parte_3.5_escombros.pdf

Galloza, E., y Palacios del Águila, A. K. (2021). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando reciclaje de vidrio molido y virutas de acero, Lima 2021* [Tesis de Pregrado]. Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/97843/Galloza_RE-Palacios_DAAK-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gaspari, E. *Elaboración del Plan de Sostenibilidad para el Proyecto.* https://www.marfund.org/wp-content/uploads/2016/05/011_Doc-PPT-011-Sostenibilidad.pdf

González Sandoval, F. (2000). *Manual de Supervisión de Obras de Concreto - 2b*. Limusa. https://books.google.com.pe/books?id=d_ufCPVAYtIC&pg=PA44&dq=aire+atrapado+en+el+concreto&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjC5onstrH9AhW0FbkGHa8TBOgQ6AF6BAgGEAI#v=onepage&q=aire%20atrapado%20en%20el%20concreto&f=true

Hernández, E., y Rojas, J. P. (2021). *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino* [Tesis de Grado]. Universidad Católica de Colombia. https://hdl.handle.net/10983/27150

Hernández, R. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.

Huapaya, D. A., y Valdivia, J. I. (2019, Julio). *Uso del residuo de vidrio pulverizado como adición en la elaboración de concreto ecológico* [Tesis de Pregrado]. Repositorio Académico UPC. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626061/Huapaya%20_td.pdf?sequence=3

Hull, D. (1987). *Materiales compuestos*. Editorial Reverte. https://books.google.com.pe/books?id=cxo3EAAAQBAJ&pg=PA22&dq=fibras+de+vidrio&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjU9qPK6rD9AhWGHLkGHZtVCjQQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=fibras%20de%20vidrio&f=true

León, J. P. (2017, agosto 26). *En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos*. El Comercio Perú.

https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/

Maldonado, Y. (2021, octubre 27). ▷ *Arena de Sílice | Propiedades, Características y Usos*. https://geologiaweb.com/materiales/arena-de-silice

Ministerio del Ambiente Perú. (2016, junio 22). *Manejo de residuos de construcción y demolición*. Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos. https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160622094218.pdf

Ministerio de Obras Públicas. (2002, junio 11). *BOE 139 de 11/06/2002 Sec 3 Pag 20938 a. 20991*. Carreteros. http://www.carreteros.org/normativa/pg3/ordenes/ministeriales/fom1382_2002/301.pdf

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2019). *Glosario*. Ministerio de transporte. https://www.mintransporte.gov.co/glosario/v/genPag=2

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Norma E.060 Concreto Armado*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf

Miravete de Marco, A., Ullod, J., Antequera, P., y Jiménez, L. (2021). *Procesos de transformación de la fibra de vidrio (1): Contacto a mano. Proyección simultánea*. Reverte. https://books.google.com.pe/books?id=KD5VEAAAQBAJ&pg=PA56&dq=microesferas+de+vidrio&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjpuOan7b

D9AhXVHbkGHZoaC5cQ6AF6BAgJEAI#v=onepage&q=microesferas%20de%20vidrio&f=true

Montoya, J. O. (2017). *Elementos de concreto reforzado I*. Ediciones Unibagué. https://books.google.com.pe/books?id=1d70DwAAQBAJ&pg=SA1-PA13&dq=asentamiento+del+concreto&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjqo-6hpbH9AhWsBLkGHX6UCw4Q6AF6BAgIEAI#v=onepage&q=asentamiento%20del%20concreto&f=true

NTP 400.037. (2014). *Agregados específicos normalizados para agregados en concreto*. Indecopi. https://es.slideshare.net/hersacs/ntp-400-037-2014especificacionesagregados

Ochoa Tapia, L. M. (2018). *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos* [Tesis de Pregrado]. Universidad Señor de Sipán https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4571/Ochoa%20Tapia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Olguín de la Mora, D. F. (2016). *Proceso de Producción de Agregados Pétreos y su Control de Calidad*. http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/11125/1/Proceso%20de%20Producci%C3%B3n%20de%20Agregados%20P%C3%A9treos%20y%20su%20Control%20de%20Calidad.pdf

Pacheco, K. (2022). *Adición de concreto reciclado y vidrio molido para las propiedades del concreto F'c =210 kg/cm^2 en elementos estructurales en edificaciones, Huanta - Ayacucho 2022* [Tesis de Pregrado]. Universidad *César Vallejo*. Repositorio UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/100721

Paredes, A. (2019). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto F'c=210 kg/cm^2 con adición de vidrio reciclado molido* [Tesis de Pregrado]. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. http://hdl.handle.net/11458/3339

Reyes, J. S., y Rodríguez, Y. A. (2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3% ,4% y 5% respecto al peso de la mezcla*. Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. http://hdl.handle.net/20.500.11912/1360

Rodríguez, G. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto f'c=175 kg/cm2 con tres porcentajes de reemplazo de agregados con concreto reciclado* [Tesis de Pregrado]. Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/13841

Salgado Burgos, R. A. (2016, noviembre 3). *Maestría en Ingeniería Civil Propiedades mecánicas de morteros elaborados con arena de concreto reciclado, arena de sílice*. Repositorio Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/469/Salgado%20Burgos%2c%20Ricardo%20Alexander%20-%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana. https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=frontcover&dq=concreto&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (5th ed.). Bhandar Editores. https://books.google.com.pe/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=frontcover&dq=morteros+de+concreto&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=morteros%20de%20concreto&f=true

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Instituto Nacional de Ecología. (1990). *"Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero"*. https://books.google.com.pe/books?id=VyWfWhoHkBwC&pg=PA87&dq=EMISIONES+DE+CARBONO+EN+EL+CEMENTO&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjF1_m_qLH9AhVbK7kGHYhbDK0Q6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=EMISIONES%20DE%20CARBONO%20EN%20EL%20CEMENTO&f=true

Valderrama, S. R. (2013). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial San Marcos.

Valencia, J. P., Gonzaléz, A. M., y Arbeláez, O. F. (2019, julio). *Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas*. *Lámpsakos*, (22), 16 - 26.

https://www.redalyc.org/journal/6139/613964509003/613964509003.pdf

Vidaud, E. d. J., y Vidaud, I. N. (2016, enero). Ultrasonido: Aplicación para la determinación del módulo de elasticidad dinámico. *Construcción y tecnología del concreto*, 31 - 35. https://www.imcyc.com/revistacyt/pdf/enero2016/tecnologia.pdf

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Reyes Aguilar, C. (2025). *Resistencia a compresión del concreto con agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado como reemplazo del agregado grueso - Tingo María - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. http://...

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN Nº 2573-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 31 de octubre de 2023

Visto, el Oficio N° 305-2023-C-PAIC.FLP-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil – Filial Leoncio Prado, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023";** presentado por el (la) Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR.**

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° 1948-2023-D-FI-UDH, de fecha 04 de setiembre de 2023, perteneciente al Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR** se le designó como ASESOR(A) de Tesis a la Mg. Llerme Navarro Vasquez, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil – Filial Leoncio Prado, de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 305-2023-C-PAIC.FLP-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: **"RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023",** presentado por el (la) Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza (Presidente), Mg. Bladimir Jhon Abal Garcia (Secretario) y Mg. Jose Antonio Cardenas Vega (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 COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023",** presentado por el (la) Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil – Filial Leoncio Prado, 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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
SECRETARIA DOCENTE
HUÁNUCO - PERÚ
Ing. Ethel Jhovani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANO
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

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 Nº 1948-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 04 de setiembre de 2023

Visto, el Oficio N° 255-2023-C-PAIC.FLP-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil – Filial Leoncio Prado y el Expediente N° 436465-0000007997, de la Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR,** quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (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° 436465-0000007997, presentado por el (la) Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone a la Mg. Llerme Navarro Vasquez, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 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. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. **Cristina Adelaida REYES AGUILAR**, a la Mg. Llerme Navarro Vasquez, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil – Filial Leoncio Prado, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- 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
SECRETARIA DOCENTE
HUÁNUCO - PERÚ
Ing. Ethel Jhovani Manzano Lozano
SECRETARIO DOCENTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANO
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Rios
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – PAIC-FLP – Asesor – Mat. y Reg.Acad. – Interesado – Archivo.
BLCR/EJML/mlo.

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBRO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
Problema General **PE1:** ¿Qué efectos produce los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023? **Problema Específicos** PE1: ¿Cuáles serían los efectos de un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto? PE2: ¿Cuáles serían los efectos de un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto? PE3: ¿Cuáles serían los efectos de un 50% de agregados de escombros de elementos	**Objetivo General** **OG:** Determinar los efectos de los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023. **Objetivo Específicos** OE1: Determinar los efectos de un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto. OE2: Determinar los efectos de un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del	**Hipótesis General** **HG:** Los agregados de escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado producen efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto, Tingo María - Huánuco - 2023. **Hipótesis Específicas** HE1: Un 10% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 5% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto. HE2: Un 30% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 25% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos	**Enfoque:** Enfoque cuantitativo. **Alcance o nivel:** Alcance explicativo. **Diseño:** Será de diseño experimental. **Técnica de investigación:** Observación **Instrumentos:** Fichas de campo y ficha de ensayo de resistencia a la compresión certificada por el laboratorio. **Población:** La población está conformada por 60 especímenes de concreto en estas se considera concreto patrón y variables de acuerdo a los porcentajes de 10% de escombros estructurales y 5% de vidrio reciclado, 30% de escombros estructurales y 25% de vidrio reciclado y 50% de

estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto?	peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto. OE3: Determinar los efectos de un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino en la resistencia a la compresión del concreto.	significativos en la resistencia a la compresión del concreto. HE3: Un 50% de agregados de escombros de elementos estructurales respecto al peso seco del agregado grueso y 50% de vidrio reciclado respecto del peso seco del agregado fino produce efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto. **Variable de estudio** Variable independiente = Escombros de elementos estructurales y vidrio reciclado. Variable dependiente = Resistencia a compresión del concreto	escombros estructurales y 50% de vidrio reciclado. **Muestra:** La muestra seleccionada será no probabilística, se contará con 60 especímenes de concreto en las que se consideran a los bloques de concreto patrón y variables de acuerdo a los porcentajes de 10% de escombros estructurales y 5% de vidrio reciclado, 30% de escombros estructurales y 25% de vidrio reciclado y 50% de escombros estructurales y 50% de vidrio reciclado.

ANEXO 4

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

SUCONCSAC SUELOS Y CONCRETOS S.A.C.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES
CONTROL DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES Y ESTUDIO GEOTECNICOS
RUC° 20603836155 - TINGO MARÍA-HUÁNUCO - 962061050

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

INFORME

DISEÑO DE MEZCLA F´c = 210 Kg/Cm²

DEL: Laboratorio de Ensayos de Materiales SUCONCSAC
A: CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
TESIS: "RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023"
ASUNTO: Ensayo de Diseño de Mezcla
FECHA: 06 de marzo del 2024

1.0. - MATERIALES

1.1.- Cemento:

Se utilizó cemento ANDINO PREMIUM Tipo I.

1.2. - Agregado Fino:

Consistente en arena zarandeado pasante la malla de 1/2", Agregados procedente de la cantera Naranjillo río Huallaga.

GRANULOMETRÍA:
Ver hoja de análisis granulométrico adjunto.

Módulo de Fineza	3.513

PESO ESPECÍFICO

p. e. de masa	2.57
p. e. de masa sat. Sup. seco	2.61
p. e. aparente	2.69

PESO UNITARIO

p. u. Suelto seco	1646 Kg/m3
p. u. Compactado seco	1902 Kg/m3

HUMEDADES

Contenido de Humedad	3.81 %
Porcentaje de Absorción	1.68 %

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

1.3.- Agregado Grueso:

Consistente en piedra chancada de 1 1/2", agregado procedente de la planta chancadora Mapresa - Naranjillo.

GRANULOMETRIA.
Ver hoja de análisis granulométrico adjunto

Módulo de Fineza.....	7.547

PESO ESPECÍFICO

p. e. de masa.....	2.60
p. e. de masa sat. Sup. Seco.....	2.63
p. e. Aparente.....	2.67

PESO UNITARIO

p. u. Suelto Seco.....	1528 Kg./m^3
p. u. Compactado Seco.....	1722 Kg./m^3

HUMEDADES

Contenido de Humedad.....	1.08 %
Porcentaje de Absorción.....	0.99 %

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

2.0 .- DISEÑO DE MEZCLA (F´c = 210 Kg / Cm²) Vidrio Molido 0% y Escombros 0%

2.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Denominación	F´c = 210 Kg./Cm²
Cemento	Andino Premium Tipo I
Relación a/c de Diseño	0.54
Proporciones de Diseño en Peso	1.0 : 2.38 : 2.57
Proporciones de Obra en Peso	1.0 : 2.47 : 2.59
Factor Cemento	**8.50 bolsas / m³**
Asentamiento	**3" – 4"**

Mezcla de Consistencia plástica.

2.2 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR m3 DE CONCRETO EN OBRA.

Cemento	361.00 Kg./m³
Agregado Fino	891.00 Kg./m³
Vidrio Molido	0.00 Kg/m³
Agregado Grueso	936.00 Kg./m³
Escombros	0.00 Kg/m³
Agua	178.00 Lt./m³

2.3 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.

Cemento	42.50 Kg./bolsa
Agregado Fino	104.90 Kg./bolsa
Vidrio Molido	0.00 Kg/bolsa
Agregado Grueso	110.20 Kg./bolsa
Escombros	0.00 Kg/bolsa
Agua	20.90 Lt./bolsa

2.4 .- PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN.

Cemento : Arena+Vidrio : Agregado grueso+Escombros	1.0 : 2.20 : 2.50
Agua	20.90 Lt./bolsa
Rendimiento de una tanda de un saco de cemento ...	0.118 m3

2.5 .- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento: **1** bolsa = 42.50 Kg.
Agregado Fino + Vidrio: **2** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 34.1**
Agregado Grueso + Escombro: **3** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 26.4**
Todas las medidas en centimetros.
Las medidas son interiores.

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing. Responsable

3.0 .- DISEÑO DE MEZCLA (F´c = 210 Kg / Cm²) Vidrio Molido 5% y Escombros 10%

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Denominación	F´c = 210 Kg./Cm²
Cemento	Andino Premium Tipo I
Relación a/c de Diseño	0.54
Proporciones de Diseño en Peso	1.0 : 2.38 : 2.57
Proporciones de Obra en Peso	1.0 : 2.47 : 2.59
Factor Cemento	**8.50 bolsas / m³**
Asentamiento	**3" – 4"**

Mezcla de Consistencia plástica.

3.2 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR m3 DE CONCRETO EN OBRA.

Cemento	361.00 Kg./m³
Agregado Fino	846.00 Kg./m³
Vidrio Molido	45.00 Kg/m³
Agregado Grueso	842.00 Kg./m³
Escombros	94.00 Kg/m³
Agua	178.00 Lt./m³

3.3 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.

Cemento	42.50 Kg./bolsa
Agregado Fino	99.65 Kg./bolsa
Vidrio Molido	5.25 Kg/bolsa
Agregado Grueso	99.20 Kg./bolsa
Escombros	11.00 Kg/bolsa
Agua	20.90 Lt./bolsa

3.4 .- PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN.

Cemento : Arena+Vidrio : Agregado grueso+Escombros	1.0 : 2.20 : 2.50
Agua	20.90 Lt./bolsa

Rendimiento de una tanda de un saco de cemento ... 0.118 m3

3.5 .- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento: **1** bolsa = 42.50 Kg.
Agregado Fino + Vidrio: **2** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 34.1**
Agregado Grueso + Escombro: **3** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 26.4**
Todas las medidas en centímetros.
Las medidas son interiores.

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing. Responsable

4.0 .- DISEÑO DE MEZCLA (F´c = 210 Kg / Cm²) Vidrio Molido 25% y Escombros 30%

4.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Denominación	F´c = 210 Kg./Cm²
Cemento	Andino Premium Tipo I
Relación a/c de Diseño	0.54
Proporciones de Diseño en Peso	1.0 : 2.38 : 2.57
Proporciones de Obra en Peso	1.0 : 2.47 : 2.59
Factor Cemento	**8.50 bolsas / m³**
Asentamiento	**3" – 4"**

Mezcla de Consistencia plástica.

4.2 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR m3 DE CONCRETO EN OBRA.

Cemento	361.00 Kg./m³
Agregado Fino	668.00 Kg./m³
Vidrio Molido	223.00 Kg/m³
Agregado Grueso	655.00 Kg./m³
Escombros	281.00 Kg/m³
Agua	178.00 Lt./m³

4.3 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.

Cemento	42.50 Kg./bolsa
Agregado Fino	78.67 Kg./bolsa
Vidrio Molido	26.23 Kg/bolsa
Agregado Grueso	77.14 Kg./bolsa
Escombros	33.06 Kg/bolsa
Agua	20.90 Lt./bolsa

4.4 .- PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN.

Cemento : Arena+Vidrio : Agregado grueso+Escombros	1.0 : 2.20 : 2.50
Agua	20.90 Lt./bolsa
Rendimiento de una tanda de un saco de cemento ...	0.118 m3

4.5 .- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento: **1** bolsa = 42.50 Kg.
Agregado Fino + Vidrio: **2** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 34.1**
Agregado Grueso + Escombro: **3** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 26.4**
Todas las medidas en centímetros.
Las medidas son interiores.

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing. Responsable

5.0 .- DISEÑO DE MEZCLA (F´c = 210 Kg / Cm²) Vidrio Molido 50% y Escombros 50%

5.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

Denominación	F´c = 210 Kg./Cm²
Cemento	Andino Premium Tipo I
Relación a/c de Diseño	0.54
Proporciones de Diseño en Peso	1.0 : 2.38 : 2.57
Proporciones de Obra en Peso	1.0 : 2.47 : 2.59
Factor Cemento	**8.50 bolsas / m³**
Asentamiento	**3" – 4"**

Mezcla de Consistencia plástica.

5.2 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR m3 DE CONCRETO EN OBRA.

Cemento	361.00 Kg./m³
Agregado Fino	446.00 Kg./m³
Vidrio Molido	446.00 Kg/m³
Agregado Grueso	468.00 Kg./m³
Escombros	468.00 Kg/m³
Agua	178.00 Lt./m³

5.3 .- CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO DE OBRA.

Cemento	42.50 Kg./bolsa
Agregado Fino	52.45 Kg./bolsa
Vidrio Molido	52.45 Kg/bolsa
Agregado Grueso	55.10 Kg./bolsa
Escombros	55.10 Kg/bolsa
Agua	20.90 Lt./bolsa

5.4 .- PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN.

Cemento : Arena+Vidrio : Agregado grueso+Escombros	1.0 : 2.20 : 2.50
Agua	20.90 Lt./bolsa

Rendimiento de una tanda de un saco de cemento ... 0.118 m3

5.5 .- DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento: **1** bolsa = 42.50 Kg.
Agregado Fino + Vidrio: **2** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 34.1**
Agregado Grueso + Escombro: **3** x Cajones con las dimensiones **30.0 x 30.0 x 26.4**
Todas las medidas en centímetros.
Las medidas son interiores.

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rojas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ing. Responsable

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS: NTP 400.012, MTC E-107, AASTHO T88, ASTM D-422

TESIS: *RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023*

MUESTRA: **AF-01**
AGREGADO FINO
OPERADOR: Amulfo Rosas G.
FECHA: 06-Mar-2024

SOLICITANTE: *CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR*

Tamices Ø	Tamices (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones Min.	Especificaciones Max.
3"	76.20			0.00%	100.00%		
2"	50.80			0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.10			0.00%	100.00%		
1"	25.40			0.00%	100.00%		
3/4"	19.05			0.00%	100.00%		
1/2"	12.70			0.00%	100.00%		
3/8"	9.525	74.20	3.48%	3.48%	96.52%	100% -	- 100%
Nº 4	4.760	312.10	14.64%	18.12%	81.88%	95% -	- 100%
Nº 8	2.380	424.30	19.90%	38.02%	61.98%	80% -	- 100%
Nº 16	1.190	354.10	16.61%	54.63%	45.37%	50% -	- 85%
Nº 30	0.590	284.20	13.33%	67.97%	32.03%	25% -	- 60%
Nº 50	0.297	257.40	12.07%	80.04%	19.96%	10% -	- 30%
Nº 100	0.149	191.20	8.97%	89.01%	10.99%	2% -	- 10%
Nº 200	0.074	127.10	5.96%	94.97%	5.03%	0% -	- 3%
Fondo		107.20	5.03%	100.00%	0.00%		
TOTAL		2131.80	100.00%				

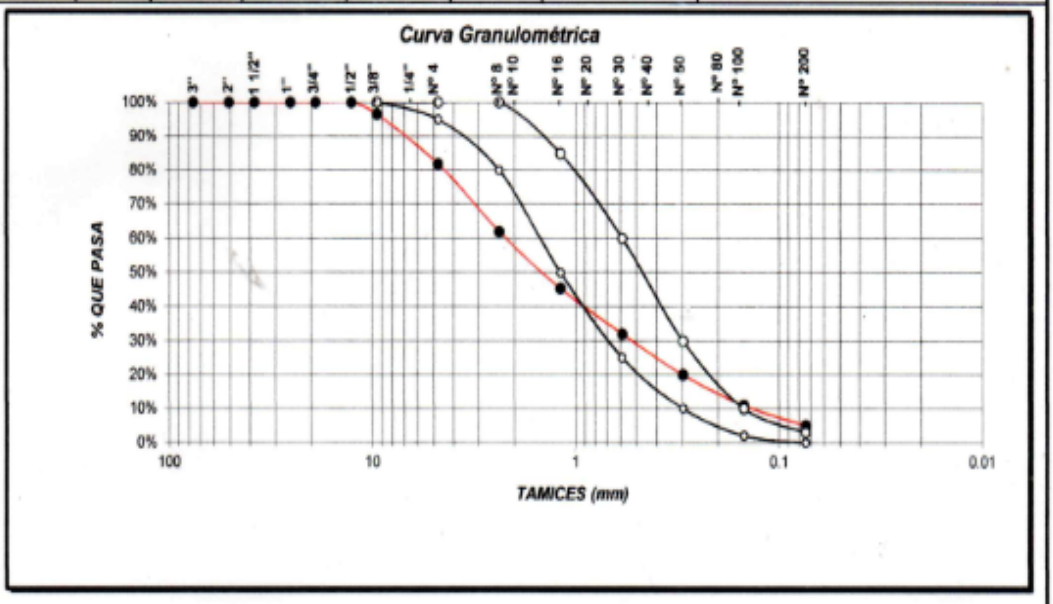
Tamaño Máximo: 3/8"

Descripción Muestras:
ARENA

SUCS = SP **AASHTO =** A-1b

LP = NP
IP = NP **M.F. =** 3.513
IG = 0
HUM. NATURAL = 3.81 %

ARENA GRUESA



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Amulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ingº Responsable Laboratorio

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
MTC E-108, ASTM D-2216

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023	MUESTRA:	AF-01 AGREGADO FINO
SOLICITANTE:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR	OPERADOR:	Arnulfo Rosas G.
		FECHA:	06-Mar-2024

PERFORACIÓN			
MUESTRA N°	AF-01	AF-01	AF-01
CÁPSULA N°	P-1	P-2	P-3
PESO RECIPIENTE	288.00	136.01	199.25
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	1653.20	1498.60	1335.70
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	1603.20	1447.40	1294.80
PESO DEL AGUA	50.00	51.20	40.90
PESO MATERIAL SECO	1315.20	1311.39	1095.55
PORCENTAJE DE HUMEDAD	3.80	3.90	3.73
HUMEDAD PROMEDIO		**3.81**	

OBSERVACIONES:
ARENA GRUESA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ingº Responsable Laboratorio

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

NORMAS: MTC E-203, ASTM C-29

TESIS:	*RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023*	MUESTRA:	**AF-01**
			AGREGADO FINO
		OPERADOR:	Arnulfo Rosas G.
SOLICITANTE:	*CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR*	FECHA:	*06-Mar-2024*

PESO UNITARIO SUELTO (Kg / m3)

ENSAYO N°		01	02	
NUMERO DE MOLDE		I	I	
PESO SUELO SECO + MOLDE	(Kg)	9205.00	9216.00	
PESO DEL MOLDE	(Kg)	0.00	0.00	
PESO SUELO SECO	(Kg)	9205.00	9216.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	(m3)	5597.00	5597.00	
PESO UNITARIO SUELTO	(Kg / m3)	1645	1647	
PESO UNITARIO PROMEDIO	(Kg / m3)	**1646**		

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg / m3)

NUMERO DE MOLDE		I	I	
PESO SUELO SECO + MOLDE	(Kg)	10639.00	10657.00	
PESO DEL MOLDE	(Kg)	0.00	0.00	
PESO SUELO SECO	(Kg)	10639.00	10657.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	(m3)	5597.00	5597.00	
PESO UNITARIO COMPACTADO	(Kg / m3)	1900.8	1904.1	
PESO UNITARIO PROMEDIO	(Kg / m3)	**1902**		

OBSERVACIONES:

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ingº Responsable

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS: NTP 400.012, MTC E-107, AASTHO T88, ASTM D-422

TESIS: *RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023*

MUESTRA: **AG-01**
AGREGADO GRUESO

SOLICITANTE: *CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR*

OPERADOR: Arnulfo Rosas G.
FECHA: 06-Mar-2024

Tamices		Peso	% Retenido	% Retenido	% Que	Especificaciones	
Ø	(mm)	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	Min.	Max.
3"	76.20			0.00%	100.00%		
2"	50.80			0.00%	100.00%	100% -	- 100%
1 1/2"	38.10			0.00%	100.00%	95% -	- 100%
1"	25.40	1447.00	30.95%	30.95%	69.05%		
3/4"	19.05	1880.00	40.21%	71.17%	28.83%	35% -	- 70%
1/2"	12.70	963.10	20.60%	91.77%	8.23%		
3/8"	9.525	264.20	5.65%	97.42%	2.58%	10% -	- 30%
N° 4	4.760	9.10	0.19%	97.61%	2.39%	0% -	- 5%
N° 8	2.380	4.00	0.09%	97.70%	2.30%		
N° 16	1.190	0.00	0.00%	97.70%	2.30%		
N° 30	0.590	0.00	0.00%	97.70%	2.30%		
N° 50	0.297	0.00	0.00%	97.70%	2.30%		
N° 100	0.149	0.00	0.00%	97.70%	2.30%		
N° 200	0.074	54.20	1.16%	98.86%	1.14%		
Fondo		53.40	1.14%	100.00%	0.00%		
TOTAL		4675.00	100.00%				

Tamaño Máximo: 1 1/2"

Descripción Muestras:

GRAVA

SUCS = GP **AASHTO =** A-1a

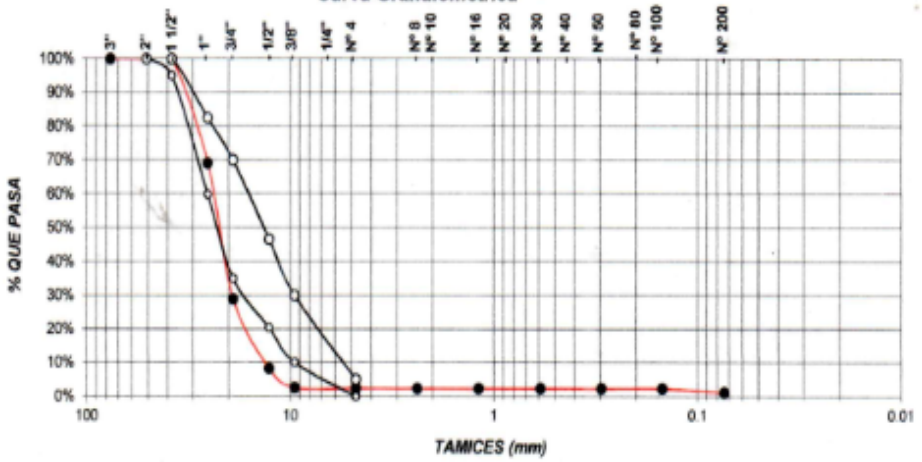
M.F. = 7.547

IG = 0

HUM. NATURAL = 0.98 %

PIEDRA CHANCADA

Curva Granulométrica



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ingº Responsable Laboratorio

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
MTC E-108, ASTM D-2216

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023	MUESTRA:	AG-01 AGREGADO GRUESO
SOLICITANTE:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR	OPERADOR:	Arnulfo Rosas G.
		FECHA:	06-Mar-2024

PERFORACIÓN			
MUESTRA N°	AG-01	AG-01	AG-01
CÁPSULA N°	CA1	CA2	CA3
PESO RECIPIENTE	245.04	245.82	244.81
PESO RECIPIENTE + MATERIAL HUM.	4365.00	4285.00	4532.00
PESO RECIPIENTE + MATERIAL SECO	4325.60	4244.00	4492.00
PESO DEL AGUA	39.40	41.00	40.00
PESO MATERIAL SECO	4080.56	3998.18	4247.19
PORCENTAJE DE HUMEDAD	0.97	1.03	0.94
HUMEDAD PROMEDIO		**0.98**	

OBSERVACIONES:
PIEDRA CHANCADA

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ingº Responsable Laboratorio

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

MTC E-203, ASTM C-29

TESIS:	*RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023*	MUESTRA:	**AG-01**
		AGREGADO GRUESO	
		PIEDRA CHANCADA 1 1/2"	
		OPERADOR:	Arnulfo Rosas G.
SOLICITANTE:	*CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR*	FECHA:	*06-Mar-2024*

PESO UNITARIO SUELTO (Kg / m3)

ENSAYO Nº		01	02	
NUMERO DE MOLDE		I	I	
PESO SUELO SECO + MOLDE	(Kg)	8426.00	8432.00	
PESO DEL MOLDE	(Kg)	0.00	0.00	
PESO SUELO SECO	(Kg)	8426.00	8432.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	(m3)	5516.35	5516.35	
PESO UNITARIO SUELTO	(Kg / m3)	1527	1529	
PESO UNITARIO PROMEDIO	(Kg / m3)	**1528**		

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg / m3)

NUMERO DE MOLDE		I	I	
PESO SUELO SECO + MOLDE	(Kg)	9506.00	9496.00	
PESO DEL MOLDE	(Kg)	0.00	0.00	
PESO SUELO SECO	(Kg)	9506.00	9496.00	
VOLUMEN DEL MOLDE	(m3)	5516.35	5516.35	
PESO UNITARIO COMPACTADO	(Kg / m3)	1723.2	1721.4	
PESO UNITARIO PROMEDIO	(Kg / m3)	**1722**		

OBSERVACIONES:

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA
Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C
Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173
Ingº Responsable

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

TESIS: *RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023*

SOLICITANTE: *CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR*

MUESTRA: **AG-01 PIEDRA CHANCADA**

AF-01 AGREGADO FINO

OPERADOR: Arnulfo Rosas G.

FECHA: *06-Mar-2024*

AGREGADO GRUESO (CANTO RODADO)
NORMAS: MTC E-206, AASHTO T185, ASTM C-127

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en el aire)	1653.20	1633.80
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en el agua)	1023.30	1012.00
C	Vol. De Masas Vol. De Vacios	629.90	621.80
D	Peso Material Seco en Estufa (105° C)	1636.80	1615.20
E	Vol. De Masa	613.50	603.20
	Peso Especifico Aparente	**2.60**	**2.60**
	Peso Especifico Aparente (Sat. Sup. Seca)	**2.62**	**2.63**
	Peso Especifico Nominal	**2.67**	**2.68**
	% de Absorción	1.00	1.15

AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)
NORMAS: MTC E-205, AASHTO T184, ASTM C-128

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (en el aire)	316.50	306.20
B	Peso Frasco + Agua	648.60	648.60
C	Peso Frasco + Agua + A	965.10	954.80
D	Peso del Material + Agua en el Frasco	845.10	836.50
E	Vol. de Masa + Vol. De Vacio	120.00	118.30
F	Peso del Material Seco en Estufa (105° C)	311.20	301.20
G	Vol. De Masa	114.70	113.30
	Peso Especifico Aparente	**2.59**	**2.55**
	Peso Especifico Aparente (Sat. Sup. Seca)	**2.64**	**2.59**
	Peso Especifico Nominal	**2.71**	**2.66**
	% de Absorción	1.70	1.66

OBSERVACIONES:

AGREGADO GRUESO	
% GRAVA	100.00
P E A	2.60
P E A (SSS)	2.63
P E N	2.67
% ABSORCION	1.08

AGREGADO FINO	
% ARENA	100.00
P E A	2.57
P E A (SSS)	2.61
P E N	2.69
% ABSORCION	1.68

AGREGADO GLOBAL	
% HORMIGON	
P E A	
P E A (SSS)	
P E N	
% ABSORCION	

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

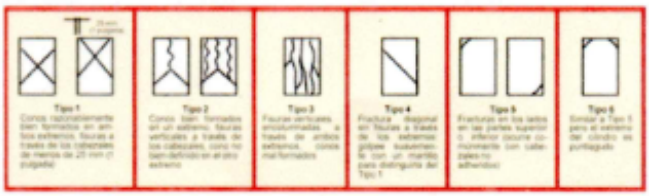
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 0% + Vidrio molido 0%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	15-03-24	210	7	15.1	179.08	32920	184	164	78	4
2	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	32840	183			5
3	08-03-24	15-03-24			15.0	176.71	26770	151			4
4	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	26590	148			4
5	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	27640	154			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

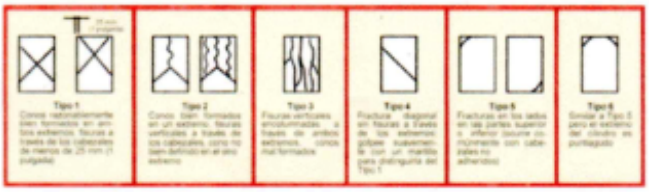
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 0% + Vidrio molido 0%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	22-03-24	210	14	15.0	176.71	29550	167	183	87	4
2	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	32060	179			4
3	08-03-24	22-03-24			15.0	176.71	32540	184			4
4	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	35090	196			5
5	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	34230	191			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

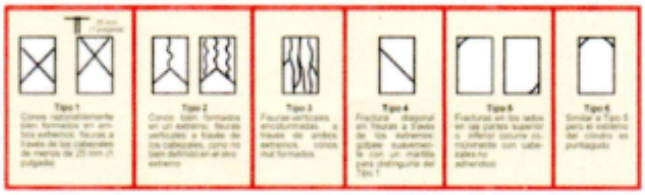
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 0% + Vidrio molido 0%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	05-04-24	210	**28**	15.1	179.08	40550	226	**225**	107	4
2	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	40260	225			4
3	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	40190	227			4
4	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	40310	225			4
5	08-03-24	05-04-24			15.2	181.46	40220	222			5



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

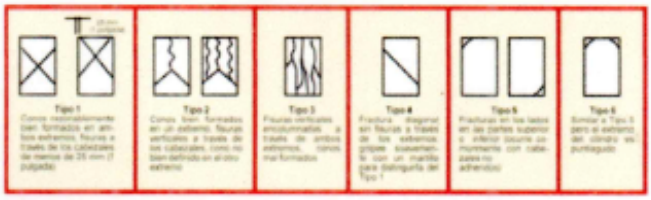
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 0% + Vidrio molido 0%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Resistencia a la compresión	
	Moldeo	Rotura			Promedio Kg/cm2	% f'c
1 AL 5	08-03-24	15-03-24	210	7	164	78
6 AL 10	08-03-24	22-03-24	210	14	183	87
11 AL 15	08-03-24	05-04-24	210	28	225	107



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

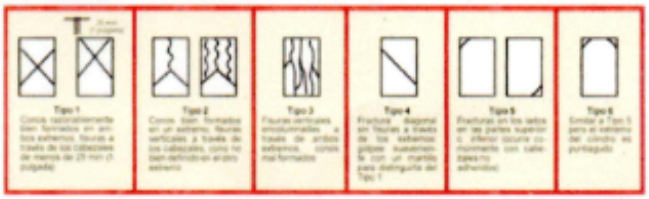
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 10% + Vidrio molido 5%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	15-03-24	210	7	15.1	179.08	33120	185	183	87	4
2	08-03-24	15-03-24			15.0	176.71	33260	188			4
3	08-03-24	15-03-24			15.0	176.71	31600	179			4
4	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	31410	175			4
5	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	33820	189			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

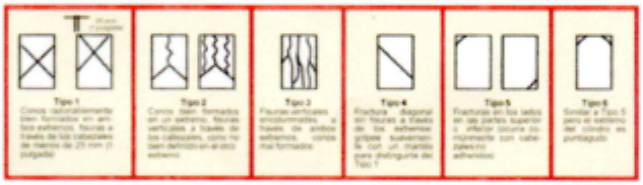
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 10% + Vidrio molido 5%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	22-03-24	210	**14**	15.0	176.71	36830	208	**213**	102	4
2	08-03-24	22-03-24			15.0	176.71	37250	211			4
3	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	37180	208			4
4	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	39360	220			5
5	08-03-24	22-03-24			15.0	176.71	38810	220			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

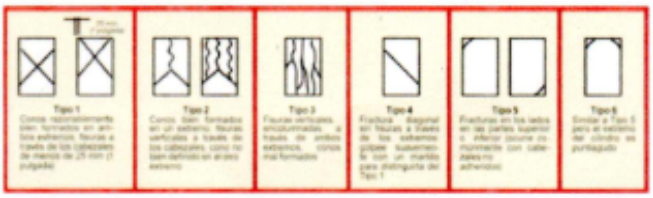
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 10% + Vidrio molido 5%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	05-04-24	210	**28**	15.0	176.71	41170	233	**231**	110	4
2	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	41130	230			5
3	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	41210	230			4
4	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	41190	233			4
5	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	41230	230			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

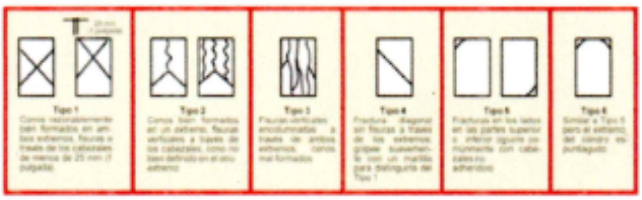
Ingº Responsable

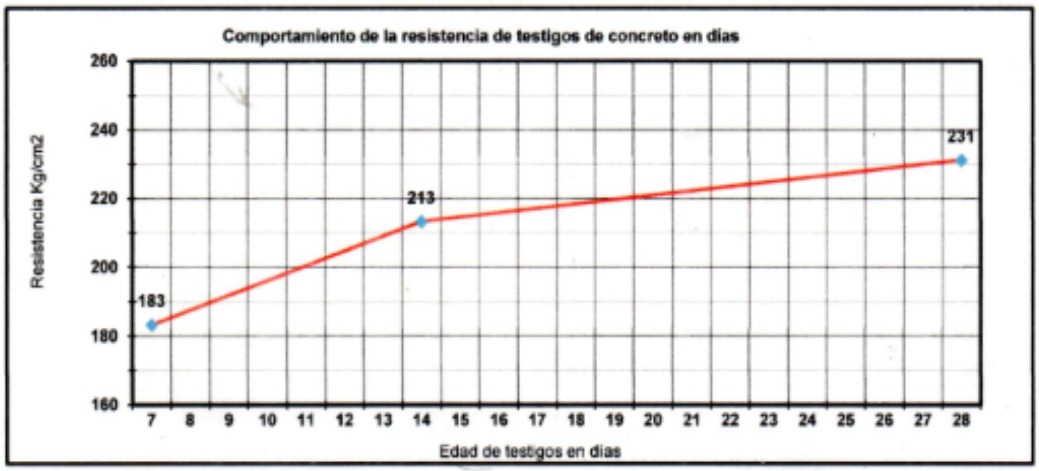
ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 10% + Vidrio molido 5%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Resistencia a la compresión	
	Moldeo	Rotura			Promedio Kg/cm2	% f'c
1 AL 5	08-03-24	15-03-24	210	7	183	87
6 AL 10	08-03-24	22-03-24	210	14	213	102
11 AL 15	08-03-24	05-04-24	210	28	231	110





SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

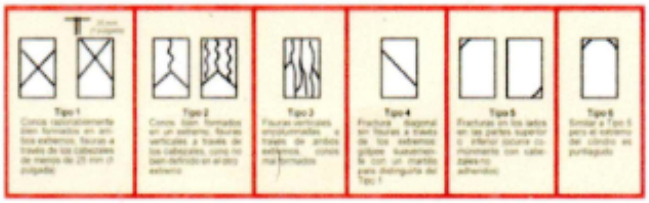
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 30% + Vidrio molido 25%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	15-03-24	210	7	15.1	179.08	37980	212	211	101	4
2	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	37620	210			4
3	08-03-24	15-03-24			15.0	176.71	37400	212			4
4	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	37590	210			4
5	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	38020	212			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

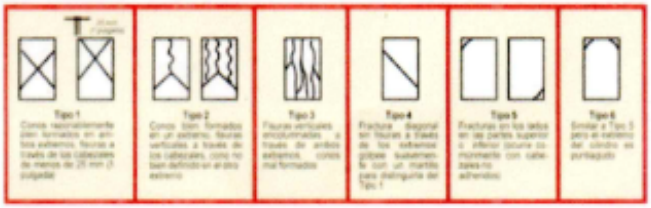
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 30% + Vidrio molido 25%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	22-03-24	210	14	15.0	176.71	38500	218	222	106	4
2	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	38940	217			4
3	08-03-24	22-03-24			15.0	176.71	39640	224			4
4	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	40680	227			5
5	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	40310	225			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS: RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023

SOLICITADO POR: CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR

OPERADOR: Tec. Arnulfo Rosas Gargate

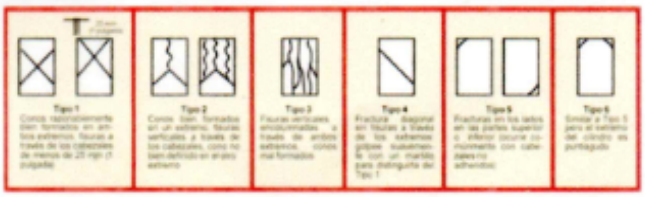
MUESTRAS: PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO

DEL EQUIPO: Prensa marca ORION/ JL-PRC-001

Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023

DISEÑO: Escombros 30% + Vidrio molido 25%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	05-04-24	210	28	15.1	179.08	42420	237	236	112	4
2	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	41630	236			4
3	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	42070	235			4
4	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	41820	237			4
5	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	41390	234			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

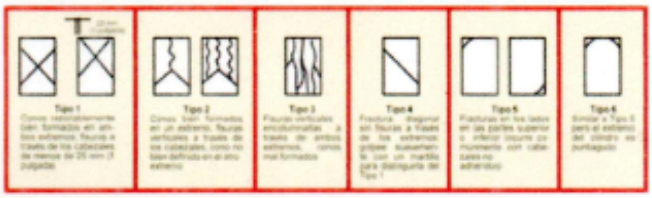
Ingº Responsable

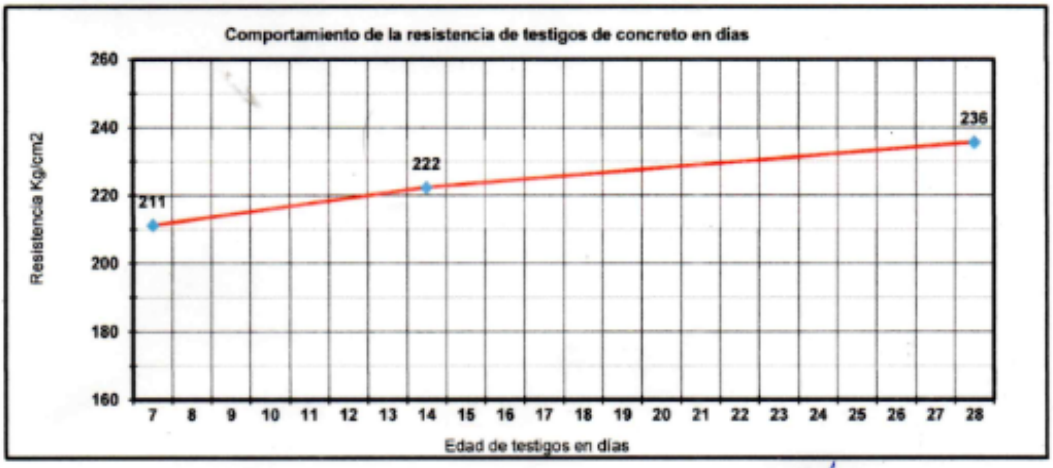
ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 30% + Vidrio molido 25%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Resistencia a la compresión	
	Moldeo	Rotura			Promedio Kg/cm2	% f'c
1 AL 5	08-03-24	15-03-24	210	7	211	101
6 AL 10	08-03-24	22-03-24	210	14	222	106
11 AL 15	08-03-24	05-04-24	210	28	236	112





SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

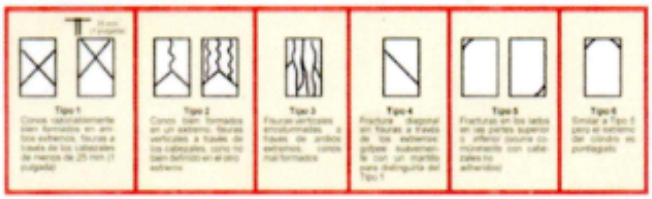
Ing° Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 50% + Vidrio molido 50%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	15-03-24	210	7	15.0	176.71	31340	177	184	87	4
2	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	31840	178			4
3	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	32630	182			4
4	08-03-24	15-03-24			15.0	176.71	33890	192			4
5	08-03-24	15-03-24			15.1	179.08	33950	190			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

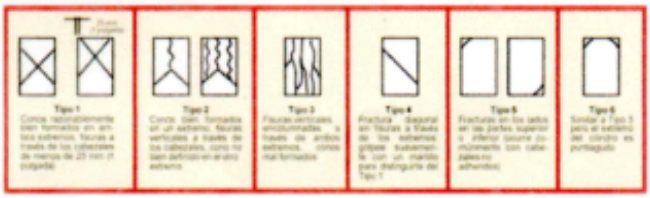
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 50% + Vidrio molido 50%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	22-03-24	210	**14**	15.0	176.71	36790	208	**207**	98	4
2	08-03-24	22-03-24			15.0	176.71	36200	205			4
3	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	36940	206			4
4	08-03-24	22-03-24			15.1	179.08	36710	205			5
5	08-03-24	22-03-24			15.0	176.71	36810	208			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

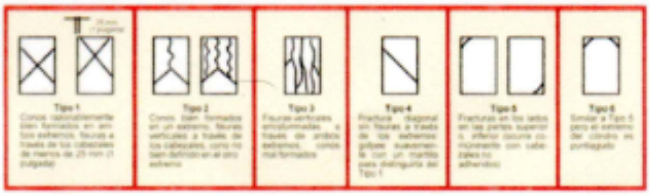
Ingº Responsable

ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 50% + Vidrio molido 50%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (dias)	Diámetro Nominal (cm)	Área Nominal (cm2)	Resistencia a la compresión				Tipo de rotura
	Moldeo	Rotura					Lectura de Prueba (Kg)	Kg/cm2	Promedio Kg/cm2	% f'c	
1	08-03-24	05-04-24	210	**28**	15.1	179.08	40760	228	**224**	107	4
2	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	40260	225			4
3	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	39420	223			4
4	08-03-24	05-04-24			15.0	176.71	39620	224			4
5	08-03-24	05-04-24			15.1	179.08	39860	223			4



SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elías Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

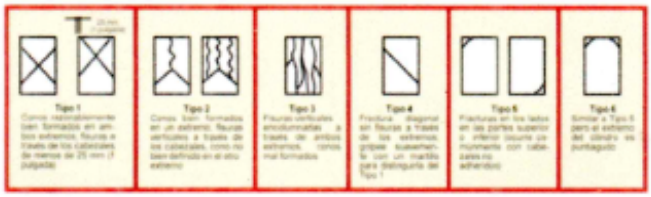
Ingº Responsable

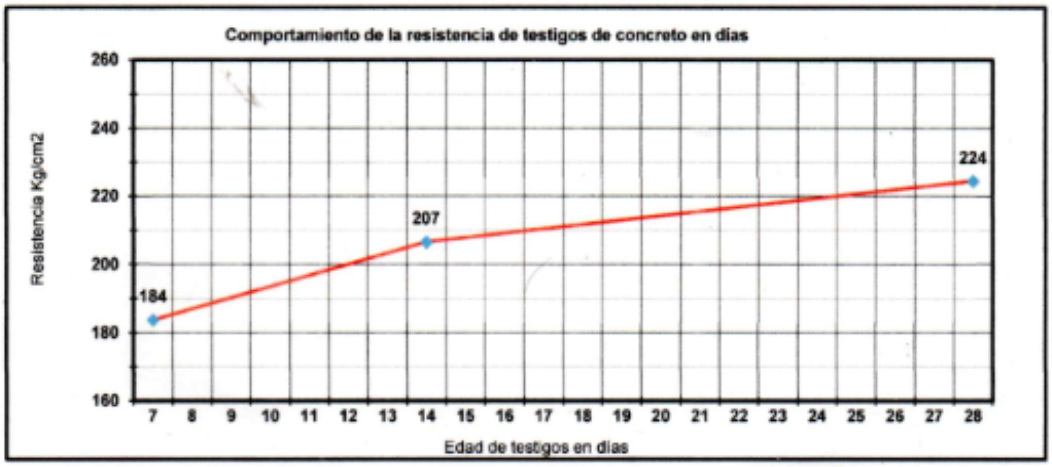
ENSAYO A COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO

ASTM C-39, NTP 339.034

TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON AGREGADOS DE ESCOMBROS DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y VIDRIO RECICLADO COMO REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO - TINGO MARÍA - 2023
SOLICITADO POR:	CRISTINA ADELAIDA REYES AGUILAR
OPERADOR:	Tec. Arnulfo Rosas Gargate
MUESTRAS:	PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO
DEL EQUIPO:	Prensa marca ORION/ JL-PRC-001
	Certificado de Calibración SMF-098-2023 Fecha: 25-10-2023
DISEÑO:	Escombros 50% + Vidrio molido 50%

Probeta N°	Fecha		Resistencia Especificada f'c (Kg/cmc2)	Edad (días)	Resistencia a la compresión	
	Moldeo	Rotura			Promedio Kg/cm2	% f'c
1 AL 5	08-03-24	15-03-24	210	7	184	87
6 AL 10	08-03-24	22-03-24	210	14	207	98
11 AL 15	08-03-24	05-04-24	210	28	224	107





SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Arnulfo A. Rosas Gargate
TEC. LABORATORISTA

Tec. Laboratorio

SUELOS Y CONCRETOS S.A.C

Elias Soto Campos
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 51173

Ingº Responsable

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

Obtención de los Agregados

Selección del material

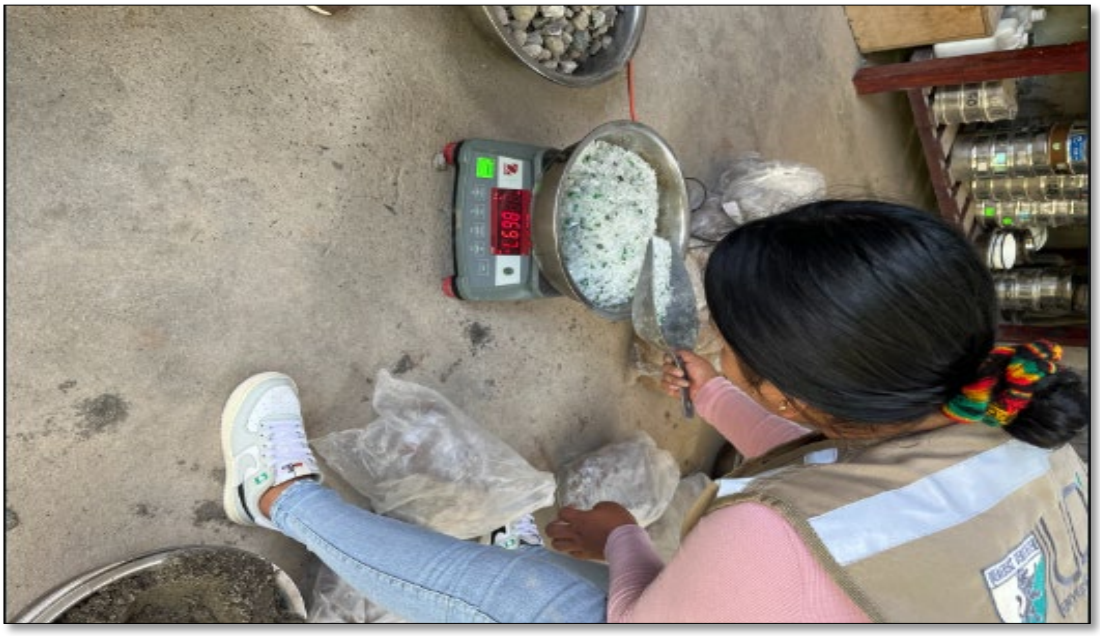
Clasificación del vidrio

Peso del agregado

Peso del agregado fino

Peso del agregado grueso

Peso del vidrio molido



Mezclado de los agregados

Mezclado de los agregados

Mezclado de los agregados

Mezclado de los agregados

Mezcla ya elaborada

Elaboración de las muestras

Elaboración de probetas

Elaboración de probetas

Chuseado de las probetas

Nivelado de las muestras para su secado

Muestras de concreto terminadas para luego ser secadas con escombro 10% y vidrio 5%

Muestras de concreto terminadas con escombro 30% y vidrio 25% y con escombro 50% y vidrio 50%

Muestras de concreto para ensayo de compresión para 7, 14 y 28 días

Medición de los diámetros de las Muestras de concreto

Máquina para ensayo a compresión

Ensayo de resistencia a compresión muestras patrón

Otra vista del ensayo de resistencia a compresión muestras patrón

Ensayo de resistencia a compresión muestras con 10% de escombros y 5% de vidrio molido

Ensayo de resistencia a compresión muestras con 30% de escombros y 25% de vidrio molido

Ensayo de resistencia a compresión muestras con 50% de escombros y 50% de vidrio molido

Fallas de las muestras ensayadas

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO