UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO - 2021"

"PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL"

AUTOR:

Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Angel

ASESOR:

Ing. MANUEL IVAN MAITA PEREZ

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Nuevas tecnologías y procesos

HUANCAYO – PERÚ

2021 - JULIO

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y hermana por su esfuerzo y dedicación que me han formado con valores y principios para hacer de mí un futuro profesional exitoso que se dedica a su labor como ingeniero civil.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por mantenerme saludable y permitirme alcanzar mis metas, a mis padres y hermana por su apoyo incondicional y fortaleza para seguir adelante en mi carrera, en especial al Ing. Manuel Iván Maita Pérez me guio con su serenidad y objetividad.

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 389

Que, el (la) bachiller**: MIGUEL ANGEL, PEÑA LONAZCO,** de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO - 2021**",Líneala misma que cuenta con **164 Páginas, ha** sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el 25**%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 26 de diciembre del 2022

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA

Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

_____

Dr. Rubén Darío TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

_____

Mg. Yina Milagro NINAHUANCA ZAVALA
JURADO

_____

Ing. Anshie Josselyn WISMANN MANRIQUE
JURADO

_____

Ing. Alcides Luis FABIÁN BRAÑEZ
JURADO

_____

Mg. Leonel UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTO iii
HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS iv
ÍNDICE v
ÍNDICE DE TABLAS viii
ÍNDICE DE FIGURAS x
RESUMEN xi
ABSTRACT xii
INTRODUCCIÓN xiii

CAPÍTULO I 15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 15
1.1. Descripción de la realidad problemática 15
1.2. Formulación del problema 17
1.2.1. Problema general 17
1.2.2. Problemas específicos 17
1.3. Objetivos 18
1.3.1. Objetivo general 18
1.3.2. Objetivos específicos 18
1.4. Justificación 18
1.4.1. Social 18
1.4.2. Teórica 19
1.4.3. Metodológica 19

CAPÍTULO II 20
MARCO TEÓRICO 20
2.1. Antecedentes 20
2.1.1. Antecedentes nacionales 20
2.1.2. Antecedentes internacionales 24
2.2. Bases teóricas 27
2.2.1. Materiales reciclados 27
2.2.2. Naturaleza del concreto 30
2.2.3. Veredas de concreto 40
2.2.4. Losa deportiva de concreto 41

2.2.5. Pruebas de laboratorio 42
2.3. Definición de términos básicos 52
2.4. Hipótesis 53
2.4.1. Hipótesis general 53
2.4.2. Hipótesis específicas 53
2.5. Variables 53
2.5.1. Definición conceptual 53

CAPÍTULO III 56
METODOLOGÍA 56
3.1. Método de investigación 56
3.2. Tipo de investigación 56
3.3. Nivel de investigación 57
3.4. Diseño de investigación 57
3.5. Población y muestra 58
3.5.1. Población 58
3.5.2. Muestra 58
3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos 59
3.6.1. Observación directa 59
3.6.2. Análisis de documentos 59
3.6.3. Trabajo en gabinete 59
3.7. Validación e instrumentos de recolección de datos 59
3.8. Procesamiento de la información 60
3.8.1. Agregado fino 60
3.8.2. Agregado grueso 61
3.8.3. Agregado grueso reciclado 62
3.8.5. Diseño de mezcla 64
3.8.6. Asentamiento del concreto 65

CAPÍTULO IV 66
RESULTADOS 66
4.1. Presentación de resultados 66
4.1.1. Materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas 66
4.1.2. Materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas 73
4.2. Prueba de hipótesis 77

4.2.1. Materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas 77
4.2.2. Materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas..... 81

CAPÍTULO V..... 85
DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... 85
5.1. Discusión de resultados..... 85
5.1.1. Materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas 89
5.1.2. Materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas..... 94

CONCLUSIONES 98
RECOMENDACIONES..... 99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 100
ANEXOS..... 103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación RCD según el tipo de actividad 29
Tabla 2. Clasificación agregados 29
Tabla 3. Compuestos químicos del concreto 32
Tabla 4. Agregados por su origen 35
Tabla 5. Gradación de agregado fino 35
Tabla 6. Granulometría de agregado grueso 37
Tabla 7. Trabajabilidad de concreto, asentamiento 38
Tabla 8. Consistencia del concreto, asentamiento del cono de Abrams 38
Tabla 9. Agregados finos, hoja de cálculo 43
Tabla 10. Agregados gruesos, hoja de cálculo 43
Tabla 11. Tolerancia permisible para el ensayo de cilindros de concreto 48
Tabla 12. Funcionamiento de variables 55
Tabla 13. Agrupamiento de muestras 58
Tabla 14. Agregado fino, análisis granulométrico 60
Tabla 15. Características del agregado fino 61
Tabla 16. Agregado grueso, análisis granulométrico 61
Tabla 17. Características del agregado grueso 62
Tabla 16. Agregado grueso reciclado, análisis granulométrico 63
Tabla 19. Características del agregado grueso reciclado 64
Tabla 20. Diseño de mezcla f'c 175 64
Tabla 21. Diseño de mezcla f'c 210 65
Tabla 22. Asentamiento f'c 175 kg/cm^2 65
Tabla 23. Asentamiento f'c 210 kg/cm^2 65
Tabla 24. R.C. f'c 175, concreto convencional 66
Tabla 25. R.C. f'c 175, con 25%AGR 67
Tabla 26. R.C. f'c 175, con 50%AGR 68
Tabla 27. R.C. f'c 175, con 75%AGR 68
Tabla 28. R.C. f'c 210, concreto convencional 69
Tabla 29. R.C. f'c 210, con 25% AGR 70
Tabla 30. R.C. f'c 210, con 50% AGR 71
Tabla 31. R.C. f'c 210, con 75% AGR 72

Tabla 32. R.F. f'c 175 73
Tabla 33. R.F. f'c 210 75
Tabla 34. R.C. f'c 175 – tratamientos 78
Tabla 35. R.C. f'c 175 – ANVA 78
Tabla 36. R.C. f'c 175 – P. Tukey 79
Tabla 37. R.C. f'c 210 – tratamientos 79
Tabla 38. R.C. f'c 210 – ANVA 80
Tabla 39. R.C. f'c 210 – P. Tukey 80
Tabla 40. R.F. f'c 175 – tratamientos 81
Tabla 41. R.F. f'c 175 – ANVA 82
Tabla 42. R.F. f'c 175 – P. Tukey 82
Tabla 43. R.F. f'c 210 – tratamientos 83
Tabla 44. R.F. f'c 210 – ANVA 83
Tabla 45. R.F. f'c 210 – P. Tukey 84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Recojo de residuos de construcción 28
Figura 2. Almacenamiento de residuos de construcción. 28
Figura 3. Composición del concreto 30
Figura 4. Elementos del concreto 31
Figura 6. Encofrado y desencofrado de veredas 40
Figura 7. Losa deportiva de concreto 41
Figura 8. Tipos de fractura 49
Figura 9. Equipo de flexión de vigas 51
Figura 9. Agregado fino, curva granulométrica 60
Figura 10. Agregado grueso, curva granulométrica 62
Figura 11. Agregado grueso reciclado, curva granulométrica 63
Figura 13. R.C. f'c 175, concreto convencional 67
Figura 14. R.C. f'c 175, con 25%AGR 67
Figura 15. R.C. f'c=175, con 50%AGR 68
Figura 16. R.C. f'c 175, con 75%AGR 69
Figura 17. R.C. f'c 210, concreto convencional 70
Figura 18. R.C. f'c 210, concreto con 25%AGR 71
Figura 19. R.C. f'c 210, con 50%AGR 72
Figura 20. R.C. f'c 210, con 75%AGR 73
Figura 21. R.F. f'c 175, concreto convencional 74
Figura 22. R.F. f'c 175, concreto con 25%AGR 74
Figura 23. R.F. f'c 175, concreto con 50%AGR 74
Figura 24. R.F. f'c 175, concreto con 75 %AGR 75
Figura 25. R.F. f'c 210, concreto convencional 76
Figura 26. R.F. f'c 210, con 25%AGR 76
Figura 27. R.F. f'c 210, con 50%AGR 76
Figura 28. R.F. f'c 210, con 75%AGR 77

RESUMEN

El problema general de la investigación fue: ¿De qué forma influyen los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021?, el objetivo general: Determinar la influencia de los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo – 2021, y la hipótesis general: Los materiales reciclados influyen significativamente en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.

Un nivel explicativo y un diseño experimental fueron características de la metodología de investigación, que fue de carácter científico y aplicado. Para la realización de la población se utilizó hormigón y áridos reciclados de la ciudad de Huancayo. La muestra se dividió en 24 probetas cilíndricas para evaluar la resistencia a compresión del hormigón y 24 vigas prismáticas para evaluar la resistencia a flexión del hormigón.

Se concluyó que los materiales reciclados tuvieron un efecto positivo en las propiedades mecánicas del concreto para veredas y losas deportivas, ya que el 25% de agregado grueso reciclado mostró mejor resistencia a la compresión y flexión en comparación con el concreto normal en un 10,41% para un f'c =175 kg/cm^2 y un 15,64% para un f'c =210 kg/cm^2.

Palabras clave: Agregado grueso reciclado, compresión, concreto, flexión, probetas, vigas.

ABSTRACT

The general problem of the research was: How recycled materials influence the mechanical properties of concrete for sports slabs and sidewalks in the city of Huancayo - 2021, the general objective: To determine the influence of recycled materials on the mechanical properties of concrete for sports slabs and sidewalks in the city of Huancayo - 2021, and the general hypothesis: Recycled materials significantly influence the mechanical properties of concrete for sports slabs and sidewalks in the city of Huancayo – 2021.

An explanatory level and an experimental design were characteristics of the research methodology, which was of a scientific and applied nature. Recycled concrete and aggregates from the city of Huancayo were used to carry out the population. The sample was divided into 24 cylindrical specimens to evaluate the compressive strength of the concrete and 24 prismatic beams to evaluate the flexural strength of the concrete.

It was concluded that recycled materials had a positive effect on the mechanical properties of concrete for sidewalks and sports slabs, since 25% recycled coarse aggregate showed better compressive and flexural strength compared to normal concrete by 10.41% for f'c =175 kg/cm2 and 15.64% for f'c =210 kg/cm2.

Keywords: Recycled coarse aggregate, compression, concrete, flexure, specimens, and beams.

INTRODUCCIÓN

El primer uso de los residuos de hormigón fue en Europa, debido a la recolección de residuos de las ciudades destruidas después de la Segunda Guerra Mundial, en los países de Gran Bretaña y Alemania, que utilizaron residuos de hormigón en la reconstrucción de sus ciudades (Girio, 2015).

Actualmente, la creación de residuos de hormigón por manos humanas se convierte en tales problemas; costos de transporte, problemas de salud, daño ambiental, contaminación y desperdicio de materiales que pueden ser reutilizados y reciclados de acuerdo a las necesidades de consumo (Pasquel, Tópicos de tecnología del concreto en el Perú , 1998).

El objetivo de la investigación es determinar la influencia de los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto.

El método de la investigación fue científico, de tipo aplicada, nivel explicativo, que corresponde a un diseño experimental ya que se manipulará las proporciones del agregado grueso reciclado en el diseño de mezcla del concreto.

Para realizar los ensayos de caracterización de áridos, que determinan parámetros como módulo de finura, tamaño máximo, humedad, peso específico, porcentaje de absorción, peso unitario suelto y compactado; la investigación se inició con la recolección de agregados del río Mantaro en Pilcomayo, como también de agregado grueso reciclado de las calles del distrito de Tambo. Para posteriormente realizar el diseño de mezcla para un concreto con una resistencia de 175 y 210 Kg/cm2, que permitió un asentamiento para ambos diseños entre 3 y 4 pulgadas. Donde el hormigón convencional y el hormigón elaborado con áridos gruesos reciclados se han

asentado en el plazo predeterminado. De acuerdo con la normatividad peruana, las pruebas de resistencia a la compresión y flexión se realizaron para cada tratamiento después de 28 días de curado.

Hay cinco capítulos en este trabajo de investigación. El planteamiento del problema se presenta en el Capítulo I e incluye la formulación del problema, sus objetivos y su justificación. El marco teórico se presenta en el Capítulo II e incluye antecedentes tanto a nivel nacional como internacional, así como definiciones de términos fundamentales, hipótesis y variables. El método, el tipo, el nivel y el diseño de la investigación, junto con la población y la muestra de la investigación, los métodos, las técnicas y los instrumentos de la investigación, la validación y las herramientas para la recopilación de datos y el procesamiento de la información, se tratan en el capítulo tercero de metodología. Los resultados de las pruebas realizadas de acuerdo con los objetivos propuestos se adjuntan al capítulo IV de resultados. Los resultados que se desarrollaron de acuerdo con los objetivos propuestos se discuten en el capítulo V. También se muestran las conclusiones, sugerencias, citas bibliográficas y anexos. Es importante señalar que en los anexos se incluyen las fichas de las pruebas de laboratorio y las pruebas fotográficas de la investigación.

Bach. Peña Lonazco, Miguel Ángel

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente, la creación de residuos de hormigón por manos humanas se convierte en tales problemas; costos de transporte, problemas de salud, daño ambiental, contaminación y desperdicio de materiales que pueden ser reutilizados y reciclados de acuerdo a las necesidades de consumo (Pasquel, 1998).

El primer uso de los residuos de hormigón fue en Europa, debido a la recolección de residuos de las ciudades destruidas después de la Segunda Guerra Mundial, en los países de Gran Bretaña y Alemania, que utilizaron residuos de hormigón en la reconstrucción de sus ciudades (Girio, 2015).

Los términos de la educación ambiental cobran cada vez más importancia en el mundo, influyendo así en la industria de la construcción, ya que la naturaleza de los trabajos realizados puede afectar y afectar el medio ambiente. Por lo que es necesario introducir cambios e ideas en la

construcción que ayuden a la conservación y desarrollo del medio ambiente (Girio, 2015).

Cabe señalar que la tendencia actual en la construcción es el reciclaje de escombros de construcción. Referente a residuos de construcción estos provienen de obras como excavaciones, edificaciones y obras públicas, reconstrucción y otras obras realizadas con materiales diferentes al concreto; y en cuanto a los residuos de demolición estos provienen de viviendas, edificios y obras públicas realizadas con concreto (Cruz & Velázquez, 2004).

Según un reciente estudio, a cerca de la composición de los residuos sólidos de construcción y demolición que llegan a los vertederos, el 75% son escombros, entre los cuales se puede encontrar; ladrillos, tejas, cerámicos, hormigón, arena, grava, madera, vidrio, plásticos, metales, asfalto, yeso, papel, residuos orgánicos, entre otros (Girio, 2015).

El concreto de desecho, produce agregados gruesos y finos, que representan un potencial de uso en diferentes tipos de obras civiles. Es importante señalar que la producción de hormigón reciclado requiere la presencia de máquinas especiales para la destrucción de residuos y la obtención de nuevos áridos con la gradación suficiente para el uso previsto.

La producción de residuos de hormigón en el Perú va en aumento cada año, y el 1% de los residuos de hormigón no se reciclan o se vierten directamente en vertederos sin control. Si bien no existen referencias al reciclaje de residuos de construcción e industriales en nuestro país, existen algunos materiales que se reciclan con mucha frecuencia; madera, ladrillo, papel, cerámica, vidrio y tierra vegetal (Girio, 2015).

Estudios recientes en América del Sur han demostrado que el uso de agregados gruesos reciclados en el concreto puede preservar y mejorar las propiedades del concreto en estado endurecido, como la resistencia a la compresión. De manera similar, estudios realizados en Perú han demostrado que los agregados gruesos reciclados cumplen con las especificaciones de los agregados de concreto y mantienen e incrementan la resistencia a la compresión del concreto.

En este sentido, el estudio pretende utilizar materiales de construcción reciclados, los cuales provienen de la demolición de construcciones donde predominen el uso de concreto, albañilería y entre otros, para reemplazar en el agregado grueso y determinar su influencia en la resistencia a compresión y flexión del concreto en losas deportivas y veredas, que también se conocen como elementos no estructurales.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué forma influyen los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿De qué forma influyen los materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021?

- ¿De qué forma influyen los materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia de los materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo – 2021.
- Determinar la influencia de los materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.

1.4. Justificación

1.4.1. Social

De acuerdo con Bernal (2010), existe una lógica social o práctica cuando la investigación proporciona ideas que, si se implementan, están destinadas a ayudar a resolver problemas.

De esta forma, por medio de la investigación se pretende reutilizar el material de desecho de las construcciones para el agregado grueso, en el concreto de resistencia de 175 y 210 kg/cm^2 dentro del Laboratorio de

concreto de la ciudad de Huancayo y de esta forma colaborar en la conservación del medio ambiente.

1.4.2. Teórica

Según Castro (2016), la demostración de una teoría indica la importancia de investigar una cuestión en el desarrollo de la teoría científica; significa indicar si la investigación conducirá a la innovación científica.

Por medio de la investigación, se pretende aportar en el diseño de concretos convencionales con agregados gruesos que provienen de material de desecho de construcción.

1.4.3. Metodológica

De acuerdo con Bernal (2010), la validez metodológica se determina cuando un proyecto de investigación aporta nuevas ideas para la obtención de datos fiables y confiables.

De acuerdo con lo mencionado, el material de desecho que será reutilizado tiene que cumplir con las características de un agregado grueso para concreto, por lo cual se realizarán ensayos para verificar dichos requisitos; también se realizaran pruebas de resistencia para los concreto diseñados con resistencia de 175 y 210 Kg/cm^2 dentro del Laboratorio de concreto de la ciudad de Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Según Castro y Paredes (2018), apoyó la tesis titulada “Diseño de hormigón estructural con resistencia mayor a 210 kg/cm2 con materiales de hormigón reciclado, San Juan de Lurigancho, 2018” para obtener el título de ingeniero civil. Determinar el impacto de los materiales de hormigón reciclado en el diseño de hormigón estructural que pesa más de 210 kg/cm2 mediante el uso de esta técnica. Utilizando un diseño experimental, la metodología es científica. A diferencia de la muestra, que constó de 40 probetas de hormigón, la población estuvo formada por hormigón reciclado. Para el diseño de la mezcla de concreto se utilizó el Método ACI para concreto de 210 kg/cm2 de resistencia, y se incorporó el agregado grueso reciclado (AGR), reemplazando parte del agregado grueso natural (AGN) en las proporciones de AGR 0 por ciento AGN 100 por ciento . De acuerdo con los resultados, las pruebas de resistencia a la compresión para AGR (árido grueso reciclado) 25 % AGN (árido grueso natural) 75 %, AGR 50 % AGN 50 % y AGR 75 % AGN 25 %

alcanzaron la resistencia requerida, a diferencia del AGR AL 100%, que no. Dado que el agregado grueso del concreto reciclado es poroso y menos duradero que el agregado natural, llegaron a la conclusión de que tiene un impacto en la forma en que se diseña el concreto.

Según Girio (2015), para optar el título profesional de Ingeniero Civil sustentó la tesis titulada “Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/cm2, empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus costos unitarios vs. Concreto con agregado natural, Barranca - 2015”. El objetivo fue determinar el comportamiento de los áridos reciclados utilizados en la producción de hormigón con resistencia a la compresión de 210 y 280 kg/cm2 y determinar la diferencia de coste frente al hormigón elaborado con áridos naturales. El método es científico y tiene un diseño experimental. El conjunto consta de diseños mixtos con resistencias a compresión de 210 y 280 kg/cm2 elaborados a partir de agregados naturales de la cantera Río Seco, donde la fuente del agregado grueso es el depósito de concreto abandonado más representativo del municipio de Barrancas, se separó la muestra por 288 controles en un diseño con doce mezclas. Para el estudio se elaboró la mezcla utilizando los agregados gruesos naturales reemplazando los agregados gruesos reciclados al 25%, 50% y 100%, se realizaron probetas y se probaron a los 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados obtenidos mostraron que la sustitución del agregado grueso natural por una mayor proporción de agregado grueso reciclado redujo la resistencia a la compresión en 210 y 280 Kg/cm2, respectivamente. Se concluyó que la sustitución del agregado grueso natural por un 25% de agregado grueso reciclado, además del cumplimiento

de las normas técnicas peruanas y RNE E 060, presenta mejores propiedades físicas, químicas, mecánicas y la mejor resistencia a la compresión con una resistencia de 210 kg. El costo unitario por metro cúbico es de S/.187, 29 y el costo unitario de resistencia de 280 Kg/cm2 es de S/. 216,85.

Según Jordán y Viera (2014), apoyó la tesis “Estudio de la resistencia del hormigón, utilizando hormigón reciclado como árido” para optar al título profesional de Ingeniero Civil. La resistencia a la compresión se determinó con el fin de comprender la evolución de las características estructurales del hormigón elaborado a partir de diversos áridos gruesos reciclados según su uso. El proceso fue planificado y con método científico. Hubo 72 controles en la muestra, incluidos 36 controles hechos de agregados reciclados y 36 controles hechos de agregados naturales. Para el desarrollo del estudio, los autores utilizaron resistencias a la compresión de 210 y 175 kg/cm2 con una relación de 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado. Los hallazgos demuestran que a medida que aumenta el porcentaje de agregado grueso reciclado, la resistencia a la compresión disminuye. Llegó a la conclusión de que la resistencia del concreto cambia dependiendo de la cantidad de agregado grueso reciclado, con un 25 por ciento de agregado grueso reciclado aumentando la resistencia a la compresión.

Según Meléndez (2016), para obtener el título profesional de Ingeniero Civil sustentó la tesis titulada “Utilización de concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla f'c= 210kg/cm2 en la cuidad de Huaraz - 2016”. El diseño mixto f'c = 210 Kg/cm2 en el municipio de Huaraz tiene como objetivo utilizar hormigón reciclado como árido. El método

es científico y tiene un diseño experimental. La población consistió en 18 probetas diseñadas en laboratorio, por lo que 9 probetas se fabricaron con agregado natural y 9 probetas con agregado reciclado. Resultados de la prueba de resistencia a la compresión después de 7 días de curado, el concreto con agregado natural es de 177,1 kg/cm2, el concreto con agregado reciclado es de 163,10 kg/cm2, después de 7 días de curado, el concreto con agregado natural es de 207,9 Kg/cm2, después de curar durante 28 días la resistencia del hormigón natural es de 213,8 kg/cm2 y el de hormigón reciclado es de 199,7 kg/cm2. Concluyó que a diferencia del concreto con agregados naturales, los agregados provenientes de agregados reciclados se comportaron bien, por lo que propuso el uso de agregados reciclados en el concreto.

Erazo (2018) afirma que para obtener el título de Ingeniero Civil presentó una tesis titulada “Evaluación del Diseño de Concreto f'c=175 kg/cm2 Utilizando Agregados Naturales y Reciclados para su Aplicación en Elementos No Estructurales”. . El objetivo general fue evaluar el desempeño del diseño de concreto f'c=175 kg/cm2 para su uso en elementos no estructurales. De acuerdo al diseño experimental, la metodología fue científica. La mezcla de concreto se conformó con la población y se aplicó utilizando las proporciones en peso determinadas por el método ACI en el diseño de la mezcla. Con un peso unitario de 2199,86 kg/m3, una temperatura de 29,6° y un contenido de aire del 3 por ciento, las propiedades físicas del hormigón se determinaron a partir del diseño de la mezcla. Para las propiedades endurecidas, la prueba de compresión arrojó resistencias que fueron un 39 por ciento más altas que la resistencia de diseño de 175 kg/cm2. Además de tener una resistencia a la

compresión superior al 100%, concluye que el uso de agregados reciclados es mejor para elementos no estructurales como bordillos, topellantas y aceras, entre otros.

2.1.2. Antecedentes internacionales

González et al., afirman que el “Estudio del árido grueso reciclado con granulometría controlada” fue el título del artículo de investigación que presentaron en 2018 para evaluar las cualidades mecánicas del hormigón elaborado con árido grueso reciclado y granulometría controlada. Se utiliza metodología científica y un diseño experimental. Ejemplares cilíndricos y viguetas prismáticas componían la población. Cabe señalar que las dosificaciones de agregado grueso reciclado fueron 20 por ciento, 30 por ciento, 40 por ciento, cincuenta por ciento, 60 por ciento, 80 por ciento y 100 por ciento para concretos con una resistencia a la compresión de 250 kg/cm2 alcanzada a los 28 días. Se realizaron pruebas normativas en los agregados reciclados durante el desarrollo para garantizar su calidad. De acuerdo con las edades de prueba, los resultados mostraron un aumento en la resistencia a la compresión. Llegaron a la conclusión de que el agregado reciclado tiene características comparables a las del agregado natural en el concreto.

Cruz y Gómez (2013) afirman que para recibir su Maestría en Ingeniería Civil apoyaron la tesis titulada “Influencia del agregado grueso reciclado en albañilería en el comportamiento del concreto reciclado”. Con el fin de evaluar las características mecánicas específicas de la mampostería y la durabilidad del concreto reciclado que contiene agregado grueso. El diseño experimental fue consistente con la metodología de investigación científica. Siete diseños de mezcla conformaron la muestra. Durante la ejecución de la investigación

se caracterizó el agregado grueso y se crearon diseños de mezcla para cada porcentaje de agregado reciclado. Según los hallazgos, agregar más agregados reciclados hace que las propiedades mecánicas del concreto disminuyan. Llegaron a la conclusión de que el hormigón con un mayor contenido de áridos reciclados es menos trabajable y tiene una resistencia a la flexión y a la compresión más débil.

Agreda y Moncada (2015) afirman que para obtener el título de Ingeniero Civil apoyaron la tesis “Viabilidad en la elaboración de prefabricados de hormigón utilizando áridos gruesos reciclados”. Con el objetivo de determinar la viabilidad técnica del uso de agregado grueso reciclado en la elaboración de prefabricados para espacios públicos como cunetas, cunetas, cunetas y topellantas que cumplan con las normas colombianas para este tipo de elementos (NTC - 4109) y con estándares mínimos de calidad. Según el método científico, la investigación fue experimental. Para el ensayo de resistencia a la flexión se utilizó una muestra de cuatro viguetas, y para los ensayos de resistencia a la compresión, probetas cilíndricas. Para el desarrollo de la investigación se utilizaron porcentajes de árido reciclado del 25%, 50% y 70%. El comportamiento físico y mecánico de las viguetas se ensayó a los siete, catorce y veintiún días. Los resultados mostraron un buen desempeño de la resistencia del concreto con agregados reciclados y diseños de mezcla ideales. Llegaron a la conclusión de que las resistencias que proporciona el árido reciclado son iguales y superiores a las necesarias para sustituir el árido natural.

Mena y Valdés (2014) afirman que presentaron la investigación titulada “Dosificación óptima de una mezcla de concreto con materiales reciclados de

residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Cali para uso en obras viales de bajo tránsito” con el fin de obtener la título de Ingeniero Civil. El objetivo fue establecer la dosificación ideal para el diseño de concreto utilizando materiales RCD para proyectos viales de bajo tráfico en la ciudad de Cali. Se utilizaron técnicas de investigación científica. Las unidades de estudio eran vigas prismáticas de hormigón y probetas hechas con escombros de construcción y demolición de la ciudad colombiana de Cali. También se evaluaron las propiedades mecánicas del hormigón, como la resistencia a la compresión a los siete, catorce y veintiocho días; resistencia a la flexión a los siete y veintiocho da. Para la investigación se realizaron tres diseños diferentes, sustituyendo 25%, 50% y 100% de agregado natural por agregado reciclado. Se examinaron propiedades como la humedad, la absorción y la densidad para conocer los efectos del agregado RCD en la producción de concreto. Utilizando técnicas estadísticas como t-Student y análisis ANOVA, que permitieron determinar la varianza de los resultados y su representatividad, se realizaron los resultados de las propiedades mecánicas. Llegó a la conclusión de que el 25%, es la proporción óptima que se puede utilizar en obras viales de poco tráfico, ya que es la proporción ideal de áridos RCD.

Bolaños (2015) afirma que para obtener el título de Ingeniero Civil, el candidato sustentó la siguiente tesis: “Estudio del uso de materiales reciclados como hormigón, cerámica y otros productos de derribo o desperdicio de obra como agregados para hormigón". El objetivo era caracterizar el hormigón fabricado con materiales reciclados en lugar de materiales tradicionales. Se utilizaron métodos de investigación científica. Los principales vertederos de la

ciudad de Quito (norte y sur), de donde se recogían los residuos de la construcción, servían de línea de demarcación para la población. A diferencia del concreto convencional, que tuvo resistencias a la compresión de 70MPa, 88MPa y 102MPa durante siete, catorce y veintiocho días, respectivamente, el concreto con agregados de concreto reciclado tuvo resistencias a la compresión de 69MPa, 86MPa y 101MPa. Sin embargo, cabe señalar que los hormigones con hormigón más árido de bloques, árido cerámico y hormigón con áridos de ladrillo más árido cerámico, por separado, presentaron menores resistencias a la compresión. Se determinó que los agregados de concreto reciclado cumplían con los requisitos físico-mecánicos para su uso previsto, haciéndolos aptos para concretos de 20 MPa con hasta un 30% de sustitución de agregado grueso natural.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Materiales reciclados

Los materiales reciclados de concreto, son el conjunto de pistas, edificios y otras construcciones demolidos. Que generan una gran cantidad de residuos conocidos como escombros. El concreto obtenido de los residuos es trasladado a los vertederos junto con los residuos orgánicos, aunque con un novedoso programa de reciclaje los desechos pueden ser reutilizados de modo que no se pierdan por completo (Castro & Paredes , 2018). Se muestran las figuras de recojo de demoliciones de construcciones y almacenamiento de los residuos de construcción.

Figura 1. Recojo de residuos de construcción

Nota: Tomado de (Agencia UNAL, 2012)

Figura 2. Almacenamiento de residuos de construcción.

Nota. Tomado de (360 en concreto, 2017)

En la siguiente tabla, se pude observar la clasificación de Residuos de Concreto Desechado (RCD).

Tabla 1*. Clasificación RCD según el tipo de actividad*

Actividad	Objeto	Principales componentes	Observaciones
Demolición	Viviendas	Concreto, ladrillo, hierro, acero, metales, plásticos, madera, concreto armado	Todos los materiales acatan el uso del concreto y la edad del edificio
Construcción	Excavación	Concreto, acero, ladrillo, hierro, bloques, plásticos, cerámicos, materiales no férreos, tejas, roca, productos bituminosos, madera	Generalmente se reutilizan en gran parte

Nota: Tomado de (Castro & Paredes , 2018)

- **Material de demolición**

  La NTP 400.053, señala que el material de demolición es concreto que proviene de demoliciones de construcciones, para que posteriormente sean triturados y así poder obtener partículas de tamaños similares a los áridos. La siguiente tabla, muestra la clasificación de agregados naturales y reciclados.

Tabla 2*. Clasificación agregados*

Agregado natural	Agregado reciclado
Los agregados naturales se obtienen local o regionalmente	Los agregados reciclados se obtienen local o regionalmente
En la minería se necesita un monitoreo ambiental y mejoría. El gasto empleado del aprovechamiento, los permisos, la expulsión de los desechos, la disposición del lugar y la restauración final del semejante tienen que estar apreciados	El reciclaje posee un establecido seguimiento y reedificación. En base a los gastos de recuperación y limpieza del lugar y la disminución de polvo y ruido tiene que ser considerado en cuenta
Los agregados son obtenidos a causa de diversas anomalías rocosas	Este material es obtenido de residuo de la construcción
Hay normativas y reglamentos vigentes para cada una de sus aplicaciones	Aún no tiene reglamento y normativas vigentes
Sus condiciones consisten primordialmente de sus características físicas y mecánicas del lugar extraído	Estos materiales no tienen las mismas propiedades ya que varían en tipoy sus impurezas dependiendo de las edificaciones o lugares donde se extrajo el material reciclado

Nota: Tomado de (Castro & Paredes , 2018)

2.2.2. Definición de concreto

El hormigón es un material heterogéneo que consiste en una combinación de cemento, agua, áridos finos y gruesos. El concreto contiene pequeñas cantidades de aire atrapado y puede contener aire incorporado intencionalmente a través de aditivos (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).

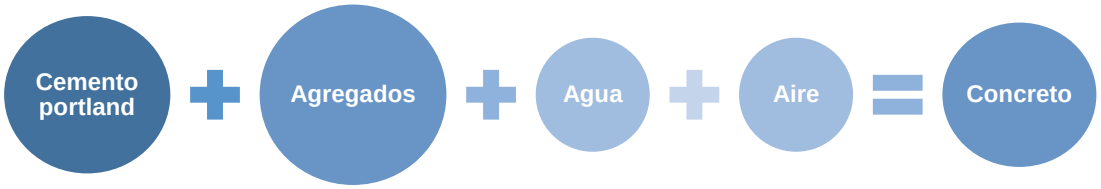


Figura 3. Composición del concreto

2.2.2.2. Elementos del concreto

El principal elemento del hormigón es el cemento Portland, que es adhesivo y cohesivo y proporciona una buena resistencia a la compresión; el segundo elemento consiste en agregado, que es un material granular inerte dividido en agregado fino (arena) y agregado grueso (grava). Entonces su calidad está subordinada a la calidad del hormigón; el tercer componente es el agua, que hidrata el cemento a través de una reacción química. Una mezcla de cemento Portland y agua, llamada mortero, actúa como lubricante de la mezcla en estado fresco. También se debe tener en cuenta que el endurecimiento de la lechada contribuye a la resistencia mecánica y la durabilidad del hormigón. Finalmente, cabe mencionar que el hormigón contiene una cierta cantidad de aire. (Abanto, 1997, pag. 20).

En la imagen se pueden ver las proporciones de los componentes específicos.

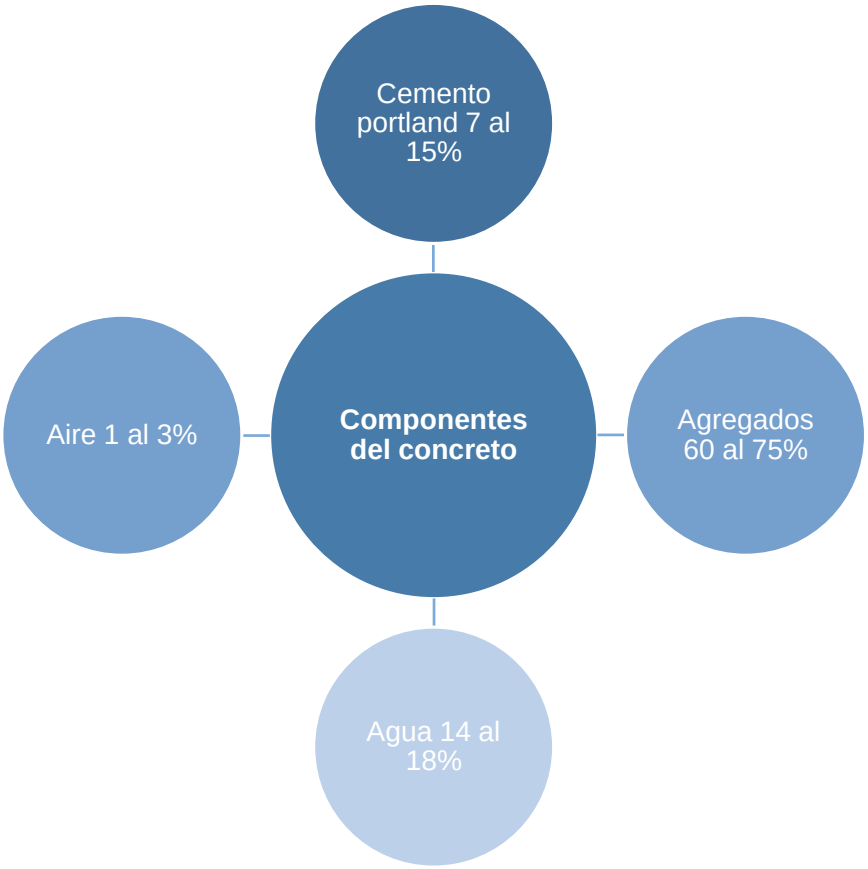


Figura 4. Elementos del concreto

a. Cemento

Un material finamente dividido que forma una pasta adhesiva que se endurece bajo el agua y en el aire con la adición de una cantidad adecuada de agua. Excluye cal hidráulica, cal apagada y yeso (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).

- **Cemento Portland**

  Producto obtenido de la trituración del clínker Portland con adición final de sulfato de calcio. Se permite agregar otros productos que no superen el 1% de la cantidad total, siempre que la norma

correspondiente establezca que su adición no afecta las propiedades del cemento obtenido. Todos los productos añadidos se deben pulverizar junto con las baldosas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2006).

- **Componentes químicos del cemento**

  Debido a que el cemento es una mezcla de muchos compuestos, no es práctico expresarlo en una fórmula química, pero hay cuatro compuestos que constituyen más del 90 % del peso del cemento, como se muestra a continuación (Abanto, 1997).

Tabla 3*. Compuestos químicos del concreto*

Compuesto	Fórmula química	Abrev.	Función
Silicato Tricálcico	$3CaO.SiO_2$	C_3S	Constituye del 50% al 70% del Clinker. Es el que produce una alta resistencia inicial del cemento. Su reacción con el agua desprende gran cantidad de calor (hidratación). La rapidez de endurecimiento de la pasta de cemento es directamente proporcional con el calor de hidratación.
Silicato Di cálcico	$2CaO.SiO_2$	C_2S	Constituye del 15% al 30% del Clinker. Es el componente que otorga al cemento su resistencia a largo plazo, al ser lento su fraguado y muy lento su endurecimiento. Su calor de hidrataciones el más bajo de los cuatro.
Aluminato Tricálcico	$3CaO.Al_2O_3$	C_3A	Constituye entre el 5% al 10% del Clinker. Libera una gran cantidad de energía durante los primeros días de hidratación y endurecimiento. El yeso que se agrega al cemento durante la molienda, se combina con esta compuesta para controlar el tiempo de fraguado.
Aluminoferrito tetracalcico	4CaO.Al2O3.Fe2O3	C4AF	Interviene con el 5% al 15% del Clinker. Se hidrata con rapidez, pero su contribución a la resistencia es mínima.

Nota: Tomado de (Abanto, 1997)

- **Tipos de cemento**

  De acuerdo con la clasificación de cementos en el Perú, se cuentan con cinco tipos. Los cuales se denominan como tipo I; II; III; IV y V. Donde el tipo I se caracteriza por ser de uso general. El tipo II, se caracteriza por tener una resistencia moderada a los sulfatos y calor de hidratación. El tipo III, se caracteriza por desarrollar una rápida resistencia con alto calor de hidratación, además de ser usado exclusivamente en zonas frías. El tipo IV, se caracteriza por presentar un bajo calor de hidratación, apto para ser empleado en zonas de altas temperaturas o con calor constante. Y el tipo V, se caracteriza por presentar alta resistencia a la presencia de sulfatos en los suelos de fundación.

b. Agua

Uno de los principales componentes de las mezclas de hormigón y mortero es el agua, que también ayuda al cemento a desarrollar su capacidad para unir materiales. El agua también es importante para la resistencia, trabajabilidad e hidratación del cemento, tanto en el estado fresco como en el endurecido del concreto.

La NTP 339.088 debe ser satisfecha por el agua. Por lo tanto, debe estar lo suficientemente limpio para estar libre de álcali y cualquier otra cosa que pueda dañar el acero y el hormigón. No debe contener iones sulfato a 1000 ppm ni iones cloruro a concentraciones superiores a 500 ppm (INACAL, 2002).

- **Agua en la mezcla**

  El agua juega un papel fundamental en el hormigón y su calidad es importante por las impurezas que contiene, las cuales se enumeran a continuación (Pasquel, 1998). El agua en la mezcla de concreto tiene tres funciones principales:

  - ✓ Cemento hidratado
  - ✓ Actúa como lubricante y ayuda a procesar juntas
  - ✓ Para lograr la estructura de cavidad necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan un lugar para desarrollarse

- **Agua para curado**

  Las mismas especificaciones que para el agua de mezcla también deben aplicarse al agua de curado del hormigón. Debido a la permeabilidad inicial del hormigón, no se pueden producir sustancias agresivas sobre hormigón endurecido y acero de refuerzo.

c. Agregados

Los agregados son los elementos inactivos del concreto que se mezclan con su mortero (cemento de agua) para producir una estructura duradera. Los áridos suponen las 3/4 partes del volumen total, siendo su calidad fundamental, ya que de ella depende el resultado final.

Los recursos naturales, como los depósitos fluviales (arena y grava de río) o los glaciares (bloques), así como las canteras de diferentes tipos de rocas y piedras naturales, se utilizan para producir materiales minerales. Dependiendo de la circunstancia, se pueden utilizar ya sea con trituración

mecánica o en su granulometría natural de acuerdo con las especificaciones necesarias (Riva, 2007).

- **Clasificación de los agregados**
  - **Origen**

La tabla muestra la clasificación de los agregados según su origen.

Tabla 4*. Agregados por su origen*

Agregados naturales	Agregados artificiales
Provienen de la explotación de fuentes naturales, ya que son transformados por fenómenos internos de la tierra	Provienen de un proceso de transformación de los materiales tales como arcilla y pizarra expandida, ya que son agregados más utilizados

  - **Agregados naturales**
    - **Agregados fino**

Arena fina y gruesa, el agregado fino se define como arena finamente dividida o piedra natural que es lo suficientemente pequeña para pasar a través de un tamiz de 9,5 mm (3/8 de pulgada) y no excede los límites de NTP 400.037 (Abanto, 1997).

Tabla 5*. Gradación de agregado fino*

Tamiz	Límites totales	% que pasa por los tamices normalizados		
		C	M	F
9.5mm (3/8'')	100	100	100	100
4.75mm (N°4)	89 – 100	95 – 100	85 - 100	89 - 100
2.38mm(N°8)	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.20mm(N°16)	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 - 100
0.60 mm(N°30)	25 - 100	25 – 60	25 - 80	55 - 100
0.30 mm(N°50)	5 – 70	10 – 30	5 - 48	5 – 70
0.15 mm(N°100)	0 - 12	2 - 10	0 – 12*	0 – 12*

Nota: Tomado de ASTM C 33

- **Agregado grueso**

  Grava y escombros. La sustancia que queda retenida en los tamices de 4 puntos, con abertura de 75 mm y que cumplen con las especificaciones de la NTP 400.037 y se producen como resultado de la ruptura mecánica o natural de la roca (Abanto, 2009).

Tabla 6. *Granulometría de agregado grueso*

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C - 33 PARA AGREGADO GRUESO

TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA ESTÁNDAR												
		4" (100mm)	3 1/2" (90mm)	3" (75mm)	2 1/2" (63mm)	2" (50mm)	1 1/2" (37.5mm)	1" (25mm)	3/4" (19mm)	1/2" (12.5mm)	3/8" (9.5mm)	N°4 (4.75mm)	N°8 (2.36mm)	N°16 (1.18mm)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
2	2 1/2" a 1 1/2"	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
3	2" a 1"	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
357	2" a malla Ø4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
4	1 1/2" a 3/4"	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-
467	1 1/2" a malla Ø4	-	-	-	-	100	95 a 10	-	35 - 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
5	1" a 1/2"	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
56	1" a 3/8"	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
57	1" a malla Ø4	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
6	3/4" a 3/8"	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
67	3/4" a malla Ø4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
7	1/2' a malla Ø4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
8	3/8" a malla Ø4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5

Nota: Tomado de ASTM C 3

2.2.2.3. Propiedades del concreto

a. Concreto en estado fresco

- **Trabajabilidad**

El hormigón fresco se mezcla, vierte, compacta y acaba fácilmente sin segregación ni fugas durante el proceso.

Tabla 7*. Trabajabilidad de concreto, asentamiento*

Consistencia	SLUMP	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0'' a 2''	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3'' a 4''	Trabajable	Vibración ligera, chuseado
Fluida	>5''	Muy trabajables	Chuseado

Nota: Tomado de (Abanto, 1997)

- **Consistencia**

La mezcla tiene humedad por lo fluida que es. De acuerdo con el asentamiento del cono de Abrams, la clasificación de consistencia se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8*. Consistencia del concreto, asentamiento del cono de Abrams*

Descripción de la consistencia	Asentamiento	
	(plg)	(mm)
Extremadamente seco	-	-
Muy seco	-	-
Seco	0 a 1	0 a 25
Semi-plástico	1 a 3	25 a 75
Plástico	3 a 5	75 a 125
Semi-fluido	5 a 7 ½	125 a 190
Fluido	7 ½ a más	190 a más

Nota: Tomado de ACI 309R (1996)

- **Segregación**

Parte del hormigón fresco consiste en separar el árido grueso del mortero. La segregación, por el contrario, daña el hormigón debido a la formación de piedras, capas de arena, cangrejos, etc. La segregación es

crucial para la consistencia de la mezcla, aumentando el riesgo si está húmeda y disminuyendo el riesgo si está seca.

- **Exudación**

  Se llama fracción de agua en la mezcla en la superficie, porque se separa de la masa debido al asentamiento de los sólidos. Esto sucede después de colocar el concreto en los moldes.

- **Contracción**

  Una de las características más cruciales para resolver problemas es esta. Cuando el mortero de cemento se contrae como resultado de un compuesto químico que disminuye el volumen de agua original, se ha producido una contracción.

b. Concreto en estado endurecido

- **Elasticidad**

  La capacidad del hormigón para mostrar deformación permanente cuando se deforma bajo carga. Generalmente se acepta definirlo como el módulo estático de elasticidad.

- **Resistencia**

  La capacidad del hormigón para soportar cargas y fuerzas es mejor en compresión que en tensión.

- **Extensibilidad**

  La propiedad del hormigón de deformarse sin fisurarse se define como la mayor deformación individual que el hormigón puede soportar sin fisurarse.

- **Durabilidad**

  Propiedades que permiten que el hormigón conserve su forma, calidad y capacidad de servicio originales a lo largo del tiempo.

2.2.3. Veredas de concreto

Los senderos para caminar generalmente se encuentran cerca de patios y edificios; se debe tener en cuenta la construcción exterior. La mayoría de las veces se utiliza cemento Portland tipo I para construir aceras con una resistencia de 175 kg por centímetro cuadrado. Su grosor puede variar. Para cumplir con los requisitos de agregados, se utilizan arena gruesa y piedra triturada de ½ pulgada. Además, el agua debe estar libre de impurezas y ser potable. Descansan sobre una base sólida.

Figura 5. Encofrado y desencofrado de veredas.

Nota: Tomado de (Encofrados, 2021)

2.2.4. Losa deportiva de concreto

Las losas deportivas se construyen con la finalidad de brindar un espacio de esparcimiento para los pobladores de una localidad. Se colocan sobre una base de afirmado, generalmente se emplea concreto de resistencia de 210 Kg/cm^2 de 10 a 15 cm de espesor. Se encuentran sometidas a cargas por lo que, requieren de juntas de dilatación longitudinal y transversal. Así mismo, se debe considerar los acabados arquitectónicos según las especificaciones técnicas del expediente técnico.

Figura 6. Losa deportiva de concreto

Nota: Tomado de (Municipalidad Distrital de Marangani, 2019)

2.2.5. Pruebas de laboratorio

2.2.5.1. Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos

El propósito de esta prueba es determinar la clasificación y medición de las partículas del suelo y se realiza utilizando una serie de tamices.

- **Materiales y equipos**
  - Balanza con precisión de 0.1 g
  - Bandejas y taras
  - Juego de tamices
  - Muestra de suelo granular
  - Horno a temperatura de 110°C ± 5
  - Escobilla par limpieza de taras
- **Agregados finos**

  Tomar 500 gramos de la muestra, secar la arena al sol, retirar la humedad del suelo y tamizar del No. 4 al No. 100 y use la parte inferior como una malla dinámica para usar. Se separa la suma de cada fracción almacenada en cada cuadrícula y se realizan cálculos basados en la información sobre el material almacenado en cada cuadrícula para finalmente formular una curva de tamaño de partícula. La siguiente tabla es una tabla de cálculo para agregados finos.

Tabla 9. *Agregados finos, hoja de cálculo*

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3/8''	9.53				
# 4	4.75				
# 8	2.36				
# 16	1.18				
# 30	0.56				
# 50	0.3				
# 100	0.15				
Fondo					

Nota: Tomado de NTP 400.012

- **Agregados gruesos**

Los agregados se mezclaron, se cortaron en cuartos y se aislaron muestras de 6000 g y luego se colocaron en un horno para secar durante un día. Luego tamice desde la malla de 3 pulgadas hasta la malla de 3/8 de pulgada y hacia abajo, muévase durante menos de 15 minutos y, finalmente, pese todo el material que queda en cada tamiz. Esta tabla muestra la tabla de cálculo del agregado grueso.

Tabla 10. *Agregados gruesos, hoja de cálculo*

Malla	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Porcentaje retenido (%)	Porcentaje retenido acumulado (%)	Porcentaje que pasa (%)
3"	76.2				
2 1/2"	63.5				
2"	50.8				
1 1/2"	38.1				
1'	25.4				
3/4"	19				
1/2"	12.7				
3/8"	9.53				
Fondo					

Nota: Tomado de NTP 400.012

2.2.5.2. Humedad de agregados

La proporción de agua encontrada en la muestra que puede contener humedad superficial y porosa.

Materiales y equipos

- Horno a temperatura de 110°C ± 5
- Muestra de suelos granular
- Bandejas y taras
- Balanza con precisión de 0.1 g

- **Procedimiento**

  Tome 500 gramos de agregado fino y 300 gramos de agregado grueso, mida su peso húmedo y mida su peso en agua después de secarlos a temperatura constante durante 24 horas en un horno. Para obtener una masa constante, se recomienda dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente de 1 a 3 horas.

- **Metodología de cálculo**

$$\%H = \frac{Mh - Ms}{Ms} * 100$$

Donde:

H: Porcentaje de humedad

Mh: Masa húmeda de la muestra

Ms: Masa seca de la muestra

2.2.5.3. Porcentaje de absorción y peso específico

La gravedad específica o peso específico se utiliza en física y química para determinar la relación entre el peso y el volumen, y es importante porque es un indicador de la calidad y una medida de la rigidez de las partículas.

El porcentaje de absorción es la cantidad total de humedad en el agregado seco que contiene agua libre o saturada. La absorbencia se mide por el peso de las muestras analizadas después de sumergirlas en agua y secarlas en un horno. Esta prueba es importante porque da una idea de la cantidad de agua o volumen que ingresará al agregado al hacer las mezclas de concreto.

- **Materiales y equipos**
  - Muestra de suelos granular
  - Cesta con malla de alambre
  - Horno a temperatura de 110°C ± 5
  - Bandejas y taras
  - Picnómetro de 500 ml de capacidad
  - Balanza con precisión de 0.1 g
  - Tamiz N°4
  - Molde cónico y barra compactadora de 3mm de diámetro
- **Método de cálculo para agregado grueso**

  Peso específico de la masa

$$\gamma = \frac{Wseco}{Ws - Wa}$$

  Donde:

  γ: Peso específico de la masa

  W_{seco}: Peso de la muestra seca (gr)

  W_s: Peso de la muestra saturada superficialmente seca al aire (gr)

  W_a: Peso del agua de la muestra saturada (gr)

  - Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$\gamma_{sss} = \frac{Ws}{Ws - Wa}$$

- Absorción

$$\%Abs = \frac{Ws - Wseco}{Wseco} * 100$$

- **Método de cálculo para agregado fino**

  Peso específico de la masa

$$\gamma = \frac{W}{W1 + W2 - W3}$$

Donde:

W: Peso del agregado fino (gr)

W1: Peso de la muestra saturada superficialmente seca de AF (gr)

W2: Picnómetro + agua (gr)

W3: Picnómetro + agua + muestra (gr)

- Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$\gamma_{sss} = \frac{W}{W1 + W2 - W3}$$

- Absorción

$$\%Abs = \frac{W1 - W}{W} * 100$$

2.2.5.4. Peso unitario

El objeto de este ensayo es determinar el peso volumétrico del árido grueso y fino. Incluso la composición de ambos, para comprobar y obtener el peso unitario en estado compactado o suelto.

- **Materiales y equipos**
  - Balanza
  - Recipientes

- 1 varilla compactadora de 5/8'' de diámetro y 60 cm de longitud, semiesférico de 8mm

- **Procedimiento**

Un método de compactación que usa un agregado que tiene un tamaño nominal menor o igual a 39 mm (1 ½ pulgada). Para esta prueba, el relleno se coloca en el recipiente en capas de igual volumen (3 capas) hasta llenarlo; cabe señalar que en cada capa se nivela a mano y se golpea con una varilla 25 veces. El material se distribuye uniformemente en cada capa.

- **Método de cálculo**

$$P_{ss} = \frac{G - T}{V}$$

Donde:

Pss: Peso unitario del agregado seco y suelto en Kg/m^3

G: Peso del recipiente de medida más el agregado en Kg

T: Peso del recipiente de medida en Kg

V: Volumen del recipiente de medida en m^3

2.2.5.5. Resistencia a compresión

La norma técnica peruana establece que la resistencia a la compresión es el resultado de aplicar una carga de compresión axial a un cilindro fundido o extracto de diamante; se calcula dividiendo la carga máxima obtenida por el área de la sección transversal de la muestra (INDECOPI, 2008).

También menciona que los resultados de la resistencia a la compresión deben interpretarse con cuidado ya que estos valores dependen del tamaño y la forma de la muestra, el lote, el proceso de mezcla, el método

de muestreo, la fabricación y la forma, la edad, la temperatura y el estado de humedad.

Los resultados de las pruebas se usan para: controlar la calidad del concreto, cumplir con los códigos y evaluar la efectividad de la mezcla.

El equipo de ensayo deberá ser capaz de cargar la muestra a una velocidad continua de 0,25 ± 0,05 MPa/s. Los cilindros de prueba deben romperse de acuerdo con los tiempos permisibles especificados en la NTP 339.034; como se describe en la siguiente tabla.

Tabla 11. *Tolerancia permisible para el ensayo de cilindros de concreto*

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 horas	± 0.5 h ó 2.1%
3 días	± 2 h ó 2.8%
7 días	± 6 h ó 3.6%
28 días	± 20 h ó 3.0%
90 días	± 48 h ó 2.2%

Nota: Tomado de NTP 339.034

Los aspectos a tomar en cuenta en el reporte de este ensayo, son los que se describen a continuación:

- Número de cilindro de concreto.
- Diámetro en mm.
- Longitud en mm, y si está fuera del rango de 1.8D a 2.2D.
- Área de la sección recta.
- Carga máxima en KN.
- Resistencia a la compresión, calculado con aproximación a 0.1 MPa.
- Tipo de fractura.
- Defectos en el espécimen o en el refrentado.

- Edad del espécimen.
- Cuando se requiera: densidad con aproximación a 10 Kg/m3.

En la figura, se puede observar los tipos de fracturas, de los cilindros de concretos sometidos a carga axial.

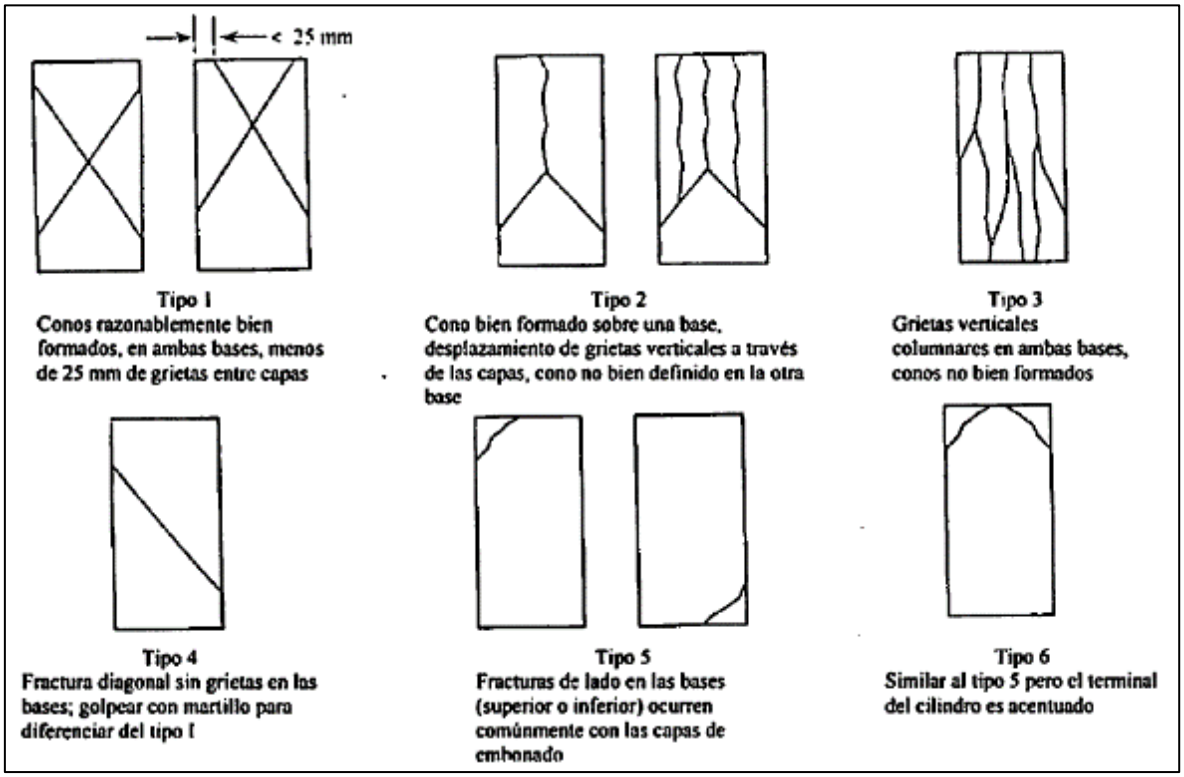


Figura 7. Tipos de fractura
Nota: Tomado de NTP 339.034

2.2.5.6. Resistencia a flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la capacidad de una viga o losa de hormigón para doblarse con una luz mínima de tres veces su espesor. La NTP (Norma Técnica Peruana) establece que el método de ensayo consiste en aplicar una carga a un tercio de la luz de la viga hasta la falla; donde el módulo de ruptura se calcula de acuerdo a la ubicación del daño: dentro del tercio medio o a una distancia no mayor al 5% de la luz libre (INDECOPI, 2012).

El equipo de ensayo debe ser capaz de aplicar una carga constante a la muestra. Para la prueba, la placa de apoyo se usa de modo que la fuerza sobre la viga sea perpendicular a la superficie de la muestra y no tenga excentricidad. Las siguientes líneas describen los requisitos del dispositivo.

- El dispositivo de flexión, debe ser capaz de mantener constante la longitud de la sección especificada y la distancia entre las placas de carga dentro de ±1,0 mm.
- La relación de la distancia horizontal entre el punto de aplicación de la carga y el punto de aplicación de la fuerza de reacción más cercano al canto de la viga es de 1,0 ± 0,03.
- El dispositivo debe poder mantener una distancia constante de aprox. 2,0 mm entre soportes y entre placas de carga.
- La carga debe aplicarse perpendicular al lado superior de la viga para evitar la excentricidad.
- La carga debe aumentarse gradualmente y sin sobresaltos.
- Durante la prueba, la dirección de la fuerza de reacción debe ser paralela a la dirección de la carga aplicada.
- La relación entre la distancia desde el punto de carga hasta la fuerza de reacción más próxima y la altura de la viga no debe ser inferior a 1.
- La relación entre la distancia desde el punto de aplicación de la carga a la reacción más cercana y la altura de la viga no debe ser menor a la unidad.

Los aspectos a considerar en el informe de prueba se describen a continuación.

- Número o identificación de la viga.

- Ancho medio en milímetros, alrededor de 1 mm.
- Altura media en milímetros, aprox. 1 mm.
- Distancia entre apoyos mm.
- Carga máxima aplicada N.
- Módulo de rotura MPa, aprox. 0,05 MPa.
- Referencia al curado de la viga y condiciones de humedad aparente durante la prueba.
- Imperfecciones de la viga observadas.
- Edad de la viga.
- Especificar si las vigas están tratadas superficialmente, lijadas o con cuñas de cuero.

La figura muestra un diagrama de una máquina dobladora para una viga con una carga de un tercio.

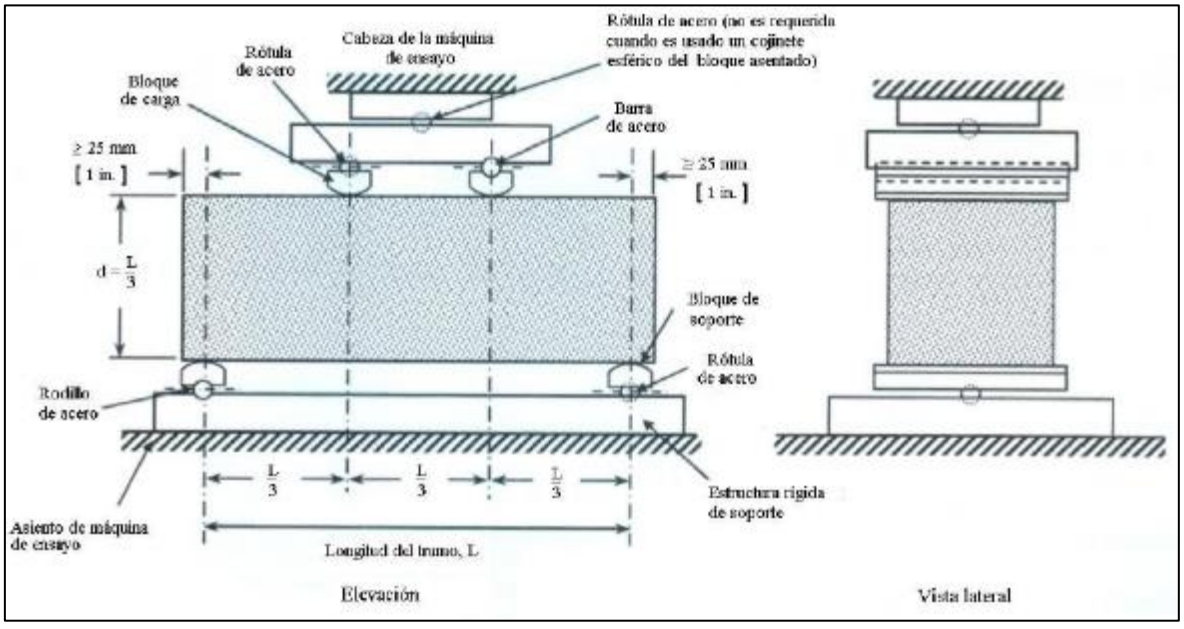


Figura 8. Equipo de flexión de vigas
Nota: Tomado de NTP 339.078

2.3. Definición de términos básicos

- **Agregados naturales**

  También conocidos como áridos, los materiales inertes se combinan con aglomerantes (cemento, cal, etc.) y agua para formar hormigón y mortero; constituyen alrededor del 75% del volumen de una mezcla de hormigón típica. Se dividen en agregados finos y gruesos (Abanto, 1996).

- **Agregados reciclados**

  Materiales minerales obtenidos del procesamiento de piedra procedente de residuos de construcción, demolición u hormigón endurecido, que pueden ser finos o gruesos (Escobar, 2009).

- **Concreto**

  El cemento portland, el árido fino, el árido grueso, el aire y el agua se mezclan en proporciones para obtener determinadas propiedades, especialmente la resistencia; a veces se agregan algunas condiciones llamadas aditivos para mejorar y/o cambiar algunas propiedades del concreto (Abanto, 1996).

- **Concreto reciclado**

  Hormigón elaborado con áridos reciclados o una combinación de áridos reciclados y otro tipo de áridos (Escobar, 2009).

- **Escombros**

  Residuos de demolición, renovación y construcción; suelen clasificarse como residuos municipales, aunque están más relacionados con actividades industriales que con actividades domésticas (Cruz y Velázquez, 2004).

- **Reciclaje**

  Un material o producto se somete a procesos simples o complejos y se reintegra a un ciclo de producción o consumo, ya sea en el mismo ciclo o en otro (Escobar, 2009).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los materiales reciclados influyen significativamente en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.

2.4.2. Hipótesis específicas

- Los materiales reciclados influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.
- Los materiales reciclados influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual

Variable Independiente

Materiales reciclados

El hormigón obtenido de los residuos se envía al vertedero junto con los residuos generales. Sin embargo, a través de un innovador programa de reciclaje,

estos residuos pueden ser reutilizados, reduciendo el impacto en el medio ambiente (Castro & Paredes, 2018).

Variable Dependiente

Propiedades mecánicas del concreto

Las propiedades mecánicas del hormigón obtenido a partir del hormigón en estado endurecido, definidas como la capacidad de resistir fuerzas externas, que pueden ser de compresión, tracción, flexión y cortante (Terreros y Carbajal, 2016).

La siguiente tabla muestra el funcionamiento de las variables.

Tabla 12. *Funcionamiento de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente: **Materiales reciclados**	El concreto obtenido de desperdicios, es transportado al vertedero junto con los residuos comunes. Sin embargo por medio de un novedoso programa de reciclaje este material de desecho puede ser reutilizado de tal forma que se mitigue el impacto ambiental (Castro & Paredes , 2018).	Calidad del agregado grueso	Granulometría	Análisis granulométrico de agregados finos y grueso NTP (400.012)
			Contenido de humedad	Contenido de humedad de agregado fino y grueso (NTP 339.185)
			Peso específico y % de absorción	Peso específico y % de absorción (NTP 440.022)
			Peso volumétrico	Peso unitario (NTP 400.017)
		Dosificación del agregado grueso	25% 50% 75%	Diseño de mezcla del concreto – Método ACI
Variable dependiente: **Propiedades mecánicas del concreto**	Las propiedades mecánicas del concreto se obtienen del concreto en estado endurecido, que se define como la capacidad para soportar esfuerzos externos los cuales pueden ser a compresión, tracción, flexión y cortante (Terreros & Carbajal , 2016).	Resistencia a compresión	F'c	Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034)
			Slump	Asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams (NTP 339.035)
		Resistencia a flexión	M'r	Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

Según Kerlinger y Lee (2002), la investigación científica es el proceso de examinar de manera sistemática, empírica y crítica las relaciones aceptadas con los fenómenos naturales.

El método utilizado para la investigación es científico, ya que está dictado por el estudio de fenómenos que se pueden observar en la realidad, por ejemplo, el efecto del agregado grueso de material reciclado en la resistencia del concreto ordinario.

3.2. Tipo de investigación

Carrasco (2006) menciona que, la investigación aplicada se caracteriza por una práctica directa bien definida, es decir, se investiga con el fin de actuar, modificar, transformar o generar cambio en algún ámbito de la realidad".

Al resolver problemas de investigación, el esquema propone utilizar materiales de construcción reciclados como agregado grueso para evaluar las propiedades mecánicas del concreto con resistencia a la tracción de 175 y 210

kg/cm2, reduciendo así el impacto de los desechos de construcción en el medio ambiente.

Estas definiciones afirman que el interés por aplicar los conocimientos teóricos a situaciones concretas y las consiguientes consecuencias prácticas; caracteriza el tipo de investigación aplicada que nos ayuda a resolver problemas actuales.

3.3. Nivel de investigación

Dado que la investigación pretende abordar las causas y los fenómenos físicos o sociales de los efectos, su alcance o nivel es explicativo (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

Conforme al anterior párrafo, la investigación evaluará los materiales reciclados para agregado grueso de concreto (consecuencia) en las propiedades mecánicas del concreto (causa). Así mismo, se debe mencionar que la investigación desarrolló un grupo control y uno experimental.

3.4. Diseño de investigación

La naturaleza experimental del diseño de investigación surge del hecho de que requiere la manipulación intencional de una actividad para examinar sus posibles resultados. Por esto, el estudio creará modificaciones usando materiales reciclados en varias proporciones para ver cómo afectan las características mecánicas del concreto (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

$$\mathrm{GE:}\ O_1 \times O_2$$
$$\mathrm{GC:}\quad O_3$$

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Hernández, Fernández y Baptista (2014) mencionan que; una población es un conjunto de todos los casos que se ajustan a un conjunto de normas que conforman el campo de estudio.

En la presente investigación la población está compuesta por toda mezcla de concreto con agregado reciclado, de la ciudad de Huancayo.

3.5.2. Muestra

Una muestra es un subconjunto de la población que se ha elegido utilizando una variedad de técnicas y se cree que es representativa de la población, según (Castro, 2016).

Para facilitar las cosas, la muestra se divide en 12 probetas cilíndricas para evaluar la resistencia a compresión del hormigón y 12 vigas prismáticas para evaluar la resistencia a flexión del hormigón.

La tabla muestra el agrupamiento de las muestras.

Tabla 13. Agrupamiento de muestras

N° de Muestra	T0	T1	T2	T3
1	X1	Y1	Z1	W1
2	X2	Y2	Z2	W2
3	X3	Y3	Z3	W3
	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$\bar{Z}$	$\bar{W}$

Donde:

T0: Tratamiento control

T1: Agregado grueso de materiales reciclados al 25%

T2: Agregado grueso de materiales reciclados al 50%

T3: Agregado grueso de materiales reciclados al 75%

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Observación directa

La observación es una técnica que consiste en identificar características a través de la percepción mediante la recopilación de datos. En este sentido, este método será más significativo si se realizan pruebas de laboratorio y las discusiones se basan en los hallazgos.

3.6.2. Análisis de documentos

Esto implica la recopilación de información bibliográfica, que puede ser material físico o digital, y los datos resultantes se utilizaron para desarrollar un método para organizar la información.

3.6.3. Trabajo en gabinete

Esto incluye el procesamiento de datos, directamente en el gabinete, desde la recolección de material reciclado hasta el árido grueso, continuando con pruebas de laboratorio como análisis de tamaño de partículas, contenido de humedad, gravedad específica, porcentaje de absorción y densidad aparente. Seguido de estructuras de hormigón de 175 y 210 kg/cm2 y finalmente se completó el ensayo de flexión a compresión de árido de hormigón reciclado.

3.7. Validación de instrumentos de recolección de datos

La herramienta de recolección de datos corresponde al formulario de registro de las pruebas realizadas, el cual cuenta con la firma de aprobación del ingeniero responsable. Por otro lado, hay hojas de cálculo para presentar tablas y figuras y ver estadísticas.

3.8. Procesamiento de la información

3.8.1. Agregado fino

El agregado fino para la elaboración del concreto proviene de la cantera del río Mantaro – Pilcomayo. La siguiente tabla muestra el análisis de tamaño de partícula de agregados finos con un módulo de finura de 2.76.

Tabla 14. Agregado fino, análisis granulométrico

Tamiz	Abertura tamiz	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% acumulado
3/8"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	53.00	3.93	3.93	96.07
N°8	2.36	186.00	13.78	17.70	82.30
N°16	1.18	251.00	18.59	36.30	63.70
N°30	0.6	220.00	16.30	52.59	47.41
N°50	0.3	280.00	20.74	73.33	26.67
N°100	0.15	250.00	18.52	91.85	8.15
N°200	0.075	110.00	8.15	100.00	0.00
Fondo		0.00	0.00	100.00	0.00
Total		1350.00	100.00		

Del mismo modo, se adjunta la curva granulométrica.

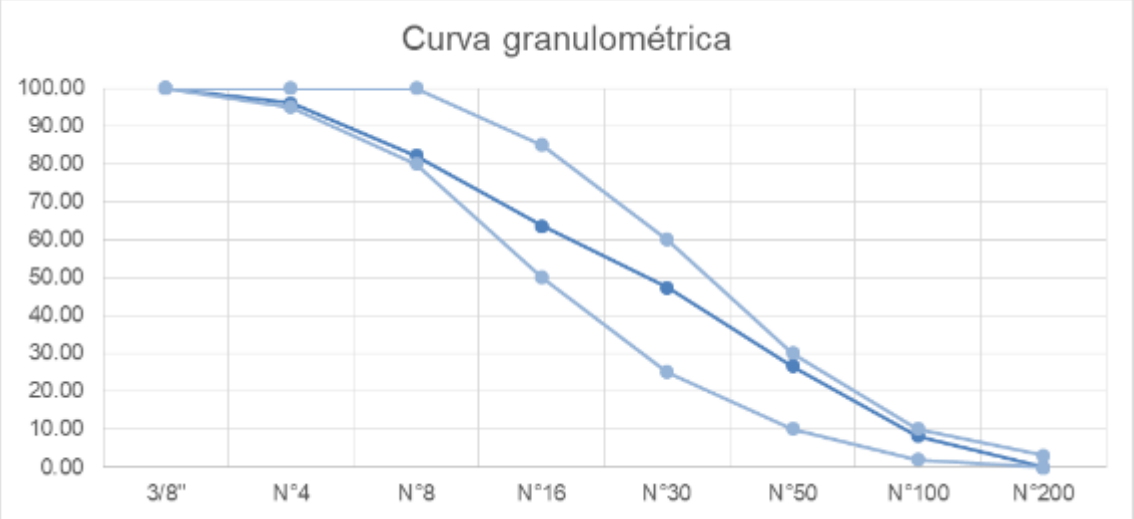


Figura 9. Agregado fino, curva granulométrica

El módulo de finura del agregado fino, el contenido de humedad, el peso unitario, la absorción de agua, el peso libre y el peso compactado se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 15. Características del agregado fino

Módulo de fineza	2.76
Contenido de humedad (%)	4.78
Peso específico (gr/cm3)	2.53
Porcentaje de absorción (%)	3.95
Peso unitario suelto (P.U.S.) (Kg/m3)	1453
Peso unitario compactado (P.U.C.) (Kg/m3)	1654

3.8.2. Agregado grueso

El agregado grueso proviene de la cantera del río Mantaro – Pilcomayo, con un tamaño máximo de ½''. En la tabla se presenta el análisis granulométrico de la piedra chancada.

Tabla 16. Agregado grueso, análisis granulométrico

Tamiz	Abertura tamiz	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% acumulado
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	1950.00	60.94	60.94	39.06
3/8"	9.5	790.00	24.69	85.63	14.38
N°4	4.75	265.00	8.28	93.91	6.09
Fondo		195.00	6.09	100.00	0.00
Total		3200.00	100.00		

Así mismo, se adjunta la curva granulométrica de la piedra chancada de ½''.

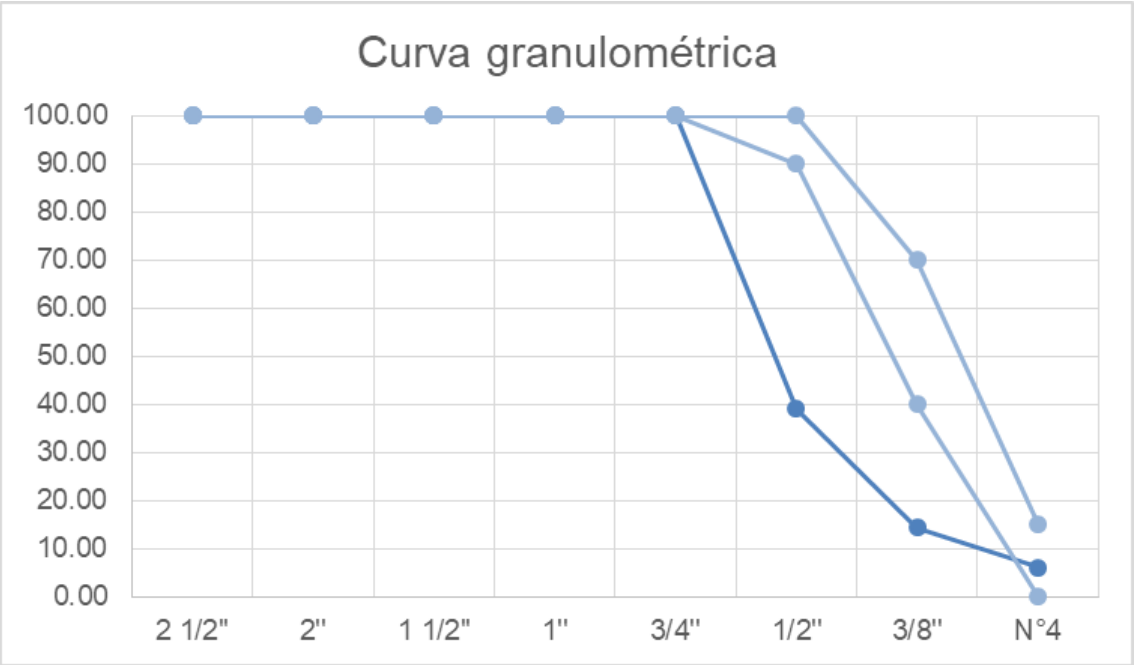


Figura 10. Agregado grueso, curva granulométrica

Para caracterizar el módulo de finura, contenido de humedad, peso específico, porcentaje de absorción, peso unitario suelto y peso unitario compactado, se realizaron ensayos. Los cuales se muestran en la siguiente tabla como resultados.

Tabla 17. Características del agregado grueso

Módulo de fineza	6.80
Tamaño máximo	1/2"
Contenido de humedad (%)	2.25
Peso específico (gr/cm3)	2.63
Porcentaje de absorción (%)	3.38
Peso unitario suelto (P.U.S.) (Kg/m3)	1691
Peso unitario compactado (P.U.C.) (Kg/m3)	1850

3.8.3. Agregado grueso reciclado

Respecto al agregado grueso, este se recolectó de los residuos de construcción de las calles de Ricardo Palma y Huancavelica en el distrito de El Tambo, Huancayo. Así como también de las calles Ayacucho y Amazonas en el distrito de El Tambo. La tabla muestra el análisis granulométrico del árido grueso reciclado correspondiente a los áridos de ½".

Tabla 18. Agregado grueso reciclado, análisis granulométrico

Tamiz	Abertura tamiz	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulado	% acumulado
2 1/2"	63	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.5	1460.00	73.00	73.00	27.00
3/8"	9.5	420.00	21.00	94.00	6.00
N°4	4.75	120.00	6.00	100.00	0.00
Fondo		0.00	0.00	100.00	0.00
Total		2000.00	100.00		

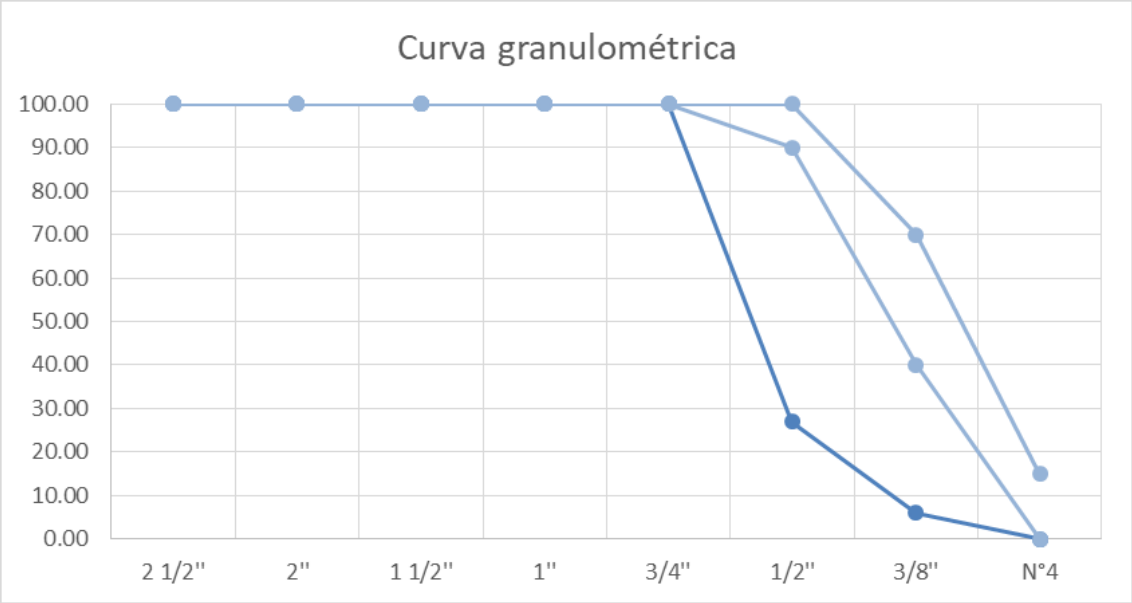


Figura 11. Agregado grueso reciclado, curva granulométrica

Lo mismo ocurre con las pruebas de caracterización que se realizaron de módulo de finura, contenido de humedad, peso específico, porcentaje de absorción, peso unitario suelto y peso unitario compactado. Los cuales se muestran en la siguiente tabla como resultados.

Tabla 19. Características del agregado grueso reciclado

Módulo de fineza	6.94
Tamaño máximo	1/2"
Contenido de humedad (%)	2.19
Peso específico (gr/cm3)	2.41
Porcentaje de absorción (%)	3.29
Peso unitario suelto (P.U.S.) (Kg/m3)	1656
Peso unitario compactado (P.U.C.) (Kg/m3)	1827

3.8.5. Diseño de mezcla

Ambos tipos de hormigón f'c 210 kg/cm2 y f'c 175 kg/cm2 se utilizaron en el desarrollo del diseño de la mezcla. Para una cantidad de material mezclado de 1,00 m3, la siguiente tabla muestra el diseño de mezcla adecuado.

Tabla 20. Diseño de mezcla f'c 175

Características de la mezcla			
A/C	0.54		
Asentamiento	3" - 4"		
Densidad	2967.50	Kg/m^3	
Agua	21.00	L/saco	
Proporción de peso	1.00	3.45	3.67
Proporción en volumen	1.00	3.34	3.55
	Cemento	Arena	Piedra

Cantidad de material para 1.00 m^3 de mezcla		
Material	**Cantidad**	**Unidad**
Cemento portland	329	Kg/m^3
	7.7	bls/m^3
Arena	946.5	Kg/m^3
Piedra	1490.5	Kg/m^3
Agua	201.5	Kg/m^3

Tabla 21. Diseño de mezcla f'c 210

Características de la mezcla			
A/C	0.43		
Asentamiento	3" - 4"		
Densidad	3000.00	Kg/m^3	
Agua	19.50	L/saco	
Proporción de peso	1.00	2.46	2.66
Proporción en volumen	1.00	2.35	2.52
	Cemento	Arena	Piedra

Cantidad de material para 1.00 m^3 de mezcla		
Material	**Cantidad**	**Unidad**
Cemento portland	329	Kg/m^3
	7.7	bls/m^3
Arena	946.5	Kg/m^3
Piedra	1490.5	Kg/m^3
Agua	201.5	Kg/m^3

En la sección de ensayos de laboratorio de anexos, se adjuntan los ensayos de caracterización de los agregados fino, grueso y grueso reciclado. Así como el diseño de mezcla para f'c de 175 kg/cm^2 y de 210 kg/cm^2.

3.8.6. Asentamiento del concreto

Las tablas muestran la composición del hormigón con resistencia f'c=175 kg/cm2 y f'c = 210 kg/cm2 respectivamente.

También cabe mencionar que el asentamiento fue ejecutado de acuerdo a la norma NTP 339.035.

Tabla 22. Asentamiento f'c 175 kg/cm^2

Diseño de mezcla	SLUMP (plg)	% de SLUMP
Convencional	3.2	100%
Agregado reciclado 25%	3.0	94%
Agregado reciclado 50%	4.0	125%
Agregado reciclado 75%	3.2	100%

Tabla 23. Asentamiento f'c 210 kg/cm^2

Diseño de mezcla	SLUMP (plg)	% de SLUMP
Convencional	3.0	100%
Agregado reciclado 25%	3.1	103%
Agregado reciclado 50%	3.0	100%
Agregado reciclado 75%	3.8	127%

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas

4.1.1.1. Concreto f’c 175

- **Concreto convencional**

En la tabla, se puede apreciar la resistencia a compresión del concreto con f’c de 175 Kg/cm^2 convencional.

Tabla 24. R.C. f’c 175, concreto convencional

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm^2)		
	Convencional	f'c diseño	% alcanzado
1	178.01	175.00	101.72
2	178.31	175.00	101.89
3	177.36	175.00	101.35
Promedio	**177.89**	**175.00**	**101.65**

La figura muestra la representación gráfica de la resistencia a compresión del concreto convencional.

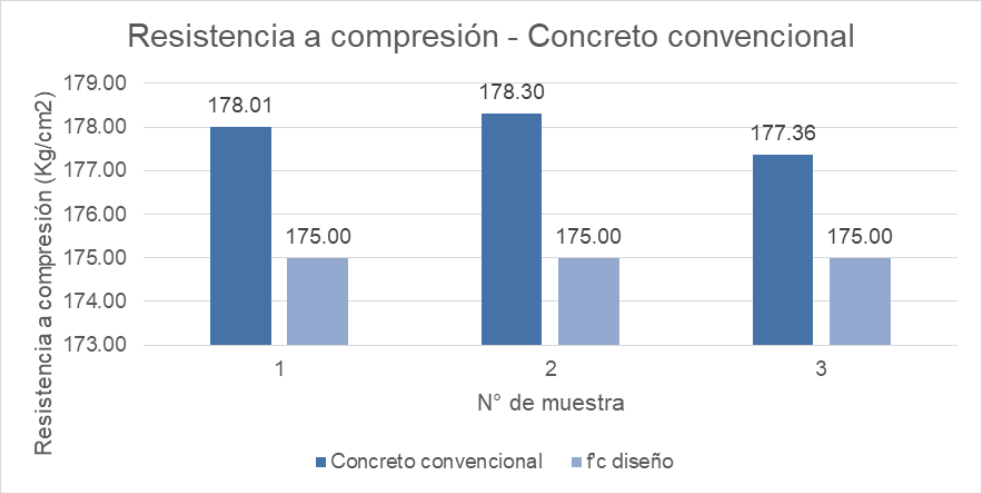


Figura 12. R.C. f'c 175, concreto convencional

- **Concreto con 25% de AGR**

En la tabla, se puede apreciar la resistencia a compresión del concreto con 25% de agregado grueso reciclado.

Tabla 25. R.C. f'c 175, con 25%AGR

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm²)		
	Concreto+25%AGR	f'c diseño	% alcanzado
1	192.52	175.00	110.01
2	192.88	175.00	110.22
3	194.22	175.00	110.98
Promedio	**193.21**	**175.00**	**110.40**

La figura muestra la representación gráfica de la resistencia a compresión del concreto con 25% de agregado grueso reciclado.

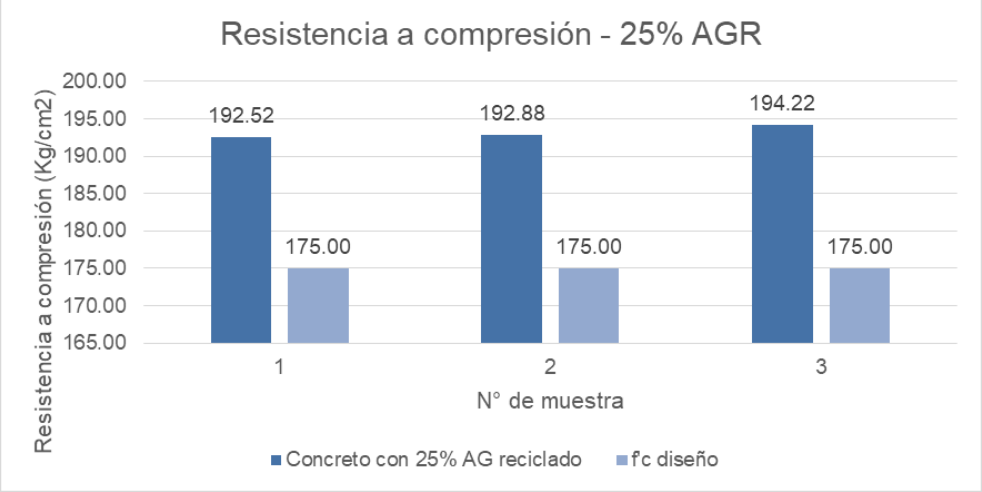


Figura 13. R.C. f'c 175, con 25%AGR

- **Concreto con 50% de AGR**

En la tabla, se puede apreciar la resistencia a compresión del concreto con 50% de agregado grueso reciclado.

Tabla 26. R.C. f'c 175, con 50%AGR

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm²)		
	Concreto+50%AGR	f'c diseño	% alcanzado
1	189.73	175.00	108.42
2	189.40	175.00	108.23
3	190.07	175.00	108.61
Promedio	**189.74**	**175.00**	**108.42**

La figura muestra la representación gráfica de la resistencia a compresión del concreto con 50% de agregado grueso reciclado.

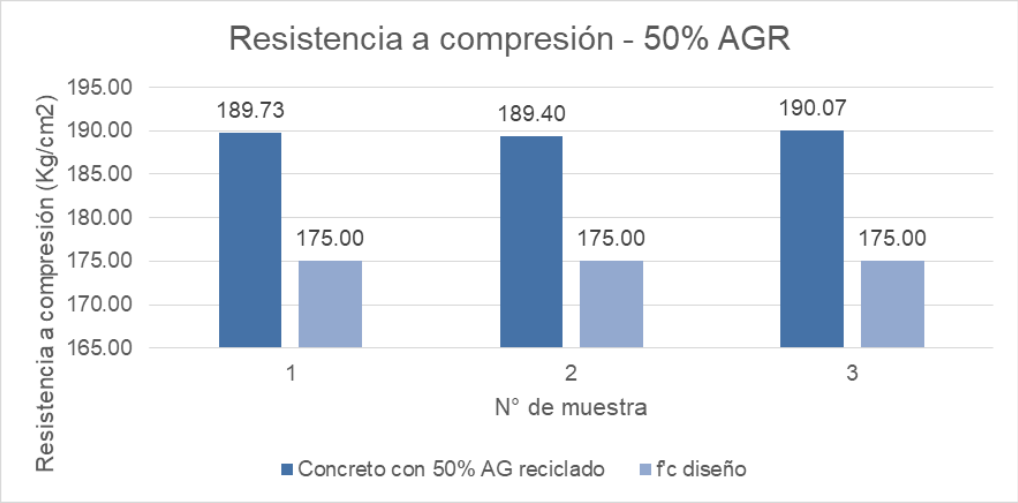


Figura 14. R.C. f'c=175, con 50%AGR

- **Concreto con 75% de AGR**

En la tabla, se puede apreciar la resistencia a compresión del concreto con 75% de agregado grueso reciclado.

Tabla 27. R.C. f'c 175, con 75%AGR

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm²)		
	Concreto+75%AGR	f'c diseño	% alcanzado
1	183.95	175.00	105.11
2	185.45	175.00	105.97
3	184.69	175.00	105.54
Promedio	**184.69**	**175.00**	**105.54**

La figura muestra la representación gráfica de la resistencia a compresión del concreto con 75% de agregado grueso reciclado.

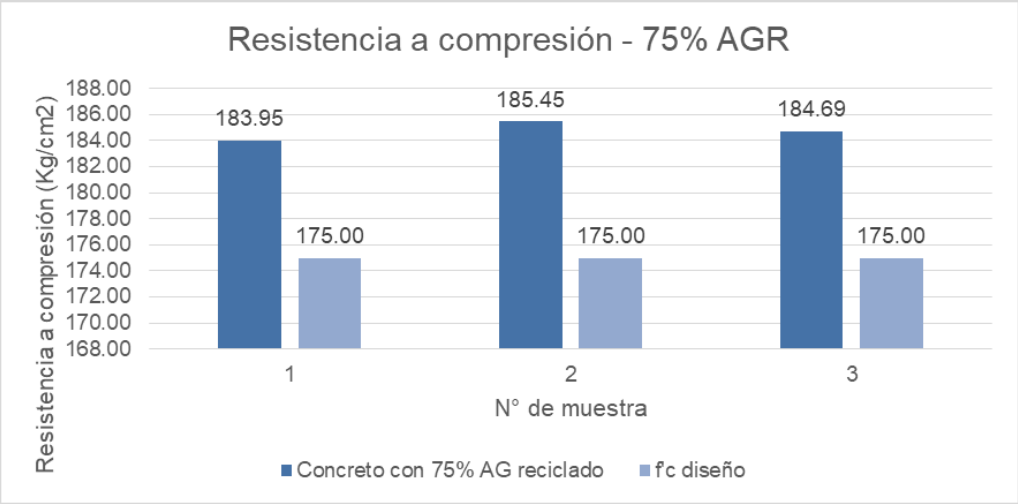


Figura 15. R.C. f'c 175, con 75%AGR

4.1.1.2. Concreto f'c 210

- **Concreto convencional**

La tabla presenta los resultados de resistencia a compresión y el porcentaje alcanzado de la resistencia para un concreto convencional con f'c de 210 Kg/cm^2 convencional.

Tabla 28. R.C. f'c 210, concreto convencional

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm^2)		
	Convencional	f'c diseño	% alcanzado
1	218.46	210.00	104.03
2	218.96	210.00	104.27
3	218.70	210.00	104.14
Promedio	**218.71**	**210.00**	**104.15**

En figura se adjunta la representación gráfica de la resistencia del concreto alcanzada a los 28 días, respecto a la resistencia de diseño.

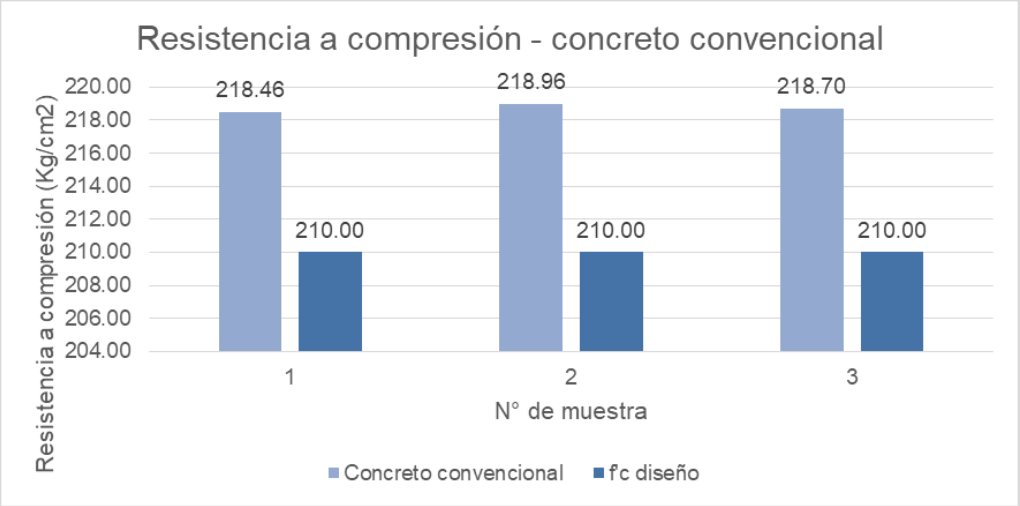


Figura 16. R.C. f'c 210, concreto convencional

- **Concreto con 25% de AGR**

La tabla presenta los resultados de resistencia a compresión y el porcentaje alcanzado de la resistencia para un concreto convencional con f'c de 210 Kg/cm^2 con 25% de agregado grueso reciclado.

Tabla 29. R.C. f'c 210, con 25% AGR

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm^2)		
	Concreto+25%AGR	f'c diseño	% alcanzado
1	243.15	210.00	115.79
2	242.82	210.00	115.63
3	242.58	210.00	115.52
Promedio	**242.85**	**210.00**	**115.64**

En figura se adjunta la representación gráfica de la resistencia del concreto con 25% de agregado grueso reciclado, junto con la resistencia de diseño.

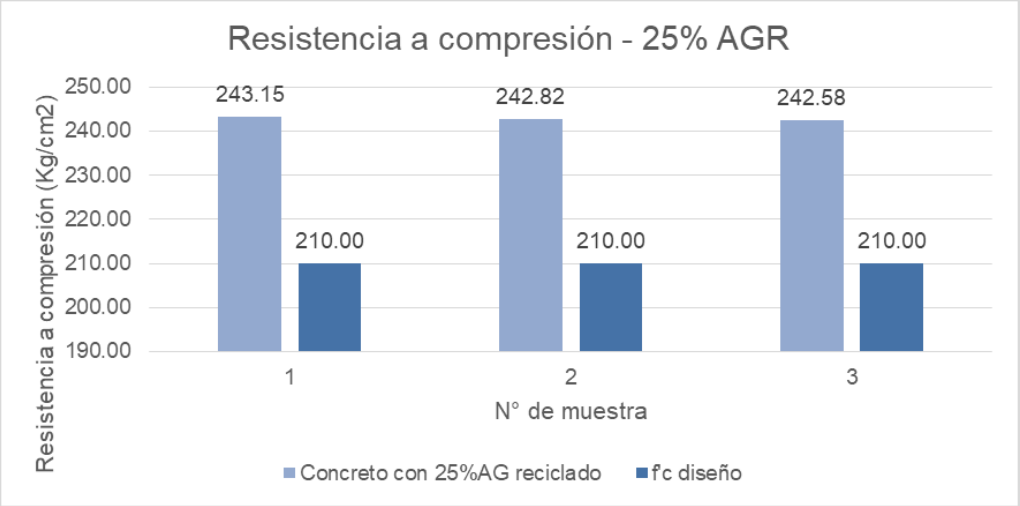


Figura 17. R.C. f'c 210, concreto con 25%AGR

- **Concreto con 50% de AGR**

La tabla presenta los resultados de resistencia a compresión y el porcentaje alcanzado de la resistencia para un concreto convencional con f'c de 210 Kg/cm^2 con 50% de agregado grueso reciclado.

Tabla 30. R.C. f'c 210, con 50% AGR

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm^2)		
	Concreto+50%AGR	f'c diseño	% alcanzado
1	236.00	210.00	112.38
2	235.54	210.00	112.16
3	235.59	210.00	112.18
Promedio	**235.71**	**210.00**	**112.24**

En figura se adjunta la representación gráfica de la resistencia del concreto con 50% de agregado grueso reciclado, junto con la resistencia de diseño.

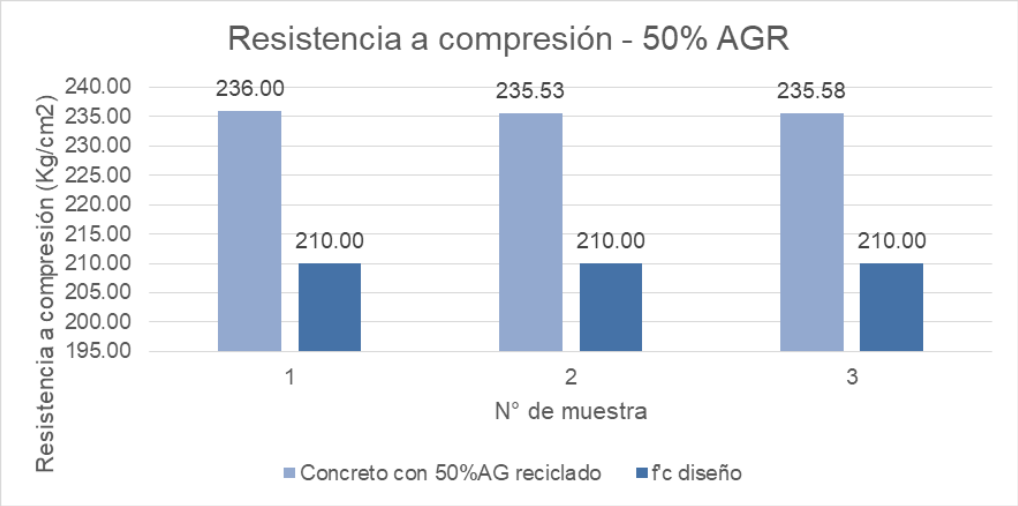


Figura 18. R.C. f'c 210, con 50%AGR

- **Concreto con 75% de AGR**

La tabla presenta los resultados de resistencia a compresión y el porcentaje alcanzado de la resistencia para un concreto convencional con f'c de 210 Kg/cm^2 con 75% de agregado grueso reciclado.

Tabla 31. R.C. f'c 210, con 75% AGR

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm^2)		
	Concreto+75%AGR	f'c diseño	% alcanzado
1	227.98	210.00	108.56
2	228.70	210.00	108.90
3	228.38	210.00	108.75
Promedio	**228.35**	**210.00**	**108.74**

En figura se adjunta la representación gráfica de la resistencia del concreto con 75% de agregado grueso reciclado, junto con la resistencia de diseño.

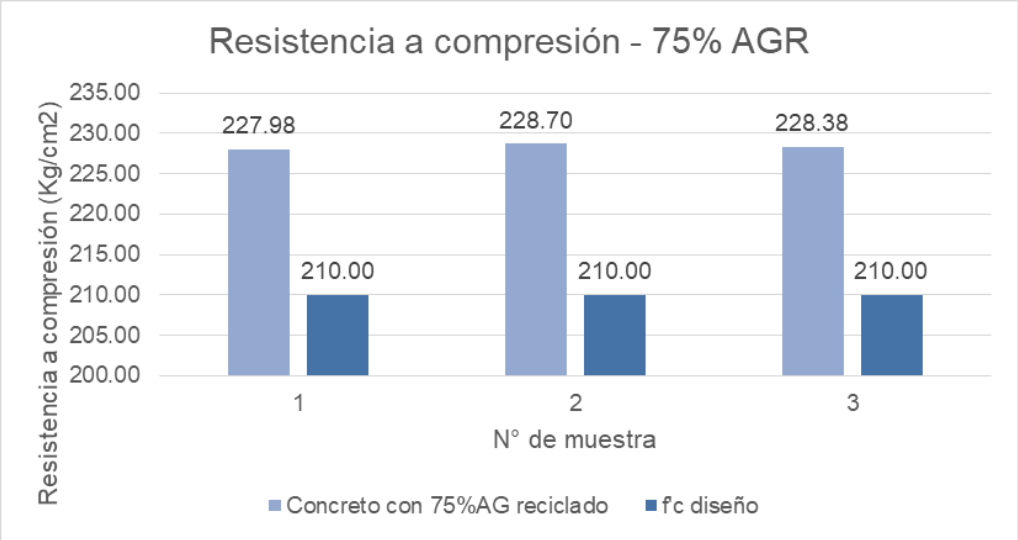


Figura 19. R.C. f'c 210, con 75%AGR

4.1.2. Materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas

4.1.2.1. Concreto f'c 175

La tabla siguiente muestra la resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, para las proporciones de 0%; 25%; 50% y 75% de agregado grueso reciclado.

Tabla 32. R.F. f'c 175

Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm²)			
	Convencional	Concreto + 25%AGR	Concreto + 50%AGR	Concreto + 75%AGR
1	44.09	51.08	50.25	48.43
2	45.03	51.77	50.46	48.01
3	45.22	51.15	50.19	48.75
Promedio	**44.78**	**51.33**	**50.30**	**48.40**

Del mismo modo, en las siguientes figuras se puede apreciar la representación gráfica de la resistencia alcanzada de las vigas para los diferentes tratamientos.

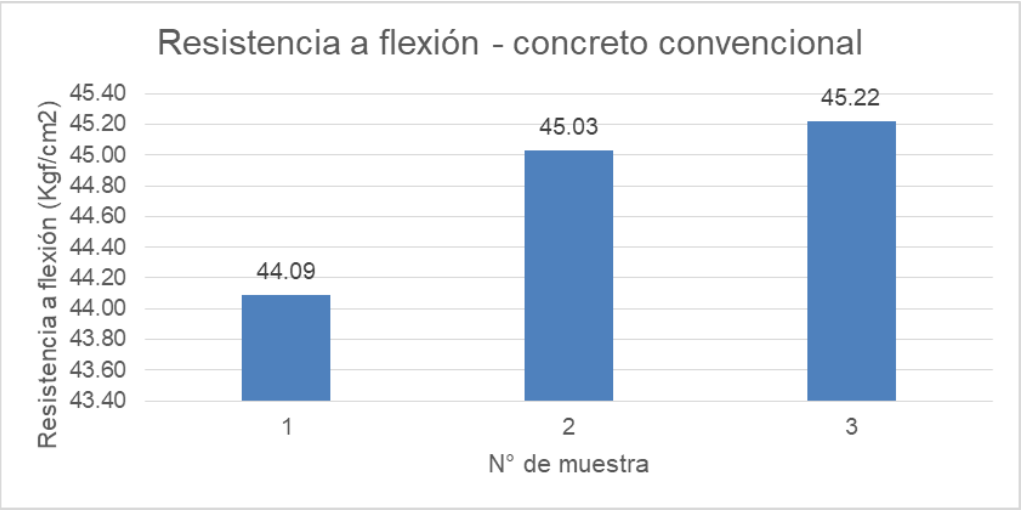


Figura 20. R.F. f'c 175, concreto convencional

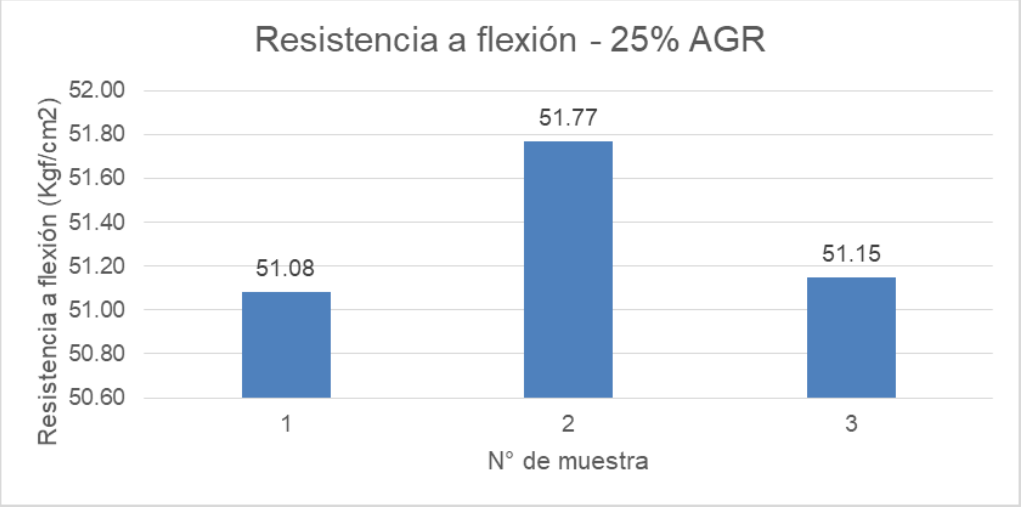


Figura 21. R.F. f'c 175, concreto con 25%AGR

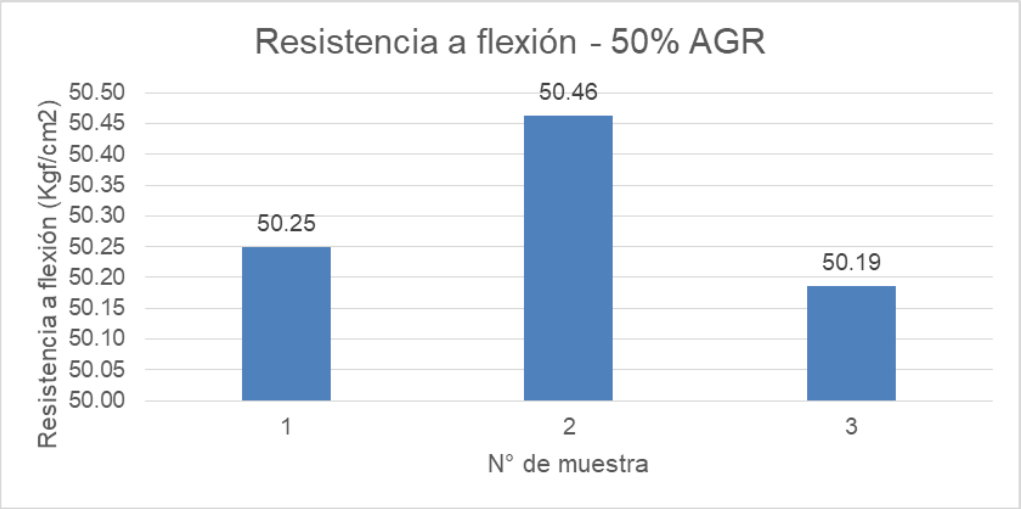


Figura 22. R.F. f'c 175, concreto con 50%AGR

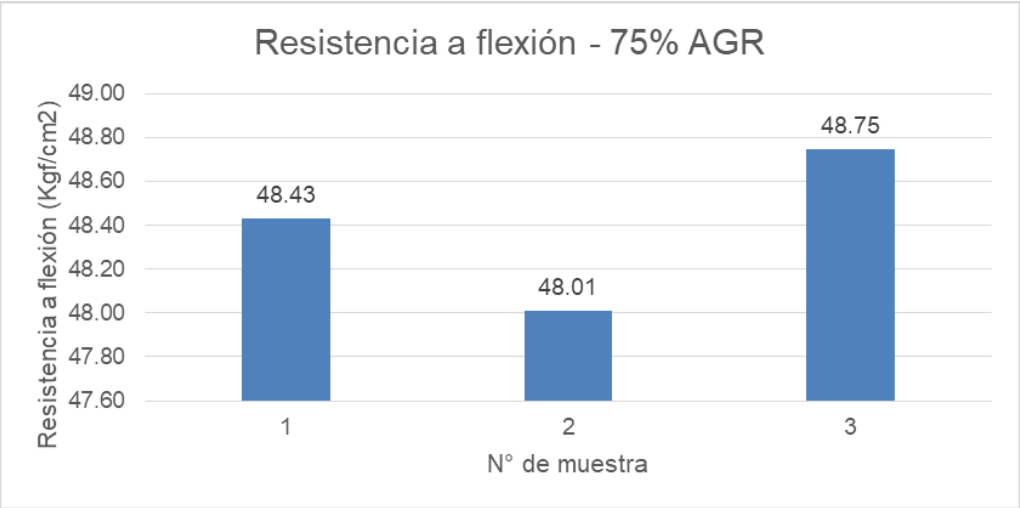


Figura 23. R.F. f'c 175, concreto con 75 %AGR

4.1.2.2. Concreto f'c 210

La tabla muestra la resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, para las proporciones de 0%; 25%; 50% y 75% de agregado grueso reciclado, correspondiente a la resistencia de diseño de f'c = 210 Kg/cm^2.

Tabla 33. R.F. f'c 210

Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm^2)			
	Convencional	Concreto + 25%AGR	Concreto + 50%AGR	Concreto + 75%AGR
1	50.29	61.11	58.25	55.58
2	49.58	61.55	58.38	55.01
3	50.62	60.33	58.17	55.98
Promedio	**50.17**	**61.00**	**58.27**	**55.52**

De la misma forma, en las siguientes figuras se puede apreciar la representación gráfica de la resistencia alcanzada de las vigas para los diferentes tratamientos.

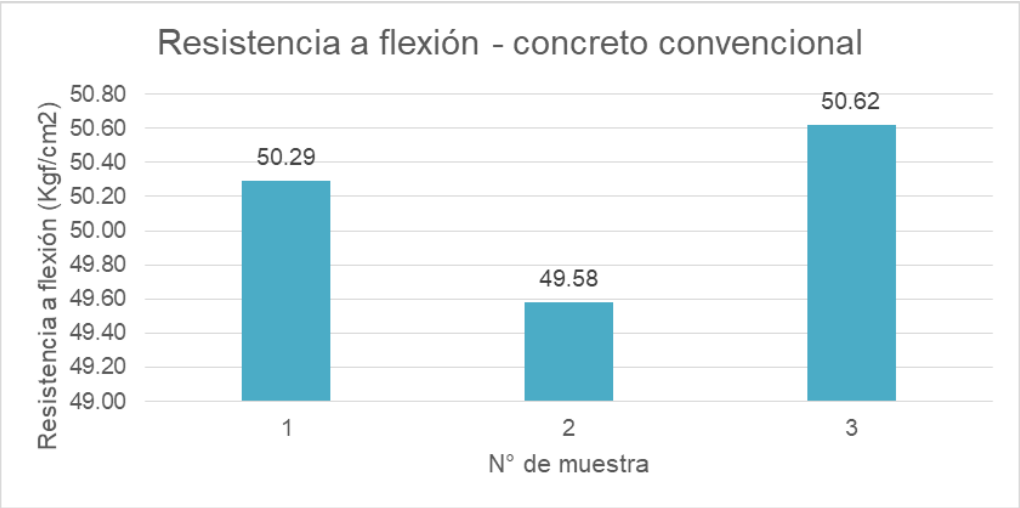


Figura 24. R.F. f'c 210, concreto convencional

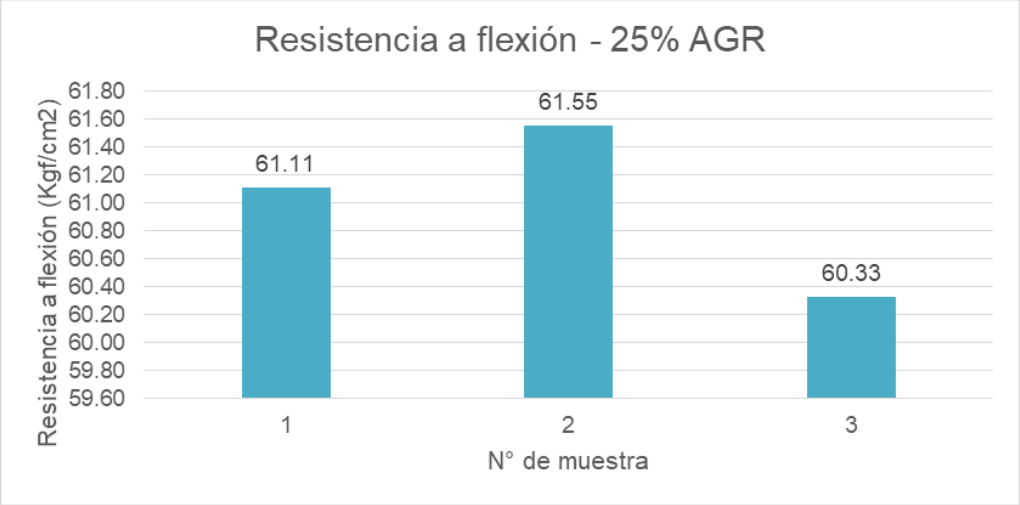


Figura 25. R.F. f'c 210, con 25%AGR

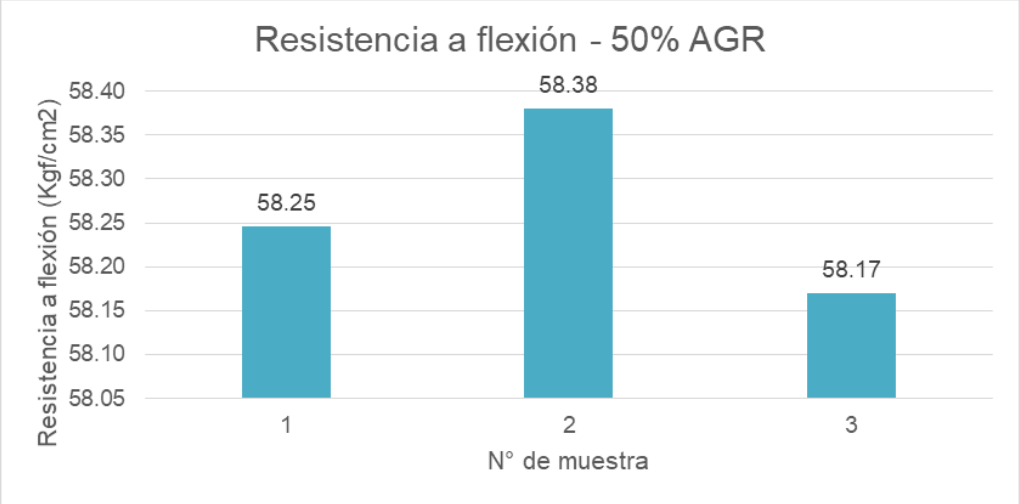


Figura 26. R.F. f'c 210, con 50%AGR

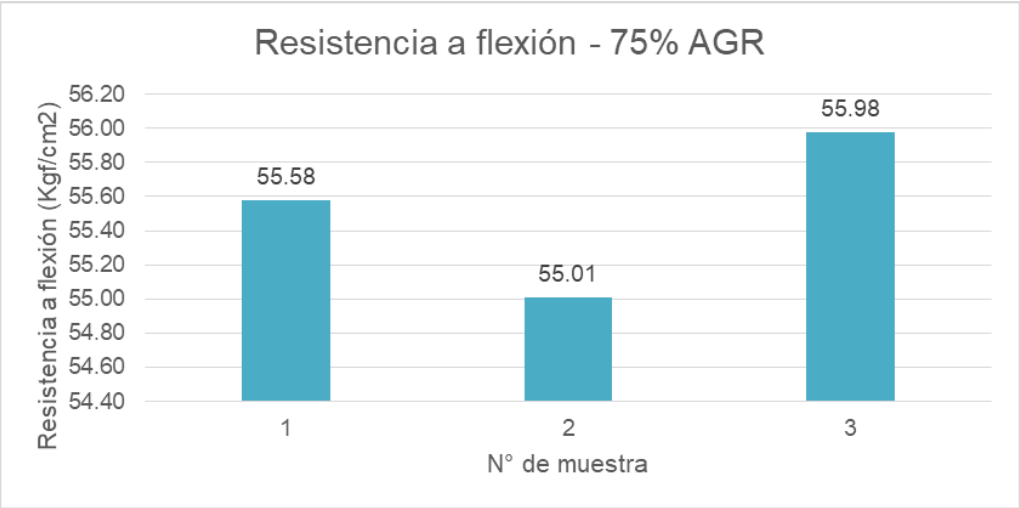


Figura 27. R.F. f'c 210, con 75%AGR

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas

Con el fin de investigar el efecto del agregado reciclado en la resistencia a compresión de losas y pavimentos de concreto, se realizó un diseño completamente al azar para las resistencias de diseño de 175 Kg/cm2 y 210 Kg/cm2. A partir del cual se obtuvo ANOVA y se realizó la prueba de Tukey para probar las diferencias de tratamiento.

4.2.1.1. Concreto f'c 175

Las hipótesis para este apartado fueron.

H0: u1 = u2 = u3

H1: u1 ≠ u2 ≠ u3

La siguiente tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión después del tratamiento aplicado correspondientes a dosificaciones de 0%, 25%, 50% y 75% de árido grueso reciclado.

Tabla 34. R.C. f'c 175 – tratamientos

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm2)			
	Convencional	Concreto+ 25%AGR	Concreto+ 50%AGR	Concreto+ 75%AGR
1	178.01	192.52	189.73	183.95
2	178.30	192.88	189.40	185.45
3	177.36	194.22	190.07	184.69
Promedio	**177.89**	**193.21**	**189.74**	**184.69**

Luego, los datos se cargaron en SPSS 23 para el análisis de varianza y la prueba de Tukey, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 35. R.C. f'c 175 – ANVA

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	398,286[a]	3	132.762	310.736	.000
Intersección	416857.508	1	416857.508	975675.853	.000
Tratamiento	398.286	3	132.762	310.736	.000
Error	3.418	8	.427		
Total	417259.212	12			
Total corregido	401.704	11			

a. R al cuadrado = ,991 (R al cuadrado ajustada = ,988)

De la tabla mostrada, el valor de F calculado para tratamientos fue 310.736 el cual es mayor al valor de F tabulado de 4.066. Lo cual señala que los agregados reciclados afectaron a los tratamientos de la resistencia del concreto de 175 Kg/cm2, por lo que es posible decir que los agregados reciclados influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto.

Tabla 36. R.C. f'c 175 – P. Tukey

Resistencia a compresión 175 Kg/cm2

HSD Tukey[a,b]

Tratamientos	N	Subconjunto 1	2	3	4
,00	3	177.8900			
3,00	3		184.6967		
2,00	3			189.7333	
1,00	3				193.2067
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,427.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

Con base en la prueba de Tukey obtenida, se puede concluir y confirmar que el tratamiento 1 de 25% de agregado grueso reciclado brinda el valor más alto de resistencia a la compresión del concreto de 175 kg/cm2 y el concreto con las mejores propiedades de concreto.

4.2.1.2. Concreto f'c 210

Las hipótesis para este apartado fueron.

H0: u1 = u2 = u3

H1: u1 ≠ u2 ≠ u3

La siguiente tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión después de aplicar el tratamiento correspondiente a las dosis de 0%, 25%, 50% y 75% de árido grueso reciclado.

Tabla 37. R.C. f'c 210 – tratamientos

Muestra	Resistencia a compresión (kg/cm2)			
	Convencional	Concreto+ 25%AGR	Concreto+ 50%AGR	Concreto+ 75%AGR
1	218.46	243.15	236.00	227.98
2	218.96	242.82	235.53	228.70
3	218.70	242.58	235.58	228.38
Promedio	**218.71**	**242.85**	**235.71**	**228.35**

Luego, los datos se cargaron en SPSS 23 para el análisis de varianza y la prueba de Tukey, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 38. R.C. f'c 210 – ANVA

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	960,072[a]	3	320.024	3751.747	.000
Intersección	642570.032	1	642570.032	7533060.166	.000
Tratamiento	960.072	3	320.024	3751.747	.000
Error	.682	8	.085		
Total	643530.787	12			
Total corregido	960.754	11			

a. R al cuadrado = ,999 (R al cuadrado ajustada = ,999)

De la tabla mostrada, el valor de F calculado para tratamientos fue 3 751.747 el cual es mayor al valor de F tabulado de 4.066. Lo cual señala que el agregado grueso reciclado afecta a los tratamientos de la resistencia del concreto de 210Kg/cm^2, por lo que es posible decir que los agregados reciclados influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto.

Tabla 39. R.C. f'c 210 – P. Tukey

Resistencia a compresión 210 Kg/cm2

HSD Tukey[a,b]

Tratamientos	N	Subconjunto 1	2	3	4
,00	3	218.7067			
3,00	3		228.3533		
2,00	3			235.7033	
1,00	3				242.8500
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias observadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,085.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
b. Alfa = 0.05.

A partir de la prueba de Tukey obtenido, se puede confirmar que el tratamiento de hormigón 1 con un 25 % de árido grueso reciclado muestra el

mayor valor de resistencia a la compresión del hormigón de 210 kg/cm2 y el mejor rendimiento.

4.2.2. Materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas

Para examinar el efecto del agregado reciclado en el desempeño a la flexión de losas deportivas y concreto para veredas, se realizó un diseño completamente al azar (DCA) para propiedades de flexión de diseño de 175 kg/cm2 y 210 kg/cm2. A partir del cual se obtuvo ANOVA y se realizó la prueba de Tukey para probar las diferencias de tratamiento.

4.2.2.1. Concreto f'c 175

Las hipótesis para este apartado fueron.

H0: u1 = u2 = u3

H1: u1 ≠ u2 ≠ u3

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la resistencia a flexión con los tratamientos aplicados, que corresponden a las proporciones de 0%; 25%; 50% y 75% de agregado grueso reciclado.

Tabla 40. R.F. f'c 175 – tratamientos

Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm2)			
	Convencional	Concreto+ 25%AGR	Concreto+ 50%AGR	Concreto+ 75%AGR
1	44.09	51.08	50.25	48.43
2	45.03	51.77	50.46	48.01
3	45.22	51.15	50.19	48.75
Promedio	44.78	51.33	50.30	48.40

Los datos de la tabla mostrada se ingresaron al programa SPSS 23, para obtener el análisis de varianza y prueba de Tukey que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 41. R.F. f'c 175 – ANVA

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	74,858[a]	3	24.953	149.381	.000
Intersección	28463.202	1	28463.202	170395.822	.000
Tratamientos	74.858	3	24.953	149.381	.000
Error	1.336	8	.167		
Total	28539.397	12			
Total corregido	76.195	11			

a. R al cuadrado = ,982 (R al cuadrado ajustada = ,976)

De la tabla que se muestra, el valor F calculado del tratamiento es 149,381, que es mayor que el valor F de 4,066 en la tabla, lo que muestra que el agregado reciclado afectó el comportamiento a flexión del concreto a 175 Kg/cm2. Por lo que cabe decir que, el agregado reciclado afectó significativamente la resistencia a la flexión del concreto.

Tabla 42. R.F. f'c 175 – P. Tukey

HSD Tukey[a,b]

Tratamientos	N	Subconjunto 1	Subconjunto 2	Subconjunto 3
,00	3	44.7800		
3,00	3		48.3967	
2,00	3			50.3000
1,00	3			51.3333
Sig.		1.000	1.000	.058

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = ,167.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

b. Alfa = 0.05.

De la prueba de Tukey obtenida, se puede concluir y confirmar que el tratamiento 1 de 25% de hormigón grueso reciclado mostró el mayor valor de resistencia a la flexión del hormigón de 175 Kg/cm2 y las mejores propiedades del hormigón.

4.2.2.2. Concreto f'c 210

Las hipótesis para este apartado fueron.

H0: u1 = u2 = u3

H1: u1 ≠ u2 ≠ u3

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la resistencia a flexión con los tratamientos aplicados, que corresponden a las proporciones de 0%; 25%; 50% y 75% de agregado grueso reciclado.

Tabla 43. R.F. f'c 210 – tratamientos

Muestra	Resistencia a flexión (kg/cm2)			
	Convencional	Concreto+ 25%AGR	Concreto+ 50%AGR	Concreto+ 75%AGR
1	50.29	61.11	58.25	55.58
2	49.58	61.55	58.38	55.01
3	50.62	60.33	58.17	55.98
Promedio	**50.17**	**61.00**	**58.27**	**55.52**

Los datos se ingresaron al programa SPSS 23, para obtener el análisis de varianza y prueba de Tukey que se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 44. R.F. f'c 210 – ANVA

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente:

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	192,518[a]	3	64.173	281.141	.000
Intersección	37951.877	1	37951.877	166267.213	.000
Tratamientos	192.518	3	64.173	281.141	.000
Error	1.826	8	.228		
Total	38146.221	12			
Total corregido	194.344	11			

a. R al cuadrado = ,991 (R al cuadrado ajustada = ,987)

De la tabla mostrada, el valor de F calculado para tratamientos fue 281.141 el cual es mayor al valor de F tabulado de 4.066. Lo cual señala que el agregado grueso reciclado afecta a los tratamientos de la resistencia del

concreto de 210Kg/cm^2, por lo que es posible decir que los agregados reciclados influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto.

Tabla 45. R.F. f'c 210 – P. Tukey

Resistencia a flexión 210 Kg/cm2

HSD Tukey[a,b]

Tratamientos	N	Subconjunto 1	2	3	4
,00	3	50.1633			
3,00	3		55.5233		
2,00	3			58.2667	
1,00	3				60.9967
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
Se basa en las medias obse:vadas.
El término de error es la media cuadrática (Error) = ,228.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.
b. Alfa = 0.05.

De acuerdo con la prueba de Tukey obtenida, está claro que el concreto del tratamiento 1 que contiene 25% de agregado grueso reciclado tuvo el valor más alto de resistencia a la flexión del concreto de 210 kg/cm2 y las mejores propiedades del concreto.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados

El estudio comenzó con la recolección de materiales secos de agregados finos, agregados gruesos y agregados gruesos reciclados de varias canteras.

La cantera Río Mantaro en Pilcomayo es la fuente del agregado fino, para lo cual se realizaron ensayos de caracterización como granulometría, contenido de humedad, peso específico, porcentaje de absorción, peso unitario suelto y peso unitario compactado. La curva granulométrica, que se encuentra dentro de los límites granulométricos del agregado fino, se pudo obtener a partir del análisis granulométrico. Hay que recordar que el módulo de finura representa el índice de finura del árido, por lo que a mayor MF, el árido tiende a ser más grueso. También se debe mencionar que el módulo de finura de los agregados finos se utiliza para estimar las proporciones de agregado fino y grueso en materiales compuestos. El módulo de finura obtenido fue de 2,76, superior a 2,3, por lo que la granulometría del árido fino se considera aceptable. Como información adicional, se puede indicar que las canteras de arena en el Perú tienen módulos

de finura entre 0,79 y 3,81. También cabe señalar que el módulo de finura obtenido de 2,76 es adecuado para mezclas en general y permite una buena trabajabilidad. El agregado fino tenía un contenido de humedad de 4,78 por ciento, un peso específico de 2,53 gr/cm3, una tasa de absorción de 3,95 por ciento, un peso unitario suelto de 1453 kg/m3 y un peso unitario compactado de 1654 kg/m3. El cálculo de la proporción de agregados finos y gruesos en el concreto es más fácil y posible gracias a los resultados mencionados en esta sección final.

Por otro lado, se debe mencionar la investigación de Toirac (2012) donde, realizó la caracterización granulométrica de 25 plantas productoras de arena en República Dominicana, en la cual obtuvieron que 22 de las 25 plantas no cumplen con los requisitos de límites granulométricos y módulo de finura. Por lo que de acuerdo con esta investigación se recomienda siempre evaluar las características granulométricas de los agregados tanto finos como gruesos para evitar problemas de diseño en las diferentes etapas constructivas de las infraestructuras y así concluir las actividades en los tiempos previstos evitando atrasos.

El agregado grueso también proviene de la cantera del río Mantaro en Pilcomayo, cuyo tamaño máximo nominal fue ½''. De igual forma se realizaron ensayos de caracterización de material al agregado grueso. Del análisis granulométrico se obtuvo la curva granulométrica correspondiente al huso 7, donde el agregado grueso no se encuentra dentro de los parámetros del huso. El módulo de fineza del agregado grueso fue 6.80, el contenido de humedad fue 2.25%, el peso específico fue 2.63 gr/cm^3, el porcentaje de absorción fue 3.38%, el peso unitario suelto (PUS) fue 1691 Kg/m^3 y el peso unitario compactado

(PUC) fue 1850 Kg/m^3. Los resultados descritos en esta última parte permiten calcular las proporciones del concreto, por lo que es necesario su ejecución. Por otro lado, se debe mencionar que el tamaño del agregado grueso determinar la resistencia del concreto la cual está en función de la pasta, adherencia entre agregado y cemento y la resistencia de las partículas del agregado (Gamboa, 2013).

El agregado grueso reciclado proviene de los residuos de construcción de las calles del distrito del Tambo. Del análisis granulométrico se obtuvo la curva granulométrica que no cumple con los límites granulométricos del huso 7, el módulo de fineza fue 6.94, y el tamaño máximo nominal del agregado grueso reciclado fue ½''. El contenido de humedad fue 2.19%, el peso específico fie 2.41gr/cm^3, el porcentaje de absorción fue 3.29%, el peso unitario suelto (PUS) fue 1656 Kg/m^3 y el peso unitario compactado (PUC) fue 1827 Kg/cm^3. Los resultados de caracterización del agregado grueso reciclado fueron menores respecto al agregado grueso natural, por lo cual se podría decir que los agregados gruesos reciclados tienen propiedades físicas y mecánicas reducidas debido al impacto de agentes internos como los materiales y de agentes externos como la acción climática, durante el periodo de vida útil. Según la investigación de Castro y Paredes (2018) el agregado grueso reciclado tiene textura porosa y es menos resistente, en base a este antecedente se puede asimilar los resultados de caracterización del agregado grueso reciclado de tamaño máximo de ½'' que fueron inferiores a los resultados del agregado grueso natural del mismo tamaño máximo. Por lo que se recomienda realizar una caracterización física, química y mecánica de los agregados reciclados para evaluar su comportamiento e influencia de forma más significativa y puntual en el concreto.

Luego de la caracterización de los agregados, se completó el diseño de mezcla para las resistencias de 175 y 210 kg/cm2. Adicionalmente, cabe señalar que se eligió el cemento portland andino tipo I porque es muy utilizado en Huancayo y está fácilmente disponible.

Para el diseño de la mezcla se tuvo en cuenta la relación agua cemento (a/c) de 0,54 de un concreto de 175 kg/cm2, con asentamientos entre 3 y 4 pulgadas correspondientes a las resistencias de diseño. Los requerimientos de material para 1 m3 de mezcla son 329 kg de cemento o 7,7 sacos, 946 kg de arena, 1490 kg de piedra y 201 kg de agua. Las proporciones de los materiales, medidas en peso, fueron de 1:3,45:3,67, correspondientes a cemento, arena y piedra, respectivamente.

Para el diseño de mezcla de un concreto de 210 Kg/cm^2, se consideró una relación a/c (agua – cemento) de 0.43, con asentamiento entre 3'' y 4''. La cantidad de material para 1 m^3 de concreto es de 329 Kg de cemento equivalente a 7.7 bolsas, 946.5 Kg de arena, 1490 Kg de piedra y 201.5 Kg de agua. Las proporciones en peso de los materiales fueron 1:2.46:2.66, correspondiente a cemento, arena y piedra respectivamente.

Respecto al asentamiento del concreto, este se desarrolló siguiendo la normativa peruana NTP 339.035. El asentamiento para el concreto de resistencia de 175 Kg/cm^2 convencional (concreto sin agregado reciclado) fue 3.2'', los asentamientos para los tratamientos 1; 2 y 3 fueron 3.0''; 4.0'' y 3.2'' respectivamente. Los cuales no muestran una tendencia de reducción o aumento secuencial en función a la adición de agregados reciclados.

El asentamiento para el concreto de resistencia de 210 Kg/cm^2 convencional (es decir concreto sin agregados reciclados) fue 3.0'', mientras que los asentamientos para los tratamientos 1; 2 y 3 fueron 3.1''; 3.0'' y 3.8'' respectivamente. Los cuales no presentan una tendencia a incrementar o reducir respecto a la adición de agregados reciclados. Sin embargo, se debe resaltar el hecho de que los asentamientos obtenidos se encuentran dentro del rango establecido para los diseños de concreto de 175 y 210 Kg/cm^2.

5.1.1. Materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas

En comparación con el hormigón de diseño, la resistencia a la compresión del hormigón con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm2 mostró un aumento significativo de la resistencia. Como se muestra en la Tabla 24 para concreto convencional, la resistencia promedio a la compresión alcanzada luego de 28 días de curado fue de 177,89 Kg/cm2 con un porcentaje promedio alcanzado de 101,65 por ciento, mientras que la figura ilustra la resistencia alcanzada por las probetas cilíndricas luego de 28 días de curado.

Para concreto con resistencia de diseño de 175 Kg/cm2 y 25% de agregado grueso reciclado (AGR), la resistencia promedio fue de 193,21 Kg/cm2 con un porcentaje promedio de 110 Kg/cm2, o 28 días de curado. De manera similar a como se muestran los resultados descritos en la Tabla 25, la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas con 25% de agregado reciclado se adjunta en la figura 14, donde se aprecian valores de resistencia de 192,52; 192,88 y 194,22 Kg/cm2.

La resistencia a compresión promedio para el concreto con 50% de agregado grueso reciclado fue de 189,74 Kg/cm2, y luego de 28 días de curado se alcanzó un porcentaje de resistencia de 108,42%. Los hallazgos de la Tabla 26 y los resultados de la Figura 15 muestran la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto que pesan 175 kg/cm2 y están hechas con 50% de agregado grueso reciclado.

Como se muestra en la tabla 27, la resistencia a compresión promedio para el concreto con una resistencia de diseño de 175 Kg/cm2 y 75 por ciento de agregado grueso reciclado fue de 184,69 Kg/cm2, con un porcentaje de resistencia alcanzado de 105,54 por ciento. La figura 16 muestra la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón fabricadas con un 75% de árido grueso reciclado, con valores de resistencia de 183, 185 y 184 kg/cm2.

Según ensayos sobre hormigón con una resistencia de diseño de 175 kg/cm2, la proporción de árido grueso reciclado del 25% aumenta significativamente la resistencia a compresión del hormigón a los 28 días, frente a las proporciones del 50% y 75%, que son inferiores pero más resistente que el hormigón típico.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) para comparar las medias de los tratamientos con el fin de confirmar el impacto del agregado grueso reciclado en el concreto. A partir de esto se obtuvo el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de Tukey.

El impacto positivo de los materiales reciclados en la resistencia a la compresión del hormigón se pudo determinar a partir del análisis de varianza. El hecho de que el valor F calculado, que fue de 310,762, fuera superior al valor F tabulado de 4,066, demuestra que los tratamientos utilizados, que fueron

dosificaciones del 25%, incidieron en los valores de resistencia a compresión del hormigón, que fueron de 175 kg/cm2, con un tamaño máximo de ½ pulgada; árido grueso reciclado al 50% y 75%. Luego se usó la prueba de Tukey para comparar las medias de los tratamientos y se descubrió que el Tratamiento 1, que consistía en concreto con 25% de agregado grueso reciclado, tenía los valores más altos de resistencia a la compresión y, por lo tanto, era la proporción ideal de agregado grueso. Se recicla para crear losas deportivas y aceras.

Los resultados de resistencia a compresión del concreto de 210 Kg/cm^2 demostraron el incremento de resistencia considerable respecto a la resistencia de diseño. Para el concreto convencional la resistencia a compresión promedio fue 218,71 Kg/cm^2 con un porcentaje promedio de resistencia alcanzado de 104,15%, como se muestra en la tabla 28. En la figura 17, se presentan los valores de resistencia alcanzados por las probetas cilíndricas de concreto convencional.

Para el concreto con 25% de agregado grueso reciclado la resistencia promedio fue 242,85 Kg/cm^2 con un porcentaje promedio de resistencia alcanzada de 115,64%, respecto al concreto de diseño de 210 Kg/cm^2, tal como se muestra en la tabla 29 y en la figura 18, se puede apreciar las resistencias del concreto con 25% de agregado grueso reciclado de 243,15; 242,82 y 242,58 kg/cm2 para las tres muestras realizadas.

Para el concreto con 50% de agregado grueso reciclado la resistencia promedio fue 235,71 kg/cm2 con un porcentaje promedio de resistencia alcanzada de 112,24% según la tabla 30. En la figura 19 se puede apreciar la resistencia a compresión de las probetas muéstrales de concreto.

Para el concreto con 75% de agregado grueso reciclado la resistencia a compresión promedio fue 228,35 kg/cm^2 con un porcentaje de resistencia promedio alcanzada de 108,74% según la tabla 31. Mientras que en la figura 20, se muestran los valores de resistencia del concreto de 210 kg/cm2 con 75% de agregado grueso reciclado los cuales fueron 227,98; 228,70 y 228,38 Kg/cm^2.

Conforme a los resultados obtenidos, se posible afirmar que la adición de 25% de agregado grueso reciclado presentó mejores resultados de resistencia a compresión a diferencia de los tratamientos 2 y 3 que fueron menores pero mayores respecto a la resistencia a compresión de concreto convencional.

Por lo que, para comprobar la influencia del material reciclado se realizó la prueba de hipótesis por medio del análisis de varianza y prueba de Tukey del diseño completamente al azar (DCA).

Del análisis de varianza se pudo determinar la influencia positiva de los materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto. Debido a que el valor de F calculado fue 320,024 que es mayor al valor de F tabulado de 4,066 para los tratamientos. El cual señala que los valores de resistencia a compresión del concreto de 210 kg/cm2 fueron afectados por la adición de agregados gruesos reciclados. Con la prueba de Tukey se pudo obtener que efectivamente el tratamiento 1 de concreto con 25% de agregado grueso reciclado brinda mejores resultados de resistencia a compresión.

Es así que de acuerdo con los resultados y prueba de hipótesis realizada a la resistencia a compresión del concreto de 175 y 210 kg/cm2, se comprueba la hipótesis de que el agregado grueso reciclado influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto, siendo además la proporción del 25% la que muestra mejores resultados.

La investigación cuenta con el aporte de antecedentes nacionales e internacionales.

Según el antecedente de Girio (2015) en la cual elaboró concretos de resistencias de 210 y 280 kg/cm2, con proporciones de 25; 50 y 100% de agregado grueso reciclado, cuyas probetas se evaluaron a los siete, catorce, veintiuno y veintiocho días de curado, siendo la proporción del 25% de agregado grueso reciclado que brinda mejores propiedades físicas, químicas, mecánicas y de óptima resistencia a la compresión que cumple con la NTP y el RNE E.060.

Según Jordan y Viera (2014) donde evaluó la resistencia del concreto de 210 y 175 kg/cm2 con agregado reciclado en las proporciones de 25, 50 y 100%, siendo la proporción del 25% que incrementó la resistencia a compresión a diferencia de las otras proporciones que disminuyen la resistencia a compresión.

Según el antecedente de Meléndez (2016) en la que utiliza agregado reciclado fino y grueso para un diseño de mezcla de 210 kg/cm2 donde evaluó la resistencia a compresión del concreto a los 7 y 28 días de curado. Demostró que el comportamiento del concreto con agregado reciclado es bueno frente al concreto con agregado natural.

De acuerdo con el antecedente de Erazo (2018) donde menciona que el empleo de agregados reciclados es rentable ya que permite obtener resistencias a compresión superiores al 100% lo cual garantiza su aplicación en elementos no estructurales como sardineles, topellantas, entre otros.

Es así que, de acuerdo con los antecedentes mencionados, la investigación es positiva además de contar con el respaldo de investigaciones anteriores.

5.1.2. Materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas

Los resultados de resistencia a flexión del concreto evidenciaron incremento con la adición de agregado grueso reciclado para las resistencias de diseño de 175 y 210 kg/cm2.

Para el concreto convencional de 175 Kg/cm^2 la resistencia a flexión promedio alcanzada fue 44,78 kg/cm2, para el concreto con 25% de agregado grueso reciclado fue 51,33 kg/cm2, para el concreto con 50% de agregado grueso reciclado fue 50,30 kg/cm2 y para el concreto con 75% de agregado grueso reciclado la resistencia a flexión alcanzada fue 48,40 kg/cm2, tal como se presentó en la tabla 32. En las figuras 21 al 24, se puede apreciar la resistencia a flexión para los tratamientos 1; 2 y 3 (concreto con 25%, 50% y 75% de agregado grueso reciclado respectivamente) alcanzada de las vigas de concreto apoyadas con cargas a los tercios del tramo según la NTP 339.078.

De acuerdo con los resultados descritos, se puede apreciar que el concreto con 25% de agregado grueso reciclado presentó el mayor valor de resistencia a flexión a diferencia de los tratamientos con mayor proporción de agregado grueso reciclado.

Por lo que se realizó la prueba de hipótesis para comprobar la influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a flexión del concreto.

Para el cual se desarrolló el diseño completamente al azar (DCA) del cual se obtuvo el análisis de varianza (ANVA) y prueba de Tukey.

Del análisis de varianza se obtuvo que el valor de F calculado para tratamientos fue 149,381 el cual fue mayor al valor de F tabulado de 4,066, con lo cual se confirma la influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia

a flexión del concreto de 175 kg/cm2. Para determinar qué proporción brinda mejores resultados, se realizó la prueba de Tukey de la cual se obtuvo que el tratamiento 1 de concreto con 25% de agregado grueso presentó mejores resultados de resistencia a flexión. Con lo cual se corrobora que, esta proporción es la que mejor comportamiento de resistencia a flexión del concreto de 175 kg/cm2 presentó.

Los resultados de resistencia a flexión del concreto de 210 Kg/cm^2 de resistencia, evidenciaron valores superiores respecto a la resistencia del concreto convencional.

Para hormigón normal con 210 Kg/cm2 la resistencia a flexión media alcanza 50,17 Kg/cm2, para hormigón con 25% de árido grueso reciclado la resistencia a flexión es de 61,00 Kg/cm2, para hormigón con 50% de árido grueso reciclado es de 58,27 Kg/cm2 y el hormigón con un 75% de árido grueso reciclado tiene una resistencia a la flexión media de 55,52 Kg/cm2. De esto se puede concluir que la proporción de 25% de material mineral grueso reciclado aumentó significativamente la resistencia a la flexión del hormigón después de 28 días de curado. La Figura 25-28 muestra la resistencia a la flexión lograda para vigas con concreto simple y 25%, 50% y 75% de agregado grueso reciclado.

Por lo tanto, se realizó una prueba de hipótesis para examinar el efecto del agregado grueso reciclado en la resistencia a la flexión del concreto. Utilizando un diseño completamente al azar (DCA) y la prueba de Tukey.

Del análisis de varianza se obtuvo el valor de F calculado para tratamientos de 281,141 el cual fue mayor al valor de F tabulado de 4,066, por cual se confirma la influencia del agregado grueso reciclado en diferentes

proporciones sobre la resistencia a flexión del concreto de 210 kg/cm2. Para determinar qué proporción brinda mejores resultados, se realizó la prueba de Tukey de la cual se obtuvo que el tratamiento 1 de concreto con 25% de agregado grueso reciclado presentó mejores resultados de resistencia a flexión. Quedando confirmado que dicha proporción brinda un mejor comportamiento de resistencia a flexión para un hormigón de 210 kg/cm2.

Esta parte de la investigación cuenta con el respaldo de 2 investigaciones. La primera, según Agreda y Moncada (2015) en la que elaboraron prefabricados de concreto con agregados gruesos reciclados en las proporciones de 25%; 50% y 100% para ensayar la resistencia a flexión en viguetas y la resistencia a compresión en probetas cilíndricas, concluyendo que el agregado reciclado brinda resistencias iguales y mayores a las requeridas. Que además pueden ser empleadas en sardineles, bordillos, cuentas y topellantas; conocidos como elementos no estructurales.

El segundo antecedente de Mena y Valdés (2014) en la que emplearon materiales reciclados en las proporciones de 25%; 50% y 100% para tres diseños diferentes, evaluando su resistencia a compresión a los siete, catorce y veintiocho días de curado y la resistencia a flexión a los siete y veintiocho días. Siendo la proporción del 25% de material reciclado que incrementa la resistencia a compresión y flexión, que además son aptos y pueden ser empleados en obras viales de bajo tránsito.

De acuerdo a los resultados y antecedentes referentes, es posible afirmar que los agregados reciclados influyen en la resistencia a compresión y flexión del concreto de 175 y 210 kg/cm2 de diseño, permitiendo de esta forma ser aplicados en concreto como en otras áreas de la ingeniería civil. Siendo un

ejemplo claro de ello su aplicación y uso en losas deportivas y veredas de la ciudad de Huancayo.

CONCLUSIONES

- • Se ha demostrado que los materiales reciclados tienen un efecto positivo en las propiedades mecánicas de los concretos para veredas y losas deportivas de Huancayo. Ya que un 25% de agregado grueso reciclado brinda mejores valores de resistencia a la compresión y flexión en comparación con el concreto convencional, en un 10,41% a f'c =175 kg/cm2 y 15,64% a f'c =210 kg/cm2. Además de reducir el impacto ambiental al aislar estos materiales reciclados en vertederos, reutilizándolos y evitando la degradación de los recursos naturales de la tierra.
- Se encontró que los materiales reciclados tuvieron un efecto positivo en la resistencia a la compresión de veredas y losas deportivas en la ciudad de Huancayo. Cabe señalar que el tratamiento 1 logró una resistencia a la compresión de 193,21 kg/cm2 y 242,85 kg/cm2 con 25% de agregado grueso reciclado, mientras que el concreto normal logró 177,89 kg/cm2 y 218,71 kg/cm2 luego de 28 días de curado.
- Se encontró que los áridos gruesos reciclados tienen un efecto positivo en la resistencia a la flexión de veredas y losas deportivas de concreto de Huancayo. Se obtuvieron valores medios de 51,33 kg/cm2 y 61,00 kg/cm2 debido a la proporción de 25% de árido grueso reciclado, mientras que para el hormigón convencional se obtuvieron resistencias de diseño a flexión de 44,78 kg/cm2 y 50,17 kg/cm2.

RECOMENDACIONES

- Realizar la caracterización física, química y mecánica de los agregados gruesos reciclados correspondientes a piedra chancada para evaluar su comportamiento e influencia en el concreto como secciones de relleno de otros elementos estructurales como pavimentos, terraplenes o taludes; ya que su costo es reducido e incluso se podría decir que nulo. Además de que con esta parte se puede incluso implementar una planta de agregados reciclados que cumplan con las normativas peruanas y así reducir la degradación de áreas naturales de suelos y reducir el impacto ambiental del almacenamiento de materiales reciclados.
- La evaluación de la resistencia a la compresión con varios tiempos de curado se realizó a los 7; 14; 21 días y 28 días para observar el aumento de la resistencia a la compresión del concreto, probar y probar su desempeño en diferentes períodos de curado.
- • Estandarizar la clasificación del material grueso procesado de acuerdo al tamaño de partícula límite de los ejes utilizados. Puede aumentar significativamente y soportar mejor la compresión y flexión del hormigón 175 y 210 kg/cm2 para veredas y losas deportivas, porque la resistencia del hormigón depende de la granulometría para asegurar una buena integración entre el cemento, entre el árido fino y el agua del hormigón para esto correspondería a sus diversas aplicaciones en componentes estructurales y no estructurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

360 en concreto. (2017). *Agregados reciclados: ¿Qué y para qué?* Obtenido de Agregados reciclados: ¿Qué y para qué?: https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/agregados-reciclados-que-y-para-que

Abanto, F. (1996). *Tecnología del concreto.* Lima, Perú.

Agencia UNAL. (02 de Marzo de 2012). *Agencia UNAL - Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de Agencia UNAL: Reciclan escombros para producir agregados de construcción: http://dev2.unal.edu.co/detalle/reciclan-escombros-para-producir-agregados-de-construccion

Agreda, G., & Moncada, G. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados.* Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Bernal , C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía. humanidades y ciencias sociales.* Colombia.

Bolaños, J. (2015). *Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón.* Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador.

Carrasco, S. (2006). *Metodología de la investigación científica.* Lima, Perú: San Marcos.

Castro, A., & Paredes , C. (2018). *Diseño de concreto estructural de resistencia mayores a 210 kg/cm2 con materiales reciclados de concreto, San Juan de Lurigancho, 2018.* Lima, Perú: Universidad César Vallejo.

Castro, E. (2016). *Teoría y práctica de la investigación científica.* Huancayo, Perú: PERUGRAPH SRL.

Cruz, J., & Velázquez, R. (2004). *Concreto reciclado.* México: Instituto Politpecnico Nacional, Escuela Superiror de Ingeniería y Arquitectura.

Cruz, M., & Gómez, O. (2013). *Influencia del agregado grueso reciclado en mampostería en el comportamiento del concreto reciclado.* Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Encofrados. (7 de Abril de 2021). *Encofrados: Veredas*. Obtenido de Encofrados: Veredas: https://encofrados.org/encofrado-de-veredas/y-desencofrado-de-veredas/

Erazo, N. (2018). *Evaluación del diseño de concreto f'c =175 kg/cm2 utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales.* Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal.

Escobar, C. (2009). *Producción de agregados reciclados para la construcción.* México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Gamboa, W. (14 de Enero de 2013). Granulometría del agregado para concreto.

Girio, J. (2015). *Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/cm2, empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus costos unitarios vs. concreto con agregado natural, Barranca - 2015.* Huaraz, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Métdología de la investigación* (6ta Edición ed.). México: McGraw-Hill. Recuperado el 17 de Mayo de 2019

INDECOPI. (2008). Norma Técnica Peruana. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, muestras cilíndricas*. Lima, Perú.

INDECOPI. (2012). Norma Técnica Peruana. *Método de nesayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima, Perú.

Jordan, J., & Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra.* Nuevo Chimbote, Perú: Universidad Nacional de Santa.

Kerlinger, F., & Lee, H. (2002). *Investigación del comportamiento, métodos de investigación en ciencias sociales.* México, México: McGraw- Hill.

Meléndez, A. (2016). *Utilización de concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla f'c= 210kg/cm2 en la cuidad de Huaraz - 2016.* Huaraz, Perú: Universidad San Pedro.

Mena, C., & Valdés, Y. (2014). *Dosificación óptima de una mezcla de concreto con materiales reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Cali para uso en obras viales de bajo tránsito.* Snatiago de Cali, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE*. Lima, Perú.

Municipalidad Distrital de Marangani. (23 de Diciembre de 2019). *Alcalde de Marangani inauguró losa deportiva en la Comunidad Campesina de CCuyo - Cusco*. Obtenido de Alcalde de Marangani inauguró losa deportiva en la Comunidad Campesina de CCuyo - Cusco: http://www.munimarangani.gob.pe/index.php/blog/item/132-alcalde-de-marangani-inauguro-losa-deportiva-en-la-comunidad-campesina-de-ccuyo

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú .* Lima, Perú.

Riva, E. (s.f.). *Diseño de mezclas*. Lima, Perú: Williams.

Terreros, L., & Carbajal , I. (2016). *Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo.* Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Toriac, J. (julio . septiembre de 2012). Caracterización granulométrica de las plantas productoras de arena en la República Dominicana, su impacto en la calidad y costos del hormigón. *Ciencia y sociedad, 37*(3), 293 - 334.

Valderrama, S. (2002). *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica.* Cerro de Pasco, Perú: San Marcos.

Vásquez, V. (2016). *Comparación de la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2 patrón y concreto con adición de agua en diferentes proporciones.*

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Problema general: ¿De qué forma influyen los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021?	**Objetivo general:** Determinar la influencia de los materiales reciclados en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.	**Antecedente nacional:** Según Castro y Paredes (2018), en la tesis "Diseño de concreto estructural de resistencia mayores a 210 kg/cm^2 con materiales reciclados de concreto, San Juan de Lurigancho, 2018". Con el objetivo de determinar la influencia de materiales reciclados de concreto en el diseño de concreto estructural mayores a 210 kg/cm^2. La metodología es científica, con diseño experimental. La población estuvo compuesta por el material de concreto reciclado y la muestra por 40 probetas de concreto. Llegaron a la conclusión de que el material de concreto reciclado influye en el diseño de concreto, ya que la calidad del agregado grueso es poroso y menos resistente que el agregado natural. **Antecedente internacional:** Según Gonzáles y otros (2018) en el artículo de investigación "Estudio del agregado grueso reciclado con granulometría controlada". Con el objetivo de evaluar las propiedades de mecánicas del concreto elaborado con agregado grueso reciclado y granulometría controlada. La metodología es científica, con diseño experimental. La población estuvo compuesta por probetas cilíndricas y viguetas prismáticas. Llegaron a la conclusión de que el concreto elaborado con agregado reciclado tiene propiedades similares al concreto elaborado con agregado natural. **Marco teórico de referencia:** • Agregado grueso • Concreto • Material reciclado • Resistencia a compresión	**Hipótesis general:** Los materiales reciclados influyen significativamente en las propiedades mecánicas del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.	**Variable independiente:** Materiales reciclados Dimensiones: • Calidad del agregado grueso • Dosificación del agregado grueso	**Metodología:** Científico **Tipo:** Aplicada **Nivel:** Explicativo **Diseño:** Experimental **Población:** Compuesta por materiales reciclados de construcción. **Muestra:** No probabilística y por conveniencia, delimitada por 12 probetas cilíndricas y 12 vigas prismáticas. **Técnicas e instrumentos de recolección de datos:** No documental (Fichas de registro de ensayos) **Procesamiento de información:** El procesamiento de información se realizará con el programa Ms – Excel.
Problemas específicos: • ¿De qué forma influyen los materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021? • ¿De qué forma influyen los materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021?	**Objetivos específicos:** • Determinar la influencia de los materiales reciclados en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021. • Determinar la influencia de los materiales reciclados en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.		**Hipótesis específicas:** • Los materiales reciclados influyen significativamente en la resistencia a compresión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021. • Los materiales reciclados influyen significativamente en la resistencia a flexión del concreto, para losas deportivas y veredas en la ciudad de Huancayo - 2021.	**Variable dependiente:** Propiedades mecánicas del concreto Dimensiones: • Resistencia a compresión • Resistencia a flexión	

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Materiales reciclados	El concreto obtenido de desperdicios, es transportado al vertedero junto con los residuos comunes. Sin embargo por medio de un novedoso programa de reciclaje este material de desecho puede ser reutilizado de tal forma que se mitigue el impacto ambiental (Castro & Paredes , 2018).	Calidad del agregado grueso	Granulometría	Análisis granulométrico de agregados finos y grueso NTP (400.012)
			Contenido de humedad	Contenido de humedad de agregado fino y grueso (NTP 339.185)
			Peso específico y % de absorción	Peso específico y % de absorción (NTP 440.022)
			Peso volumétrico	Peso unitario (NTP 400.017)
		Dosificación del agregado grueso	25% 50% 75%	Diseño de mezcla del concreto – Método ACI
Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto	Las propiedades mecánicas del concreto se obtienen del concreto en estado endurecido, que se define como la capacidad para soportar esfuerzos externos los cuales pueden ser a compresión, tracción, flexión y cortante (Terreros & Carbajal , 2016).	Resistencia a compresión	F’c	Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034)
			Slump	Asentamiento del concreto fresco en el cono de Abrams (NTP 339.035)
		Resistencia a flexión	M’r	Ensayo de resistencia a flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (NTP 339.078)

Anexo 3: Instrumentos de recolección

1. Probetas cilíndricas

1.1. Cantidad de concreto para probetas cilíndricas

PROBETAS CILINDRICAS		
DIMENSIONES		
DIAMETRO	**:**	m
ALTURA	**:**	m
AREA	**:**	m2
VOLUMEN	**:**	m3
Volumen para 12 probetas:		
VOLUMEN	**:**	m3

1.2. Asentamiento del concreto

SLUMP DEL CONCRETO f'c=175 kg/cm2					
Diseño de mezcla	**SLUMP (M-1)**	**SLUMP (M-2)**	**SLUMP (M-3)**	**SLUMP PROM. (plg)**	**% de SLUMP**
Convencional					
Agregado reciclado 25%					
Agregado reciclado 50%					
Agregado reciclado 100%					

SLUMP DEL CONCRETO f'c=210 kg/cm2					
Diseño de mezcla	**SLUMP (M-1)**	**SLUMP (M-2)**	**SLUMP (M-3)**	**SLUMP PROM. (plg)**	**% de SLUMP**
Convencional					
Agregado reciclado 25%					
Agregado reciclado 50%					
Agregado reciclado 100%					

1.3. Rotura de probetas

Fecha de elaboración: f'c =

Fecha de rotura:

MUESTRA		CONVENCIONAL		AGREGADO RECICLADO					
				25%		50%		75%	
	Tipo de Probeta	Cilíndrica		Cilíndrica		Cilíndrica		Cilíndrica	
	Lado	mm		mm		mm		mm	
	Diámetro	mm		mm		mm		mm	
	Área								
	Edad								
	Carga de Rotura		KN		KN		KN		KN
	Carga de Rotura		KG		KG		KG		KG
	Tensión Máxima								
	F´c Diseño (Kg/cm2)		kg/cm2		kg/cm2		kg/cm2		kg/cm2
	% Alcanzado		%		%		%		%
	IMAGEN								
	TIPO DE FALLA								

2. Vigas prismáticas

2.1. Cantidad de concreto para vigas prismáticas

VIGAS PRISMÁTICAS		
DIMENSIONES		
AREA	**:**	m2
ALTO /LARGO	**:**	m2
VOLUMEN	**:**	m3

Volumen para 12 vigas:		
VOLUMEN	**:**	m3

2.2. Rotura de vigas

Fecha de elaboración: f'c =

Fecha de rotura:

MUESTRA		**CONVENCIONAL**		**AGREGADO RECICLADO**					
				25%		**50%**		**75%**	
	Tipo de muestra	Viga		Viga		Viga		Viga	
	Velocidad	002.50 mm/min		002.50 mm/min		002.50 mm/min		002.50 mm/min	
	Límite superior	99.90%		99.90%		99.90%		99.90%	
	Límite inferior	´01.00%		´01.00%		´01.00%		´01.00%	
	Distancia de rodillos	mm		500.0 mm		500.0 mm		500.0 mm	
	Ancho	mm		mm		mm		mm	
	Espesor	mm		mm		mm		mm	
	Peso								
	Edad								
	Carga de Rotura		KN		KN		KN		KN
	Carga de Rotura		kg/cm2		kg/cm2		kg/cm2		kg/cm2
	IMAGEN								
	TIPO DE FALLA								

Anexo 4: Informe de opinión de juicio de expertos

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Título de investigación:

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO - 2021"

1.2. Nombre de los Instrumentos motivo de evaluación: Cantidad de concreto para probetas cilíndricas, asentamiento del concreto, rotura de probetas, cantidad de concreto para vigas prismáticas, rotura de vigas.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

INDICADOR	CRITERIOS	Deficiente				Baja				Regular				Buena				Muy Buena				PUNTAJE
		0 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50	51 - 55	56 - 60	61 - 65	66 - 70	71 - 75	76 - 80	81 - 85	86 - 90	91 - 95	95 - 100	
1.Cantidad de concreto para probetas cilíndricas	Está relacionado con el diámetro, altura																			X		93
2.Asentamiento del concreto	Está relacionado con la prueba de slump																				X	97
3.Rotura de probetas	Relacionada directamente con la edad del especimen, área. Carga y f'c de diseño																			X		93
4. Cantidad de concreto para vigas prismáticas	Está relacionado con el largo, ancho y altura																	X				98
5.Roturas de vigas	Relacionada con edad del espécimen, peso, edad y carga de rotura																				X	97

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 94

III. OPINIÓN DE LA APLICABILIDAD

a. Deficiente b. Baja c. Regular d. Buena e. Muy Buena X

IV. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nombre y Apellido : Nataly Lucia Córdova Zorrilla **DNI:** 43265242
Dirección Domiciliaria : Jr. Chanchas #260 - Huancayo
Título Profesional : Ingeniera Civil
Grado Académico : Título
Mención : Ingeniera Civil

Huancayo, 24 de junio 2022

Nataly L. Córdova Zorrilla
INGENIERA CIVIL
C.I.P. N° 142599

Firma y Sello

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1.Título de investigación:

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO - 2021"

1.2.Nombre de los Instrumentos motivo de evaluación: Cantidad de concreto para probetas cilíndricas, asentamiento del concreto, rotura de probetas, cantidad de concreto para vigas prismáticas, rotura de vigas.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

INDICADOR	CRITERIOS	Deficiente				Baja				Regular				Buena				Muy Buena				PUNTAJE
		0 - 5	6 - 10	11 -15	16 - 20	21 -25	26 -30	31 -35	36 -40	41 - 45	46 -50	51 -55	56 - 60	61 - 65	66 - 70	71- 75	76- 80	81 - 85	86 - 90	91 -95	95 -100	
1.Cantidad de concreto para probetas cilindricas	Está relacionado con el diámetro, altura																	X				83
2.Asentamiento del concreto	Está relacionado con la prueba de slump																X					78
3.Rotura de probetas	Relacionada directamente con la edad del espécimen, área. Carga y f'c de diseño																			X		93
4. Cantidad de concreto para vigas prismáticas	Está relacionado con el largo, ancho y altura															X						73
5.Roturas de vigas	Relacionada con edad del espécimen, peso, edad y carga de rotura																			X		93

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 84

III. OPINIÓN DE LA APLICABILIDAD

a. Deficiente b. Baja c. Regular d. Buena X Muy Buena

IV. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Nombre y Apellido : Bullón Rosas Juan
DNI : 20647690
Dirección Domiciliaria : Jr. Trujillo N° 1193 El Tambo - Huancayo
Título Profesional : Ing. Civil
Grado Académico : Doctor
Mención : Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Huancayo, 24 de junio 2022

Firma y Sello

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INFORME DE OPINIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

I. DATOS GENERALES

1.1.Título de investigación:

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO - 2021"

1.2.Nombre de los Instrumentos motivo de evaluación: Cantidad de concreto para probetas cilindricas, asentamiento del concreto, rotura de probetas, cantidad de concreto para vigas prismáticas, rotura de vigas.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

INDICADOR	CRITERIOS	Deficiente				Baja				Regular				Buena				Muy Buena				PUNTAJE
		0 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30	31 - 35	36 - 40	41 - 45	46 - 50	51 - 55	56 - 60	61 - 65	66 - 70	71 - 75	76 - 80	81 - 85	86 - 90	91 - 95	95 - 100	
1.Cantidad de concreto para probetas cilindricas	Está relacionado con el diámetro, altura																				X	97
2.Asentamiento del concreto	Está relacionado con la prueba de slump																				X	97
3.Rotura de probetas	Relacionada directamente con la edad del espécimen, área Carga y f'c de diseño																			X		93
4. Cantidad de concreto para vigas prismáticas	Está relacionado con el largo, ancho y altura																			X		93
5.Roturas de vigas	Relacionada con edad del espécimen, peso, edad y carga de rotura																				X	97

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 96

III. OPINIÓN DE LA APLICABILIDAD

a. Deficiente b. Baja c. Regular d. Buena e. Muy Buena

IV. SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Nombre y Apellido : Vladimir Huamani Nolasco
DNI : 44393859
Dirección Domiciliaria : Av. Universitaria S/N, San Pedro
Título Profesional : Ingeniero Civil
Grado Académico : Titulo
Mención : Ingeniero Civil

Huancayo, 24 de junio 2022

Vladimir Huamani Nolasco
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 183598

Firma y Sello

Panel fotográfico

1. Recolección de agregado grueso reciclado

2. Recolección de agregados naturales y cemento

3. Caracterización de agregados

4. Mezcla de concreto

5. Asentamiento

6. Probetas cilíndricas

7. Vigas prismáticas

8. Ensayo de resistencia a compresión

"MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

T3

T4

"MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

"MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

9. Ensayo de resistencia a flexión

TRATAMIENTO
MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

TRATAMIENTO 2
MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

TRATAMIENTO 4
MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

MATERIALES RECICLADOS
EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DEL CONCRETO
EN LOSAS DEPORTIVAS Y
VEREDAS DE LA CIUDAD
DE HUANCAYO - 2021

Ensayos de laboratorio

1. Caracterización de agregado fino y grueso

1.1. Agregado fino

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

CANTERA : **CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO**

ANALISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa)

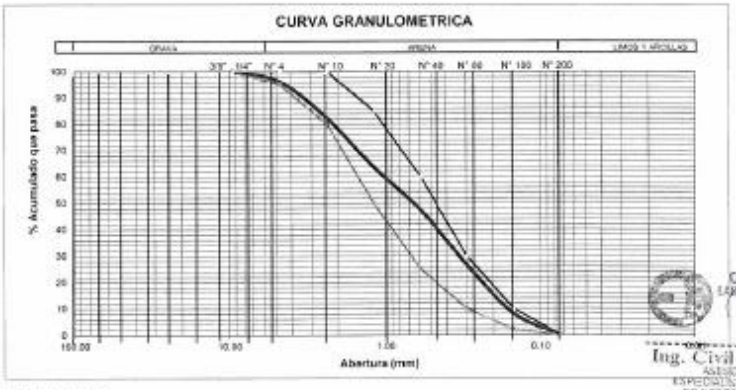
Peso Especifico	2.56 gr/cm3
Humedad Natural	4.78 %
% Absorcion	3.95 %
Peso Volumétrico Suelto	1453 kg/m3
Peso Volumétrico Compactado	1654 kg/m3

ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 1350.00 grms.

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO
3/8"		0.00	100.00	0.00
4	53.00	3.93	96.07	3.93
8	186.00	13.78	82.30	17.70
16	251.00	18.59	63.70	36.30
30	220.00	16.30	47.41	52.59
50	280.00	20.74	26.67	73.33
100	250.00	18.52	8.15	91.85
200	110.00	8.15	0.00	100.00
FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00

Modulo Fineza 2.76



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145110
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

OBSERVACIONES:

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.
CEL 968111156, RPM #968111156

GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

CONTENIDO DE HUMEDAD

(ASTM D-2216, N.T.P 339.127)

TESIS: **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **ARENA GRUESA: CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO**

III. HUMEDAD		N°		10	
1	Peso de la Tara	gr		33.2	
2	Peso de laTara + Muestra Humeda	gr		251.00	
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr		241.06	
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr		9.94	
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr		207.86	
6	**Contenido de Humedad (4/5)*100**	%		4.78	

CONCLUSIONES:

Cumple con las Normas establecidas para su uso en obras de concreto.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,
CEL 968111156, RPM #968111156

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

PESO ESPECIFICO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

TESIS: **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE: **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA: **01 DE MARZO DEL 2022**

MUESTRA: **ARENA GRUESA: CANTERA RIO MATARO PILCOMAYO**

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	480
2	Peso del Balón Seco	gr	165
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	645
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	980
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	335
6	Peso de la Tara	gr	269
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	640
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	371
9	Volumen del Balón (V)	cm3	500

II. RESULTADOS

10	**Peso Especifico**	gr/cm3	2.56
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco ((D/(V-W))	gr/cm3	2.91
12	Peso Especifico Aparente ((A/(V-W)-(D-A))	gr/cm3	6.63

CONCLUSIONES:

Cumple con las Normas establecidas para su uso en obras de concreto.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
INGENIERO TECNICO CIP 141916
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC 20568764995.
CEL 968111156, RPM #968111156

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

ENSAYO DE ABSORCION

(N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

MATERIAL : ARENA GRUESA: CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO

FECHA : 01 DE MARZO DEL 2022

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	550.20	
2	Peso del Balón Seco	gr	180.40	
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	730.60	
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	810.00	
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	79.40	
6	Peso de la Tara	gr	236.00	
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	765.31	
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	529.31	
9	Volumen del Balón (V)	cm3	500.00	

II. RESULTADOS

10	**Porcentaje de Absorción ((D-A)/A)*100**	**%**	**3.95**	

CONCLUSIONES:
Cumple con las Normas establecidas para su uso en obras de concreto.

GEOLUMAS S.A.C.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PESO UNITARIO DE AGREGADO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PESO UNITARIO SUELTO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **ARENA GRUESA: CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO**

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	20122	20065	20465
2	Peso del Recipiente	kg	5850	5590	5850
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	14272	14475	14615
4	Constante del Recipiente	-.-	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	1513	1534	1549
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H./100))	kg/m3	1435	1455	1469
7	**Promedio P.U.S.S**	kg/m3		**1453**	

CONCLUSIONES:
Cumple con las Normas establecidas para su uso en obras de concreto.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145016
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

PESO UNITARIO DE AGREGADO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PESO UNITARIO COMPACTADO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **ARENA GRUESA: CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO**

I. PESO UNITARIO COMPACTADO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	21685	22084	24878
2	Peso del Recipiente	kg	6920	5220	7165
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	14765	16864	17713
4	Constante del Recipiente	-.-	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	1565	1788	1878
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m3	1484	1696	1781
7	**Promedio P.U.C.S.**	kg/m3	1654		

CONCLUSIONES:
Cumple con las Normas establecidas para su uso en obras de concreto.

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
AGENTE TECNICO CIP 110410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.
CEL 968111156, RPM #968111156

1.2. Agregado grueso

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

CANTERA : **CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO**

ANALISIS DE AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2")

Peso Especifico	2.63 gr/cm3
Humedad Natural	2.25 %
% Absorcion	3.38 %
Peso Volumétrico Suelto	1691 kg/cm3
Peso Volumétrico Compactado	1850 kg/cm3

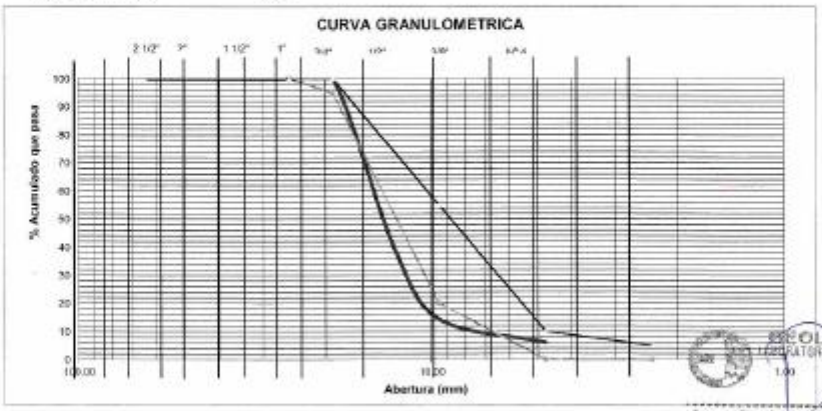
ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 3200.00 grms.

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO
2 1/2"		0.00	100.00	0.00
2"		0.00	100.00	0.00
1 1/2"		0.00	100.00	0.00
1 "		0.00	100.00	0.00
3/4"		0.00	100.00	0.00
1/2"	1950.00	60.94	39.06	60.94
3/8"	790.00	24.69	14.38	85.63
4	265.00	8.28	6.09	93.91
FONDO	195.00	6.09	0.00	100.00

Tamaño Maximo 1/2 "

Modulo Fineza 6.80



GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143415
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216, N.T.P 339.127)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD

MATERIAL : CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO - PIEDRA CHANCADA 1/2"

FECHA : 01 DE MARZO DEL 2022

AGREGADO GRUESO

III. HUMEDAD		N°		1	
1	Peso de la Tara	gr		33.5	
2	Peso de laTara + Muestra Humeda	gr		223.60	
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr		219.42	
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr		4.18	
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr		185.92	
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%		**2.25**	

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 140415
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156. RPM #968111156

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE: **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

MUESTRA: **CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO - PIEDRA CHANCADA 1/2"** FECHA: 01 DE MARZO DEL 2022

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	480.00
2	Peso del Balón Seco	gr	160.10
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	640
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	936.50
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	296
6	Peso de la Tara	gr	321
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	804
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	483
9	Volumen del Balón (V)	cm3	500

II. RESULTADOS

10	**Peso Especifico**	**gr/cm3**	**2.63**
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco ((D/(V-W))	gr/cm3	2.36
12	Peso Especifico Aparente ((A/(V-W)-(D-A))	gr/cm3	2.34

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145116
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE ABSORCION (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE: **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL . **CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO - PIEDRA CHANCADA 1/2"**

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	550.00	
2	Peso del Balón Seco	gr	192.20	
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	742.20	
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	852.00	
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	109.80	
6	Peso de la Tara	gr	206.50	
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	738.50	
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	532.00	
9	Volumen del Balón (V)	cm3	500.00	

II. RESULTADOS

10	**Porcentaje de Absorción ((D-A)/A)*100**	**%**	3.38	

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143419
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PESO UNITARIO SUELTO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO - PIEDRA CHANCADA 1/2"**

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	21685	20555	20658
2	Peso del Recipiente	kg	4265	4021	4166
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	17420	16534	16492
4	Constante del Recipiente	-.-	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	1847	1753	1748
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m3	1751	1662	1658
7	**Promedio P.U.S. Seco**	**kg/m3**		1691	

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 142416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PESO UNITARIO COMPACTADO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO - PIEDRA CHANCADA 1/2"**

I. PESO UNITARIO COMPACTADO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	20652	25680	30652
2	Peso del Recipiente	kg	7180	7152	7450
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	13472	18528	23202
4	Constante del Recipiente	-.-	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	1428	1964	2459
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m3	1354	1863	2333
7	**Promedio P.U.S. Seco**	**kg/m3**	1850		

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
AGENTE TECNICO CIP 242416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

1.3. Agregado grueso reciclado

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

CANTERA : **AGREGADO RECICLADO**
(RICARDO PALMA Y HUANCAVELICA – AYACUCHO Y AMAZONAS)

ANALISIS DE AGREGADO GRUESO (PIEDRA CHANCADA 1/2")

Peso Especifico	2.41 gr/cm3
Humedad Natural	2.19 %
% Absorcion	3.29 %
Peso Volumétrico Suelto	1656 kg/cm3
Peso Volumétrico Compactado	1827 kg/cm3

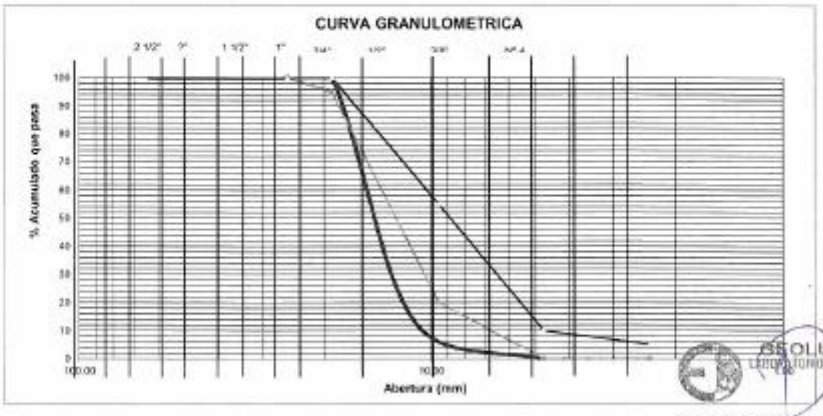
ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 2000.00 grms.

TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO
2 1/2"		0.00	100.00	0.00
2"		0.00	100.00	0.00
1 1/2"		0.00	100.00	0.00
1 "		0.00	100.00	0.00
3/4"		0.00	100.00	0.00
1/2"	1460.00	73.00	27.00	73.00
3/8"	420.00	21.00	6.00	94.00
4	120.00	6.00	0.00	100.00
FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00

Tamaño Maximo 1/2 "

Modulo Fineza 6.94



GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D-2216, N.T.P 339.127)

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**
ENSAYO : **CONTENIDO DE HUMEDAD**
MATERIAL : **AGREGADO RECICLADO,** (RICARDO PALMA Y HUANCAVELICA – AYACUCHO Y AMAZONAS)
FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

AGREGADO GRUESO

III. HUMEDAD		N°		5	
1	Peso de la Tara	gr		33	
2	Peso de laTara + Muestra Humeda	gr		219.50	
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr		215.50	
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr		4.00	
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr		182.50	
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%		2.19	

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE: **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

MUESTRA: **AGREGADO RECICLADO**
(RICARDO PALMA Y HUANCAVELICA – AYACUCHO Y AMAZONAS)

FECHA: 01 DE MARZO DEL 2022

PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

I. DATOS

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	475.00
2	Peso del Balón Seco	gr	160.00
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	635
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	909.00
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	274
6	Peso de la Tara	gr	322
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	807
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	485
9	Volumen del Balón (V)	cm3	500

II. RESULTADOS

10	**Peso Especifico**	**gr/cm3**	**2.41**
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco ((D/(V-W))	gr/cm3	2.10
12	Peso Especifico Aparente ((A/(V-W)-(D-A))	gr/cm3	**2.06**

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145316
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.
CEL 968111156, RPM #968111156

ENSAYO DE ABSORCION (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

AGREGADO GRUESO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE: **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL . **AGREGADO RECICLADO, (RICARDO PALMA Y HUANCAVELICA – AYACUCHO Y AMAZONAS)**

1	Peso de la Arena S.S.S. (D)	gr	540.00	
2	Peso del Balón Seco	gr	190.50	
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón (1+2)	gr	730.50	
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	850.60	
5	Peso del Agua (4-3) (W)	gr	120.10	
6	Peso de la Tara	gr	210.98	
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	733.80	
8	Peso de la Arena Seca (7-6) (A)	gr	522.82	
9	Volumen del Balón (V)	cm3	500.00	

II. RESULTADOS

10	**Porcentaje de Absorción ((D-A)/A)*100**	**%**	3.29	

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICO DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PESO UNITARIO SUELTO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **AGREGADO RECICLADO**
(RICARDO PALMA Y HUANCAVELICA – AYACUCHO Y AMAZONAS)

I. PESO UNITARIO SUELTO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	20006	20565	20758
2	Peso del Recipiente	kg	4005	4021	3900
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	16001	16544	16858
4	Constante del Recipiente	-.-	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	1696	1754	1787
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m3	1609	1663	1695
7	**Promedio P.U.S. Seco**	**kg/m3**		**1656**	

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ANALISTA TECNICO CIP 143470
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

PESO UNITARIO COMPACTADO

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITANTE : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

MATERIAL : **AGREGADO RECICLADO**
(RICARDO PALMA Y HUANCAVELICA – AYACUCHO Y AMAZONAS)

I. PESO UNITARIO COMPACTADO

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	28250	23280	25680
2	Peso del Recipiente	kg	7725	7568	7395
3	Peso de la Muestra (1-2)	kg	20525	15712	18285
4	Constante del Recipiente	-.-	106	106	106
5	P.U.S. Humedo (3*4)/1000	kg/m3	2176	1665	1938
6	P.U.S.Seco ((5)-((5)*C.H../100))	kg/m3	2064	1580	1838
7	**Promedio P.U.S. Seco**	**kg/m3**	**1827**		

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145176
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

2. Diseños de mezcla

2.1. Concreto f'c = 175 Kg/cm^2

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c 175

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

FECHA : **01 DE MARZO DEL 2022**

CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 175 kg/cm²

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA

F'c = 175 kg/cm² a los 28 dias y en condiciones normales en probetas cilindricas de 6" x 12".

Cemento Portland Tipo I	329.00 kg/m3
Arena	946.50 kg/m3
Piedra	1490.50 kg/m3
Agua	201.50 lts/m3

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

A/C				0.54
Asentamiento				3 " 4 "
Densidad				2967.50 Kg/m3
Agua				21.00 lt/saco
Proporción en Peso		1.0 :	3.45 :	3.67
Proporción en Volumen		1.0 :	3.34 :	3.55
		C	A	P

CEMENTO PORTLAND TIPO I **7.7** **BOLS/M3**

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156. RPM #968111156

2.2. Concreto f'c = 210 Kg/cm2

GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO f'c 210

SOLICITADO : **Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel**

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

FECHA : 01 DE MARZO DEL 2022

CANTERA RIO MANTARO PILCOMAYO

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO DE 210 kg/cm²

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 1.00 M3 DE MEZCLA

F'c = 210 kg/cm² a los 28 dias y en condiciones normales en probetas cilindricas de 6" x 12".

Cemento Portland Tipo I	375.00 kg/m3
Arena	963.00 kg/m3
Piedra	1465.00 kg/m3
Agua	197.00 lts/m3

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

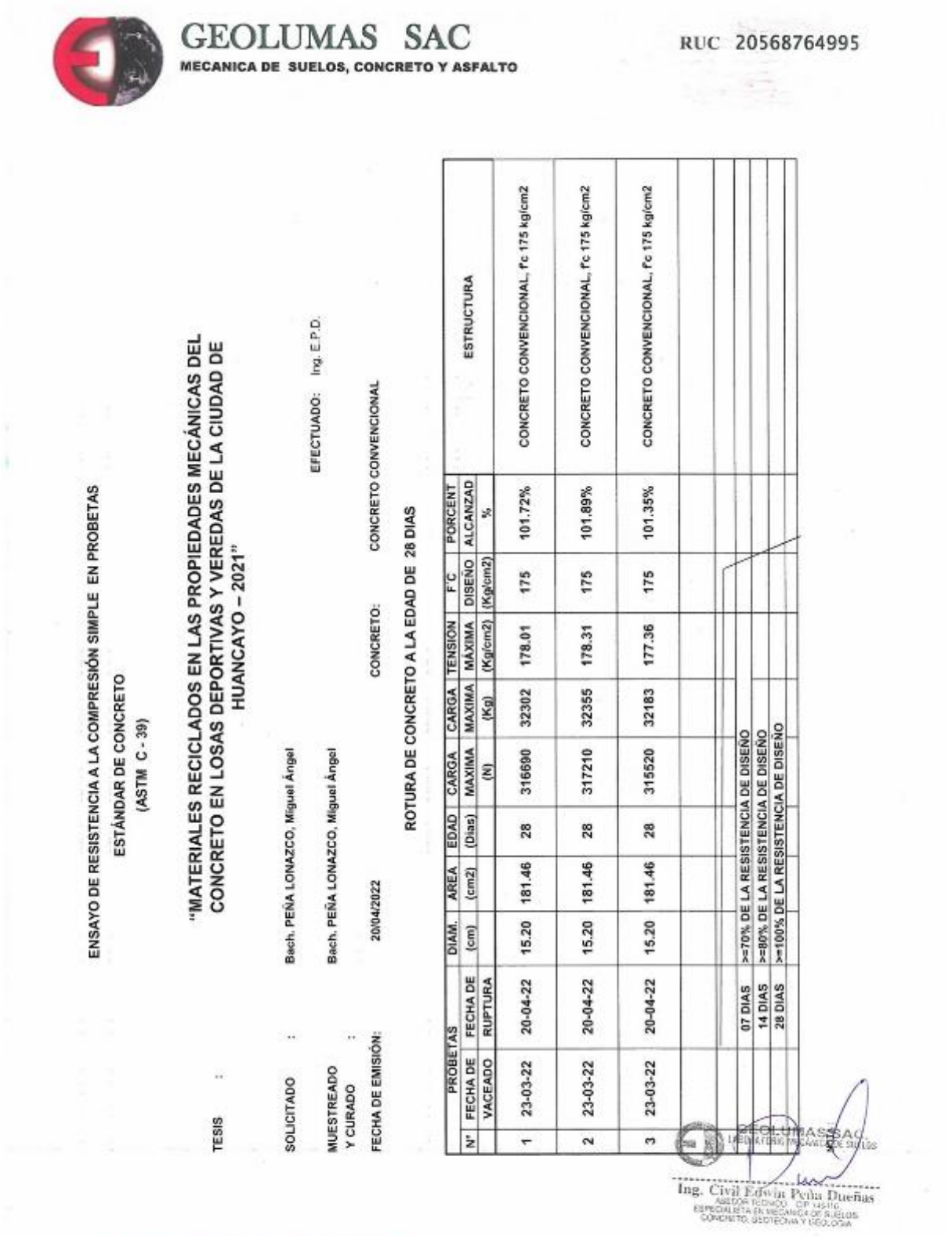
A/C		0.43
A/C /efectiva)		0.44
Asentamiento		3 " 4 "
Densidad		3000.00 Kg/m3
Agua		19.50 lts/saco
Proporción en Peso	1.0 : 2.46 : 2.66	
Proporción en Volumen	1.0 : 2.35 : 2.52	
	C : A : P	

CEMENTO PORTLAND TIPO I **8.8** **BOLS/M3**

GEOLUMAS SAC
CONSULTORIA EN MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145410
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

3. Resistencia a compresión

3.1. Concreto f'c = 175 Kg/cm^2



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS :
SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
EFECTUADO: Ing. E.P.D.
MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022
CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

N°	PROBETAS FECHA DE VACEADO	PROBETAS FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSION MAXIMA (Kg/cm2)	F'C DISEÑO (Kg/cm2)	PORCENT ALCANZAD %	ESTRUCTURA
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	316690	32302	178.01	175	101.72%	CONCRETO CONVENCIONAL, f'c 175 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	317210	32355	178.31	175	101.89%	CONCRETO CONVENCIONAL, f'c 175 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	315520	32183	177.36	175	101.35%	CONCRETO CONVENCIONAL, f'c 175 kg/cm2

07 DIAS >=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS >=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS >=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145170
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.
CEL 968111156, RPM #968111156

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS :
SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
EFECTUADO: Irg. E.P.D.
MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022
CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

N°	PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	CARGA	CARGA	TENSION	F'C	PORCENT	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	MAXIMA (N)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	ALCANZAD %	
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	342500	34935	192.52	175	110.01%	CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	343140	35000	192.88	175	110.22%	CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	345520	35243	194.22	175	110.98%	CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
					07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO					
					14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO					
					28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO					

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 142116
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO

(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS :

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: Ing. E.P.D.

MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022

CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

Nº	PROBETAS: FECHA DE VACEADO	PROBETAS: FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSION MÁXIMA (Kg/cm2)	F'C DISEÑO (Kg/cm2)	PORCENT ALCANZAD %	ESTRUCTURA
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	337540	34429	189.73	175	108.42%	CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	336950	34369	189.40	175	108.23%	CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	338140	34490	190.07	175	108.61%	CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2

07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

NOTA:

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÀNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156, RPM #968111156

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO

(ASTM C - 39)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: Ing. E.P.D.

MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022

CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

N°	PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	CARGA	CARGA	TENSION	F'C	PORCENT	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	MAXIMA (N)	MAXIMA (Kg)	MAXIMA (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	ALCANZAD %	
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	327250	33380	183.95	175	105.11%	CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	329910	33651	185.45	175	105.97%	CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	328560	33513	184.69	175	105.54%	CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 175 kg/cm2

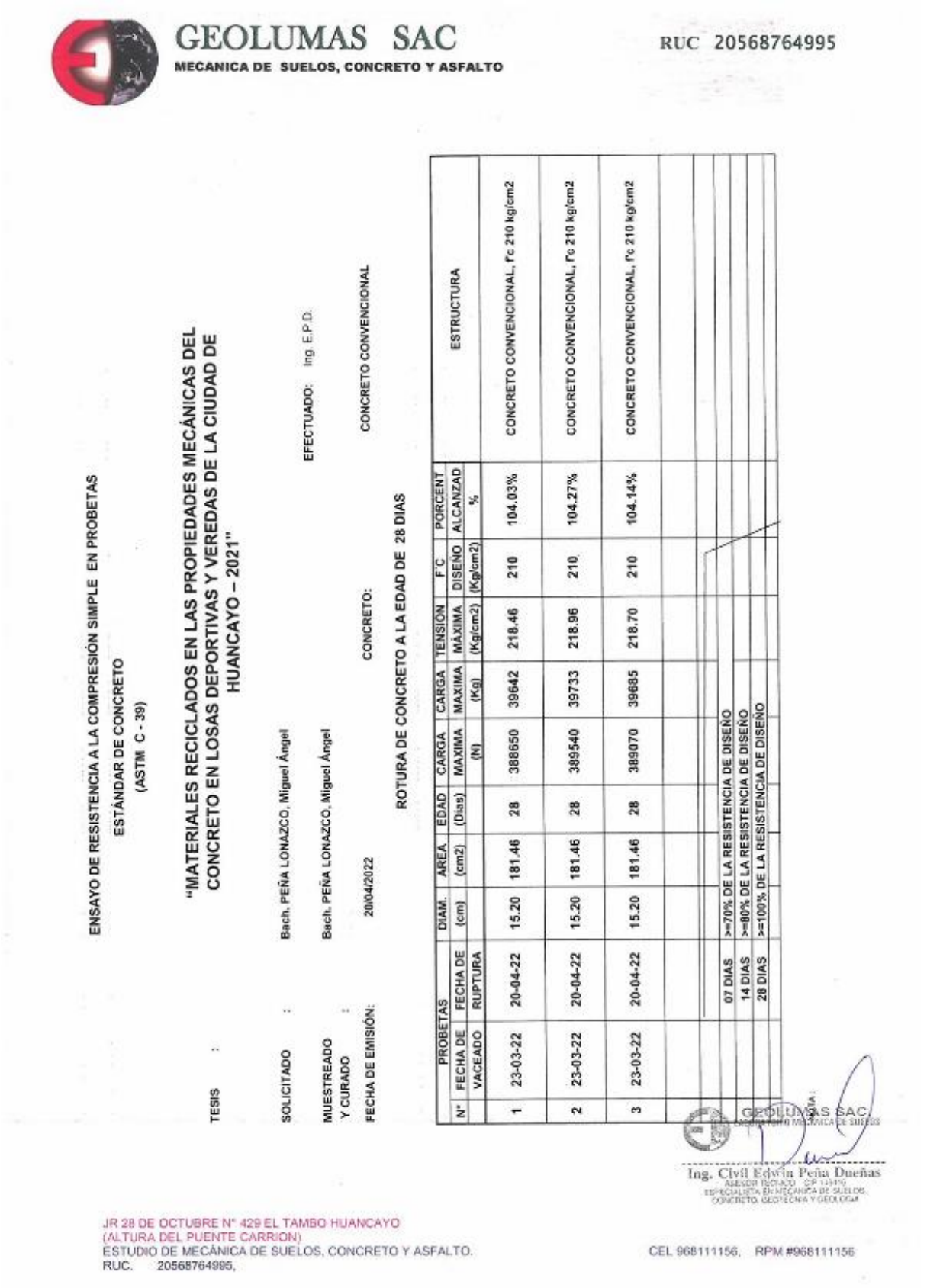
07 DIAS >=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS >=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS >=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

NOTA :

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 154116
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

3.2. Concreto f'c = 210 Kg/cm^2



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS
ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS :
SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
EFECTUADO: Ing. E.P.D.
MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022
CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

N°	PROBETAS FECHA DE VACEADO	PROBETAS FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA (Kg/cm2)	F'C DISEÑO (Kg/cm2)	PORCENT ALCANZAD %	ESTRUCTURA
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	388650	39642	218.46	210	104.03%	CONCRETO CONVENCIONAL, f'c 210 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	389540	39733	218.96	210	104.27%	CONCRETO CONVENCIONAL, f'c 210 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	389070	39685	218.70	210	104.14%	CONCRETO CONVENCIONAL, f'c 210 kg/cm2

07 DIAS >=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS >=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS >=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

GEOLUMAS SAC
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 114370
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,
CEL 968111156, RPM #968111156

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO

(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS :

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: Ing. E.P.D.

MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022

CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

N°	PROBETAS		DIAM.	AREA	EDAD	CARGA	CARGA	TENSION	F'C	PORCENT	ESTRUCTURA
	FECHA DE VACEADO	FECHA DE RUPTURA	(cm)	(cm2)	(Dias)	MAXIMA (N)	MAXIMA (Kg)	MÁXIMA (Kg/cm2)	DISEÑO (Kg/cm2)	ALCANZAD %	
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	432565	44122	243.15	210	115.79%	CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	431990	44063	242.83	210	115.63%	CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	431560	44019	242.58	210	115.52%	CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
		07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO								
		14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO								
		28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO								

GEOLUMAS SAC.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143413
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO
(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS :

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: Ing. E.P.D.

MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022

CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

N°	PROBETAS FECHA DE VACEADO	PROBETAS FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA (Kg/cm2)	F'C DISEÑO (Kg/cm2)	PORCENT ALCANZAD %	ESTRUCTURA
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	419850	42825	236.00	210	112.38%	CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	419020	42740	235.54	210	112.16%	CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	419110	42749	235.59	210	112.18%	CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
		07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO								
		14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO								
		28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO								

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143116
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS

ESTÁNDAR DE CONCRETO

(ASTM C - 39)

"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

TESIS : EFECTUADO: Ing. E.P.D.

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

MUESTREADO Y CURADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

FECHA DE EMISIÓN: 20/04/2022 CONCRETO: CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS

Nº	PROBETAS FECHA DE VACEADO	PROBETAS FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	AREA (cm2)	EDAD (Dias)	CARGA MAXIMA (N)	CARGA MAXIMA (Kg)	TENSION MÁXIMA (Kg/cm2)	F'C DISEÑO (Kg/cm2)	PORCENT ALCANZAD %	ESTRUCTURA
1	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	405580	41369	227.98	210	108.56%	CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
2	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	406854	41499	228.70	210	108.90%	CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2
3	23-03-22	20-04-22	15.20	181.46	28	406285	41441	228.38	210	108.75%	CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO, f'c 210 kg/cm2

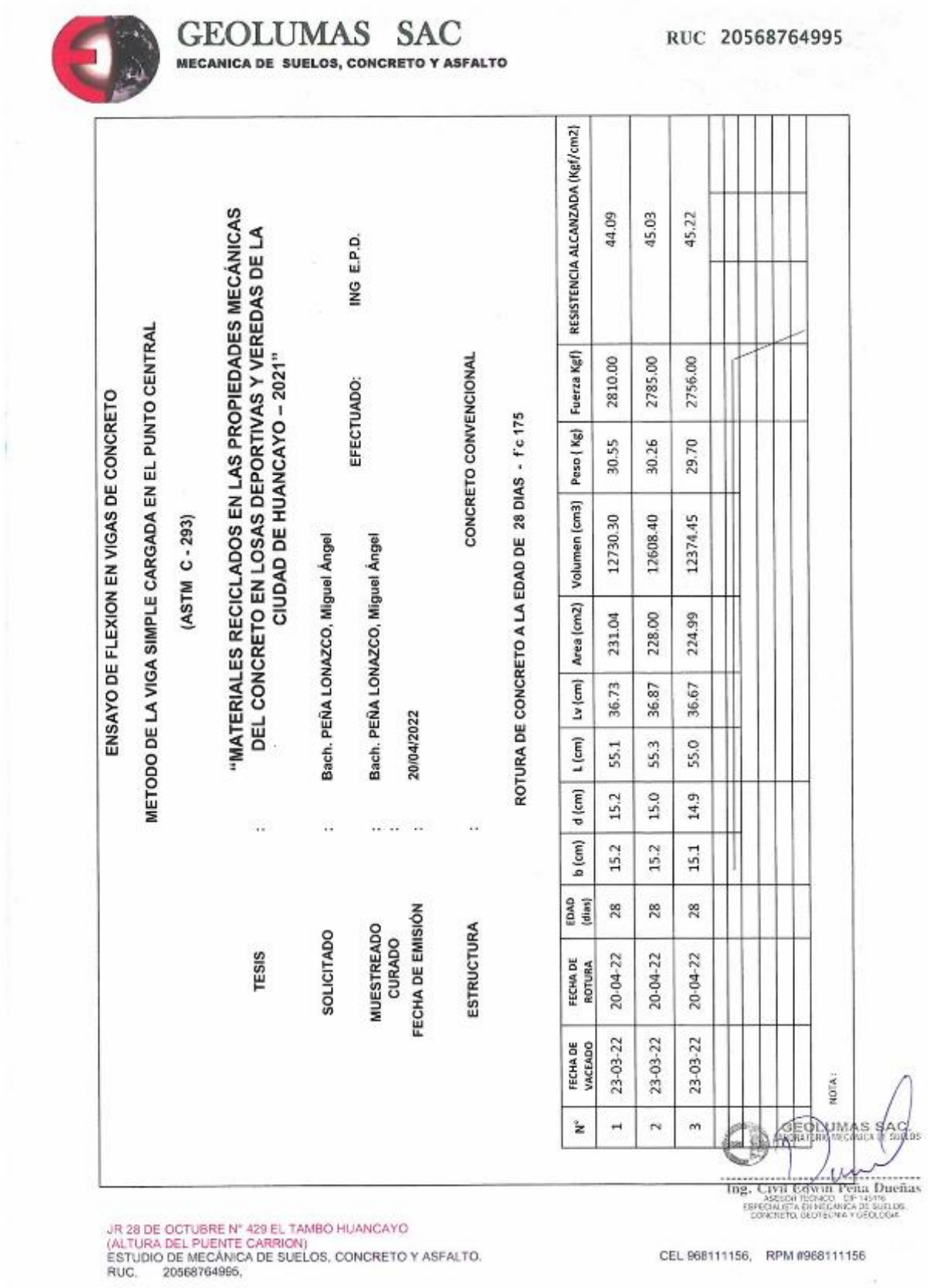
07 DIAS	>=70% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DIAS	>=80% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DIAS	>=100% DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143116
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

4. Resistencia a flexión

4.1. Concreto f'c = 175 Kg/cm^2



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
RUC 20568764995

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO
METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL
(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel
CURADO :
FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 175

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15.2	15.2	55.1	36.73	231.04	12730.30	30.55	2810.00	44.09
2	23-03-22	20-04-22	28	15.2	15.0	55.3	36.87	228.00	12608.40	30.26	2785.00	45.03
3	23-03-22	20-04-22	28	15.1	14.9	55.0	36.67	224.99	12374.45	29.70	2756.00	45.22

NOTA :

GEOLUMAS SAC
INGENIERIA MECANICA DE SUELOS
RUC 20568764995

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 145176
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 175

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.3	55.3	36.87	231.03	12775.96	30.66	3265.00	51.08
2	23-03-22	20-04-22	28	14.9	15.4	55.1	36.73	229.46	12643.25	30.34	3320.00	51.77
3	23-03-22	20-04-22	28	15.0	15.2	55.4	36.93	228.00	12631.20	30.31	3200.00	51.15

NOTA:

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 143470
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : **"MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"**

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 175

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15.0	15.1	55.0	36.67	226.5	12457.50	29.90	3125.00	50.25
2	23-03-22	20-04-22	28	15.2	14.9	55.2	36.80	226.48	12501.70	30.00	3085.00	50.46
3	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.4	55.1	36.73	232.54	12812.95	30.75	3262.00	50.19

NOTA :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 175

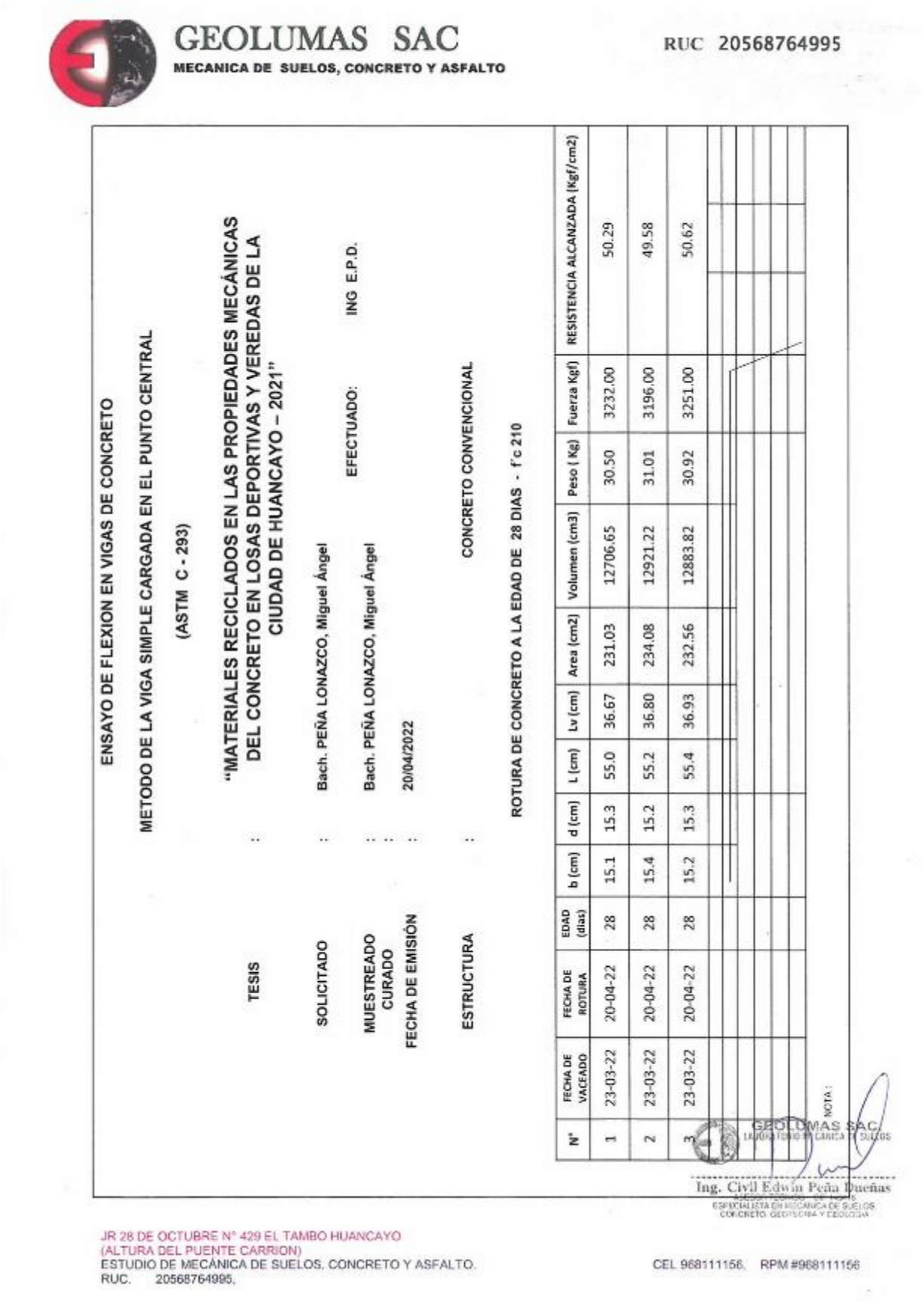
N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	14.9	15.2	55.1	36.73	226.48	12479.05	29.95	3026.00	48.43
2	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.3	55.3	36.87	231.03	12775.96	30.66	3069.00	48.01
3	23-03-22	20-04-22	28	15.4	15.2	55.2	36.80	234.08	12921.22	31.01	3142.00	48.75

NOTA:

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO - DIP. CIP
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

4.2. Concreto f'c = 210 Kg/cm^2



GEOLUMAS SAC
MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel — EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 210

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.3	55.0	36.67	231.03	12706.65	30.50	3232.00	50.29
2	23-03-22	20-04-22	28	15.4	15.2	55.2	36.80	234.08	12921.22	31.01	3196.00	49.58
3	23-03-22	20-04-22	28	15.2	15.3	55.4	36.93	232.56	12883.82	30.92	3251.00	50.62

NOTA :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS
CONCRETO, GEOTECNIA Y EJECUCION

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156. RPM #968111156

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel — EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL + 25% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 210

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15	15.1	55.0	36.67	226.5	12457.50	29.90	3800.00	61.11
2	23-03-22	20-04-22	28	15.2	15.4	55.3	36.87	234.08	12944.62	31.07	4012.00	61.55
3	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.4	55.1	36.73	232.54	12812.95	30.75	3921.00	60.33

NOTA :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO - CIP 144115
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

GEOLUMAS SAC

MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel — **EFECTUADO:** ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL + 50% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 210

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kg(f)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.0	55.2	36.80	226.5	12502.80	30.01	3585.00	58.25
2	23-03-22	20-04-22	28	15.3	15.2	55.4	36.93	232.56	12883.82	30.92	3725.00	58.38
3	23-03-22	20-04-22	28	15.3	15.0	55.3	36.87	229.50	12691.35	30.46	3621.00	58.17

NOTA :

GEOLUMAS SAC
UNIDAD DE MECANICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 153416
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.
RUC. 20568764995.

CEL 968111156. RPM #968111156

ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS DE CONCRETO

METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

(ASTM C - 293)

TESIS : "MATERIALES RECICLADOS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LOSAS DEPORTIVAS Y VEREDAS DE LA CIUDAD DE HUANCAYO – 2021"

SOLICITADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel — EFECTUADO: ING E.P.D.

MUESTREADO : Bach. PEÑA LONAZCO, Miguel Ángel

CURADO :

FECHA DE EMISIÓN : 20/04/2022

ESTRUCTURA : CONCRETO CONVENCIONAL + 75% DE AGREGADO RECICLADO

ROTURA DE CONCRETO A LA EDAD DE 28 DIAS - f'c 210

N°	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	b (cm)	d (cm)	L (cm)	Lv (cm)	Area (cm2)	Volumen (cm3)	Peso (Kg)	Fuerza Kgf)	RESISTENCIA ALCANZADA (Kgf/cm2)
1	23-03-22	20-04-22	28	15.1	15.0	55.2	36.80	226.5	12502.80	30.01	3421.00	55.58
2	23-03-22	20-04-22	28	15.3	15.2	55.4	36.93	232.56	12883.82	30.92	3510.00	55.01
3	23-03-22	20-04-22	28	15.3	15.0	55.3	36.87	229.50	12691.35	30.46	3485.00	55.98

NOTA :

GEOLUMAS SAC
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas
ASESOR TECNICO CIP 175415
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA