

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“Evaluación de las características físico-mecánicas del concreto elaborado con agregado reciclado de pavimentos, para su uso en construcciones –Abancay, 2022”

Presentado Por:

Bach. CARLOS ROMAN CASTAÑEDA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Abancay- Apurímac- Perú

2023

Tesis

“Evaluación de las características físico-mecánicas del concreto elaborado con agregado reciclado de pavimentos, para su uso en construcciones-Abancay, 2022”.

Línea de Investigación

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

Asesor:

Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL
CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO RECICLADO DE PAVIMENTOS,
PARA SU USO EN CONSTRUCCIONES-ABANCAY, 2022”**

Presentado por el Bach. **CARLOS ROMÁN CASTAÑEDA**, para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**.

Sustentado y aprobado el 28 de agosto del 2023 ante el jurado:

Presidente : Ing. Mauro Samuel Altamirano Camacho
Primer miembro : Mg. Wilfredo Soto Palomino
Segundo miembro : PhD. Abbon Álex Vásquez Ramírez
Asesor : Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer

Evaluación de las características físico-mecánicas del concreto elaborado con agregado reciclado de pavimentos, para su uso en construcciones –Abancay, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%	24%	2%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	2%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico sinceramente esta tesis a mi madre, padre, hermanos, a mi esposa Delia y mi hija Ruth Daniela.

Carlos Román Castañeda

AGRADECIMIENTO

A mis profesores por ser quienes me ayudaron a aprender y me apoyaron durante este período de mi desarrollo profesional. Doy gracias a Dios por brindarme oportunidades educativas tan positivas durante mi tiempo en la universidad, especialmente al Ing. Virgilio Hugo Acosta Valer.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	pág
PORTADA.....	i
POSPORTADA	ii
PAGINA DE JURADOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ACRÓNIMOS.....	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN	xxii
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.Realidad problemática	1
1.2 Planteamiento del problema.....	3
1.2.1 Formulación del problema	3
1.2.2 Problema General.....	3
1.2.3 Problemas específicos	4
1.3 Justificación de la investigación	4

1.4	Objetivos de la investigación	6
1.4.1	Objetivo General	6
1.4.2	Objetivos Específicos.....	6
1.5	Delimitación de la investigación.....	6
1.5.1	Espacial	6
1.5.2	Temporal	7
1.5.3	Social.....	7
1.5.4	Conceptual	7
1.6	Viabilidad de la investigación.....	7
1.6.1.	Conveniencia.....	7
1.6.2.	Técnica	7
1.7	Limitaciones.....	8
1.7.1	Científico.....	8
1.7.2	Social.....	8
1.7.3.	Económico	8
CAPÍTULO II		10
MARCO TEÓRICO.....		10
2.1	Antecedentes de investigación	10
2.1.1	A nivel internacional.....	10
2.1.2	A nivel nacional	14
2.1.3	A nivel regional y local.....	17

2.2 Bases teóricas.....	18
2.2.1 El concreto	18
2.2.2 Agregado de concreto reciclado.....	36
2.3 Marco conceptual.....	40
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1 Hipótesis	43
3.1.1 Hipótesis general.....	43
3.1.2.Hipótesis específicas.....	43
3.2 Método	44
3.3 Tipo de investigación.....	44
3.4 Nivel o alcance de investigación.....	44
3.5 Diseño de investigación	44
3.6 Operacionalización de variables	45
3.7 Población, muestra y muestreo	47
3.7.1 Población.....	47
3.7.2 Muestra	47
3.7.3 Muestreo	52
3.8 Técnicas e instrumentos.....	52
3.9 Consideraciones éticas	53
3.10 Procesamiento de estadísticos.....	54

CAPÍTULO IV.....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1 RESULTADOS.....	55
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	95
4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS	99
4.3.1 Hipótesis General.....	99
4.3.2. Hipótesis específica 1	100
4.3.3. Hipótesis específica 2	108
4.3.4. Hipótesis específica 3	112
CONCLUSIONES	114
RECOMENDACIONES.....	116
BIBLIOGRAFÍA	118
ANEXO.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Parámetros de diseño y curado del concreto</i>	27
Tabla 2 <i>Modulo elástico del tipo de agregado</i>	31
Tabla 3 <i>Límites granulométricos para agregado fino</i>	34
Tabla 4 <i>Requisitos granulométricos para el agregado grueso</i>	35
Tabla 5 <i>Propiedades del agregado natural y agregado reciclado</i>	37
Tabla 6 <i>Operacionalización de variables</i>	46
Tabla 7 <i>Cantidad de probetas utilizadas</i>	48
Tabla 8 <i>Probetas grupo control</i>	49
Tabla 9 <i>Probetas para del grupo experimental al 25% de material reciclado</i>	49
Tabla 10 <i>Probetas para del grupo experimental al 45 % de material reciclado</i>	50
Tabla 11 <i>Probetas para del grupo experimental al 65% de material reciclado</i>	50
Tabla 12 <i>Probetas para del grupo experimental al 100% de material reciclado</i>	51
Tabla 13 <i>Granulometría del agregado fino natural</i>	56
Tabla 14 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino natural</i>	57
Tabla 15 <i>Gravedad específica y absorción del agregado fino</i>	58
Tabla 16 <i>Granulometría del agregado grueso natural</i>	59
Tabla 17 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso natural</i>	59
Tabla 18 <i>Gravedad específica y absorción del agregado</i>	61
Tabla 19 <i>Gravedad específica y absorción del agregado grueso de cantera</i>	62
Tabla 20 <i>Resistencia al desgaste del agregado natural</i>	63
Tabla 21 <i>Contenido de humedad del agregado fino de cantera</i>	64
Tabla 22 <i>Contenido de humedad del agregado grueso de cantera</i>	64

Tabla 23 <i>Resultados de las propiedades físicas del agregado de cantera</i>	65
Tabla 24 <i>Volumen absoluto de los materiales</i>	66
Tabla 25 <i>Peso de diseño de los materiales</i>	66
Tabla 26 <i>Corrección por absorción y humedad</i>	66
Tabla 27 <i>Proporción de peso de los materiales</i>	66
Tabla 28 <i>Proporción de volumen de los materiales</i>	66
Tabla 29 <i>Granulometría de agregado reciclado fino</i>	67
Tabla 30 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino reciclado</i>	68
Tabla31 <i>Granulometría de agregado fino con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera</i>	68
Tabla 32 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera</i>	69
Tabla 33 <i>Granulometría de agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera</i>	69
Tabla 34 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera</i>	70
Tabla 35 <i>Granulometría de agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera</i>	70
Tabla 36 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera</i>	71
Tabla 37 <i>Gravedad específica y absorción del agregado fino reciclado</i>	71
Tabla 38 <i>Peso unitario suelto del agregado fino reciclado</i>	72
Tabla 39 <i>Peso unitario compacto del agregado fino reciclado</i>	72
Tabla 40 <i>Granulometría del agregado grueso reciclado</i>	73

Tabla 41 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso reciclado</i>	73
Tabla 42 <i>Granulometría del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera</i>	74
Tabla 43 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera</i>	74
Tabla 44 <i>Granulometría del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera</i>	75
Tabla 45 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera</i>	75
Tabla 46 <i>Granulometría del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera</i>	76
Tabla 47 <i>Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera</i>	76
Tabla 48 <i>Gravedad específica y absorción de los agregados</i>	77
Tabla 49 <i>Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado</i>	78
Tabla 50 <i>Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado</i>	78
Tabla 51 <i>Determinación de humedad natural del agregado fino reciclado</i>	78
Tabla 52 <i>Determinación de humedad natural del agregado grueso reciclado</i>	79
Tabla 53 <i>Resistencia al desgaste</i>	79
Tabla 54 <i>Diseño de mezcla de la para un $F'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$</i>	80
Tabla 55 <i>Volumen absoluto de los materiales por m^3</i>	81
Tabla 56 <i>Peso de diseño de los materiales</i>	81
Tabla 57 <i>Corrección por absorción y humedad</i>	81
Tabla 58 <i>Proporción en peso</i>	81

Tabla 59 <i>Proporción en volumen</i>	81
Tabla 60 <i>Resultado de la resistencia a la compresión axial de MPC</i>	83
Tabla 61 <i>Resultado de la resistencia a la compresión de MPR</i>	85
Tabla 62 <i>Resultado de la resistencia a la compresión de con 25% material reciclado y 75% material de cantera</i>	87
Tabla 63 <i>Resultado de la resistencia a la compresión con 45% material reciclado y 55% material de cantera</i>	89
Tabla 64 <i>Resultado de la resistencia a la compresión con 65% material reciclado y 35% material de cantera</i>	91
Tabla 65 <i>Resultado del promedio de la comparación de los % de resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días</i>	93
Tabla 66 <i>Comparación de las características del agregado grueso</i>	100
Tabla 67 <i>Comparación de las características del agregado fino</i>	100
Tabla 68 <i>Resumen del peso unitario suelto del agregado grueso</i>	100
Tabla 69 <i>Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado grueso</i> ...	101
Tabla 70 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario suelto del agregado grueso</i>	101
Tabla 71 <i>Comparación del peso unitario compactado agregado grueso</i>	101
Tabla 72 <i>Datos estadísticos sobre el peso unitario Compactado agregado grueso</i>	101
Tabla 73 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario compacto del agregado grueso</i>	101
Tabla 74 <i>Comparación del peso específico agregado grueso</i>	102
Tabla 75 <i>Datos estadísticos sobre el peso específico agregado grueso</i>	102

Tabla 76 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso específico del agregado grueso</i>	102
Tabla 77 <i>Comparación de la absorción agregado grueso</i>	102
Tabla 78 <i>Datos estadísticos sobre el Absorción del agregado grueso</i>	102
Tabla 79 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS de la Absorción del agregado grueso</i>	103
Tabla 80 <i>Comparación de la humedad natural agregado grueso</i>	103
Tabla 81 <i>Datos estadísticos sobre la humedad natural del agregado grueso</i>	103
Tabla 82 <i>Resultados obtenidos en el programa spss de la humedad natural del agregado grueso</i>	103
Tabla 83 <i>Comparación del módulo de fineza agregado grueso</i>	103
Tabla 84 <i>Datos estadísticos sobre el módulo de fineza del agregado grueso</i>	103
Tabla 85 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del Módulo de fineza del agregado grueso</i>	104
Tabla 86 <i>Comparación del tamaño nominal máximo agregado grueso</i>	104
Tabla 87 <i>Datos estadísticos sobre el tamaño máximo del agregado grueso</i>	104
Tabla 88 <i>Comparación del peso unitario suelto agregado fino</i>	104
Tabla 89 <i>Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado fino</i>	104
Tabla 90 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario suelto del agregado fino</i>	105
Tabla 91 <i>Comparación del peso unitario compactado agregado fino</i>	105
Tabla 92 <i>Datos estadísticos sobre el peso unitario compacto del agregado fino</i> ..	105
Tabla 93 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario compacto del agregado fino</i>	105
Tabla 94 <i>Comparación del peso específico agregado fino</i>	105

Tabla 95 <i>Datos estadísticos sobre el peso específico del agregado fino.....</i>	106
Tabla 96 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso específico del agregado fino</i>	106
Tabla 97 <i>Comparación de la absorción agregado fino</i>	106
Tabla 98 <i>Datos estadísticos sobre la absorción del agregado fino.....</i>	106
Tabla 99 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS de la absorción del agregado fino</i>	106
Tabla 100 <i>Comparación de la humedad natural agregado fino</i>	107
Tabla 101 <i>Datos estadísticos sobre la humedad natural del agregado fino.....</i>	107
Tabla 102 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS de la humedad natural del agregado fino</i>	107
Tabla 103 <i>Comparación del módulo de fineza agregado fino.....</i>	107
Tabla 104 <i>Datos estadísticos sobre el módulo de fineza del agregado fino</i>	107
Tabla 105 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS del Módulo de Fineza del agregado fino</i>	108
Tabla 106 <i>Comparación del tamaño nominal máximo agregado fino</i>	108
Tabla 107 <i>Datos estadísticos sobre el tamaño máximo del agregado fino.....</i>	108
Tabla 108 <i>Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 25% y material de cantera.....</i>	109
Tabla 109 <i>Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 25%</i>	109
Tabla 110 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 25%.....</i>	109
Tabla 111 <i>Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 45%</i>	109

Tabla 112 <i>Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 45%</i>	110
Tabla 113 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 45%</i>	110
Tabla 114 <i>Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 65%</i>	110
Tabla 115 <i>Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 65%</i>	110
Tabla 116 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 65%</i>	111
Tabla 117 <i>Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 100%</i>	111
Tabla 118 <i>Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 100%</i>	111
Tabla 119 <i>Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 100%</i>	111
Tabla 120 <i>Volumen del agregado fino y grueso por muestra</i>	112
Tabla 121 <i>Datos estadísticos de la cantidad de agregado grueso</i>	112
Tabla 122 <i>Resultado de obtenidos en el programa SPSS sobre el volumen óptimo del agregado grueso</i>	112
Tabla 123 <i>Datos estadísticos de la cantidad de agregado fino</i>	113
Tabla 124 <i>Resultado de obtenidos en el programa SPSS sobre el volumen óptimo del agregado fino</i>	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Agregado fino	33
Figura 2 Agregado grueso.....	34
Figura 3 Briquetas cilíndricas para ser sometidas a la compresión.....	51
Figura 4 Curva granulométrica del agregado fino	57
Figura 5 Curva granulométrica del agregado grueso	60
Figura 6 Curva granulometría del agregado fino reciclado.....	68
Figura 7 Curva granulometría del agregado fino con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera	69
Figura 8 Curva granulometría del agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera	70
Figura 9 Curva granulometría del agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera	71
Figura 10 Curva granulometría del agregado grueso reciclado.....	73
Figura 11 Curva granulometría del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera.....	74
Figura 12 Curva granulometría del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera.....	75
Figura 13 Curva granulometría del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera.....	76
Figura 14 Resistencia a la compresión de MPC.....	84
Figura 15 Resistencia a la compresión de MPR.....	86
Figura 16 Resistencia a la compresión con 25% material reciclado y 75% material de Cantera	88

Figura 17 Resistencia a la compresión con 45% material reciclado y 55% material de cantera	90
Figura 18 Resistencia a la compresión con 65% material reciclado y 35% material de cantera	92
Figura 19 Promedio de las muestras a la resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días	94
Figura 20 Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 25% de AMR	96
Figura 21 Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 45% de AMR	96
Figura 22 Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 65% de AMR	97
Figura 23 Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 100% de AMR ...	98
Figura 24 Comparación de la resistencia de la muestra patrón, 25%, 45%, 65% y 100% de AMR a los 28 días	99

ACRÓNIMOS

INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
CAPECO	: Cámara Peruana de la Construcción
NTP	: Norma Técnica Peruana
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones
MTC	: Ministerio de Transportes y Comunicaciones
ACI	: América concrete institute.
ASCE	: American Society Of Civil Engineers
PCA	: Portlan Cement Association
ACHE	: Asociación Científica Técnica del Hormigón Estructural
AMR	: Agregado de Material Reciclado
EPS	: Entidades Prestadoras de Servicio

RESUMEN

En la presente investigación se utilizó material reciclado procedente del corte de pavimento rígido para su uso en construcciones; el estudio se realizó el año 2022, se empleó 75 probetas para pruebas de compresión axial, la metodología fue de un diseño experimental, con un enfoque cuantitativo. Se encontró que las resistencias alcanzadas por porcentajes de sustitución de 25%, 45%, 65% y 100% respecto a la muestra estándar, son variables debido a los porcentajes, por otro lado, se observa que los porcentajes de sustitución de 25% y 45% cumplen con la NTP, por lo que la sustitución de este tipo de agregados en el concreto es utilizable hasta indicar el número exacto. En la revisión, un sustancial con una sustitución de total regular por AMR hasta el 25%, 45% tiene una resistencia de 218,21 kg/cm², y 215,84 kg/cm² siendo superior a la norma establecida de 210 kg/cm², sin embargo, la resistencia requerida no se alcanza cuando el material reciclado se utiliza para sustituir el 65% o el 100% del árido.

Palabras clave: Propiedades del agregado, material reciclado, dosificación, resistencia a compresión, agregado.

ABSTRACT

In the present investigation, recycled material from the cutting of rigid pavement is used for the construction of a retaining wall, Abancay 2022, is the objective of this research project. Using 75 specimens for axial compression tests, an experimental research design with a quantitative approach was used to carry out the study. It was found that the strengths achieved by substitution percentages of 25%, 45%, 65% and 100% with respect to the standard sample are variable due to the percentages. On the other hand, it is observed that the substitution percentages of 25% and 45% comply with the NTP, so the substitution of this type of aggregates in the concrete is usable until indicating the exact number. In our review, a substantial with a substitution of regular total by AMR up to 25%, 45% has a resistance of 218.21 kg/cm², and 215.84 kg/cm² being superior to the established norm of 210 kg/cm². However, the required resistance is not reached when the recycled material is used to replace 65% or 100% of the aggregate.

Keywords: Aggregate properties, recycled material, dosage, compressive strength, aggregate.

INTRODUCCIÓN

Todos los días se construyen obras privadas y públicas de acuerdo con las necesidades de la población, tanto en los distritos de la capital como en otras regiones, haciendo de la construcción la actividad más importante del país a lo largo del tiempo; el actor principal en la consecución de los objetivos es el hormigón, principal material de construcción, en su mayor parte se compone de cemento, agua, áridos naturales y diversos aditivos para cada situación, por lo tanto, se hace el desarrollo de los siguientes capítulos:

Primer Capítulo. Se representa el plan de exploración considerando el retrato de la realidad del problema, el detalle de la cuestión general y explícita, el apoyo, los objetivos, la delimitación de la postulación, la identificación de la posibilidad investigativa.

Segundo Capítulo. Sección que permite contextualizar el fundamento de la proposición considerando el fundamento mundial, público y vecinal. Además, las variables, dimensiones e indicadores del estudio sirven de fundamento a las teorías.

Tercer Capítulo. Toma en cuenta la hipótesis, método, tipo, nivel, diseño, operacionalización de variables, población, muestra, técnicas, instrumentos, consideraciones éticas y procesamiento de tesis en el desarrollo de la metodología de investigación.

Cuarto Capítulo. Los resultados descriptivos de la elaboración, de nuevos pavimentos a partir de material reciclado del concreto cortado para la utilización en la construcción, y la estadística inferencial e hipótesis, se puso a prueba en el capítulo que describe los resultados de acuerdo con los objetivos de la tesis.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Realidad problemática

La construcción es parte de la evolución de todas las civilizaciones del mundo han experimentado un desarrollo y una evolución tecnológica, y todas se esfuerzan por alcanzar un nivel de vida más alto. La industria sigue desempeñando un papel importante en todas las economías porque moviliza muchos recursos e impulsa significativamente la economía, incluida la formación de capital, al generar muchas oportunidades de empleo directo e indirecto.

Uno de los efectos negativos a nivel mundial del desarrollo de la industria de la construcción es la generación de residuos provenientes de las demoliciones de las construcciones, rotura de pavimento rígido, estos residuos de construcción van directamente a botaderos informales agravando los problemas del medio ambiente. En el artículo titulado “Concreto Reciclado” desarrollado en México por Cruz y Velasquez (2004), las actividades de la construcción producen perjuicios, dañando irreversiblemente al medio ambiente y causando escasez de los recursos naturales al extraer más materiales de construcción; las cuales van en contra de los conceptos ecológicos y ambientales generando un impacto negativo, siendo este

de gran importancia a nivel mundial.

Según la revista *Cement sustainability Initiative*, en el mundo cerca del 50% de residuos de construcción y demolición (RCD) están siendo producidos por China e India, de estos 510 millones de toneladas son producidos en Europa cada año, asimismo, los Estados Unidos producen cerca de 325 millones de toneladas de RCD y Japón unos 77 millones cada año.

El Perú no es ajeno a esta problemática de la generación de desmonte por efectos de demolición, rotura de pavimentos, pistas, veredas, etc., ya que solo en la ciudad de Lima produjeron 6,900 toneladas anuales, según señala en un artículo titulado “En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos” (León, 2017).

De igual forma, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la población de Abancay ha crecido de 72.277 a 89.025 habitantes en la actualidad, para un promedio de 16.748 personas cada tres años.

En la ciudad de Abancay, en estos últimos años se ha dado un crecimiento exponencial en el desarrollo de las construcciones, como también en la cantidad de generación de desechos provenientes de demolición o rotura de pavimentos, veredas y viviendas, principalmente por la rotura de pavimentos deteriorados en las diferentes avenidas de la ciudad de Abancay, esto para cambiar el pavimento deteriorado por uno rígido nuevo. Estos desechos generan un problema ambiental, porque son arrojando a las orillas de los ríos, al canto de las carreteras y en algunas ocasiones en el botadero público de Abancay, ubicado en el sector de Quitasol, la investigación busca usar en construcciones pavimento reciclado, en diferentes porcentajes, de esta forma aprovechar el material reciclado.

Actualmente, al momento de realizar la investigación, se están realizando diferentes obras, tales como, los muros de contención en la línea de conducción de Chancalla al reservorio de Víctor Acosta Ríos, en estos muros de contención se puede emplear agregado reciclado que proviene de la rotura de pavimento. Si se hace un recorrido a las calles de Abancay, la Av. Días Bárcenas, Jr. Junín, Jr. Nuñez, Jr. Apurímac, etc. pavimentadas recientemente, el desarrollo de la construcción ha generado gran cantidad de desmonte de la rotura del pavimento deteriorado que no fue aprovechado y pudo aprovecharse en construcciones.

Como también en las calles circundantes de la ciudad de Abancay, se encontró pavimentos cortados o pavimentos parchados precariamente, esto sucede porque al hacer nuevas conexiones domiciliarias de agua, desagüe o mantenimiento de estos, se hicieron cortes de donde se extrae desechos y estos se botan de forma indiscriminada.

El estudio propone la reutilización de materiales reciclados, los cuales se generan al cortar el pavimento rígido de las conexiones domiciliarias y reutilizarlos en construcciones. Es necesario aprovechar el material reciclado y buscar la forma de dar solución a la generación de desmonte proveniente de corte de pavimentos.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Formulación del problema

1.2.2 Problema General

¿En qué medida se puede aprovechar el material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en la resistencia y el porcentaje óptimo para construcciones, Abancay 2022?

1.2.3 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida influye el agregado grueso y fino reciclados en la elaboración de concreto nuevo en el uso de construcciones, Abancay 2022?
- b) ¿En qué medida influye el material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en la resistencia del concreto en la elaboración de concreto nuevo en el uso de construcciones, Abancay 2022?
- c) ¿En qué medida influye el material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en el uso del porcentaje óptimo de agregados gruesos y finos, en la elaboración de concreto nuevo en el uso de construcciones Abancay 2022?

1.3 Justificación de la investigación

En Abancay, los residuos que vienen de la construcción no se aprovechan adecuadamente, esto se convierte en basura o en el mejor de los casos, se usa como relleno, sin embargo, existen países europeos donde se aprovecha y actualmente van realizando estudios a fondo sobre residuos de construcción, entre los países tenemos a: Alemania, Bélgica, España, Finlandia, Francia, Grecia, Italia, Países Bajos, Reino Unido y Turquía, en las cuales están buscando darles el mejor uso a los desechos de construcción.

Es importante realizar este estudio, ya que, a futuro, será un problema que se irá agravando con el crecimiento de la construcción, por ende se irá incrementando los desechos de construcción, cabe mencionar que en Abancay existe abundante material de construcción, tales como agregado fino y grueso, sin embargo, es parte de la responsabilidad social reutilizar materiales que se consideran basura en la construcción, la ventaja de hacer este estudio es que aportara valores, primero sobre las propiedades del agregado proveniente del

desecho y segundo, conocer las propiedades del concreto elaborado con desechos de construcción, entonces, con la presente investigación se buscó elaborar un nuevo concreto con agregado reciclado que provienen de los cortes de pavimentos rígidos sacados de las conexiones domiciliarias al momento de una nueva instalación o mantenimiento de conexiones de agua potable y desagüe, por lo que se propone que este concreto pueda reutilizarse en diferentes construcciones, ya que las resistencias obtenidas cumplió con los estándares de resistencia de acuerdo a la NTP.

Según la norma técnica peruana, se pueden alcanzar valores aceptables de resistencia a la compresión axial logrando los siguientes porcentajes combinados: 25%, 45%, 65% y 100%. Esta investigación determinó los efectos de las propiedades físico-mecánicas de los agregados gruesos y finos reciclados de conexiones domiciliarias de agua y drenaje provenientes de cortes de pavimento rígido.

Así también, la investigación brindó ofertas tecnológicas a personas que quieran hacer el uso de los agregados gruesos y finos reciclados de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, utilizando la información numerológica recopilada de los exámenes desarrollados en el laboratorio.

Finalmente, el sugerir esta forma de recuperación de desechos de construcción generaría una reducción en la contaminación del medio ambiente, la concientización y aporte de conocimiento en los profesionales de la universidad y como alternativa que lo perciban como un concreto adecuado para ser usado en obras de emergencia.

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo General

Conocer en qué medida se puede aprovechar el material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en la resistencia y el porcentaje óptimo para construcciones, Abancay 2022.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar la influencia de los agregados gruesos y finos reciclados en la elaboración de concreto nuevo en el uso de construcciones, Abancay 2022.
- b) Determinar la influencia del material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en la resistencia del concreto en la elaboración de concreto nuevo en el uso de construcciones, Abancay 2022.
- c) Determinar la influencia del material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en el uso del porcentaje óptimo de agregados gruesos y finos, en la elaboración de concreto nuevo en el uso de construcciones Abancay 2022.

1.5 Delimitación de la investigación

1.5.1 Espacial

El estudio en cuestión se desarrolló en la ciudad y provincia Abancay en el departamento de Apurímac. Se mantuvo un enfoque estricto en la aplicación de protocolos durante los ensayos, investigaciones y el análisis de los resultados en todas las etapas de la investigación. Los resultados se obtuvieron como resultado de la ejecución completa de todos los procedimientos. Es importante destacar que este trabajo de investigación es original, no habiendo sido identificados previamente registros semejantes en la literatura académica.

1.5.2 Temporal

La investigación se desarrolló desde octubre del 2021 y se finalizó el 23 de agosto del 2023, con la sustentación de la investigación.

1.5.3 Social

El hormigón no tiene fronteras sociales porque todas las pruebas y estudios se realizaron para evaluar sus propiedades.

1.5.4 Conceptual

Como parte de la investigación se realizaron estudios sobre el impacto de los agregados gruesos y finos del concreto reciclado en sus propiedades mecánicas bajo compresión. Dicho esto, el propósito de este estudio fue determinar el comportamiento del material para determinar si puede o no ser sustituido. porcentualmente, del agregado grueso.

1.6 Viabilidad de la investigación

1.6.1. Conveniencia

En el estudio se analizaron las propiedades físico-mecánicas del concreto elaborado con agregado de material de pavimento reciclado, en comparación con los hallazgos de un concreto estándar, y se decidió qué tipo de concreto tiene mayor resistencia en relación a las propiedades del concreto ensayado en el laboratorio.

1.6.2. Técnica

Los hallazgos de este estudio de investigación contribuirán a las propiedades del hormigón, ya que han llevado al desarrollo de nuevas técnicas de preparación del hormigón que aseguran las condiciones técnicas y operativas del material y, al mismo tiempo, estiman el impacto del árido reciclado en los pavimentos. con respecto a la resistencia a la compresión axial.

1.7 Limitaciones

1.7.1 Científico

Dado que existen pocas investigaciones que incorporen material de pavimento reciclado, la recopilación de antecedentes bibliográficos sobre el tema de evaluación de características físico-mecánicas del concreto elaborado con agregado reciclado se restringió al diseño $f_c = 258 \text{ kg/cm}^2$, aumentando 25 %, 45 %, 65 %, y 100% del porcentaje de adición de material reciclado con relación al volumen total, y estos porcentajes de incorporación w. los antecedentes de la investigación, tomando como respaldo legal NTP:339.034, y teniendo en cuenta los porcentajes de adición que se indican.

1.7.2 Social

La investigación llevada a cabo en la ciudad de Abancay, provincia Abancay y departamento Apurímac se vio afectada por la situación generada por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19). Debido a las restricciones de la universidad, se decidió recurrir a los servicios de un laboratorio externo especializado en áridos y concreto para la obtención de materiales reciclados. Para ello, se tuvo que estar al tanto de los cortes de pavimento rígido que realizaba la EPS EMUSAP ABANCAY en la ciudad de Abancay y de la evacuación de estos residuos de construcción y demolición. La información proporcionada por la EPS EMUSAP ABANCAY fue crucial para la adquisición del material. A pesar de estos factores que dificultaron el proceso de investigación, se logró obtener resultados satisfactorios.

1.7.3. Económico

La resistencia a la compresión axial, el porcentaje ideal de adición de material reciclado y las características físico-mecánicas del material reciclado

proveniente del corte del pavimento rígido de las conexiones domiciliarias de agua y drenaje fueron los principales temas de estudio. El investigador era el único que podía afrontar todos los costos asociados a la realización de las diferentes pruebas de laboratorio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

2.1.1 A nivel internacional

Gallo (2017), en su tesis "Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala", cuyo objetivo era diseñar un modelo a escala de un pavimento de hormigón poroso añadiendo áridos de hormigón reciclado al diseño. Empleando la metodología experimental teniendo el instrumento de medida la edad, obteniendo los resultados por etapas. Se llegó al resultado de que el hormigón poroso con una sustitución del 25% de árido natural por árido de hormigón reciclado (ACR) presentaba la mayor resistencia a la compresión. El módulo de elasticidad de este hormigón aumentó de 8080,92 MPa a 11544,82 MPa después de 28 días, en contraste con los otros dos tipos de hormigón (mezcla con una sustitución del 50% de árido natural por reciclado y mezcla con un 100% de árido natural), sin embargo, el árido natural proporcionó el mejor rendimiento mecánico. Basándose en un módulo de rotura de 2,04 MPa, $f'c=16,41$ MPa, y $E=11544,82$ MPa, concluyen que el espesor de la losa era de 116 cm con un 75% de árido natural y un 25% de árido reciclado. Utilizó el método mecanicista para diseñar la losa. Debido a los

sobrecostes que supondría, este espesor de firme no es técnicamente posible. Para elevar el módulo de rotura de 2,04 a 4,2 MPa, el $f'c$ de 16,41 MPa a 28 MPa, y el módulo elástico de 11.544,82 MPa a 15.677,92 MPa, se sugiere usar algún tipo de modificador.

Remolina (2018), en su tesis “Determinación de parámetros físicos-mecánicos y de durabilidad en concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD)”, tuvo como objetivo determinar si las mezclas de hormigón que contienen diversos porcentajes de RCD como sustituto del árido grueso pueden ser usadas en carreteras de pavimento rígido de bajo tráfico o en otras aplicaciones, empleando la metodología experimental. Se determinó la viabilidad de la utilización de hormigones con elevados requisitos de resistencia fabricados con áridos reciclados. Sin embargo, las investigaciones académicas y los resultados de este trabajo indican que la resistencia CAR50 es del 83% y la CAR100 del 66%. Concluye la existencia de numerosas formas de mejorar propiedades tanto del AR como del CR, incluyendo el pre-humedecimiento del agregado, la caracterización de los residuos de concreto, el control de la relación A/C, e incluso el uso de aditivos que mejoran las propiedades del concreto fresco, como reductores de agua y plastificantes, dependiendo del propósito para el cual se usará el concreto.

Torres y Vera (2017), en su tesis “Análisis de la posibilidad de utilización del reciclado de la losa del pavimento de la autopista terminal terrestre pascuales”, el objetivo era ver si la losa de pavimento reciclado de la carretera Pascuales Terminal Terrestre, cuyo objetivo analizar las posibilidades de utilizar el reciclado de la losa del pavimento de la autopista terminal terrestre pascuales, empleando la

metodología experimental determinando la resistencia por edades. arribando a un resultado de un tamaño máximo de 12 agregados reciclados, produjo concreto con una resistencia de $f'c=202$ kg/cm², lo que permite producir concreto de baja resistencia para proyectos menores como: aceras, muros ciclópeos de concreto, acantilados, revestimiento de taludes, entre otros. Después de la trituración, la losa reciclada cumple con las siguientes especificaciones: pesos por volumen y gravedad específica, sin embargo, no cumplió con una distribución granulométrica satisfactoria. Se concluye que se constató una variación del 10%, tanto en el módulo de ruptura MR como en el momento flector M cuando se compararon las resistencias obtenidas de probetas de hormigón reciclado y hormigón tradicional, ambas de la misma edad.

Vera y Cuenca (2016), en su tesis "Diagnostico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado", en su investigación, donde el objetivo fue realizar un diagnóstico utilizando hormigón reciclado. Analizar los hallazgos de laboratorio mediante metodología experimental. Como resultado, los agregados reciclados tenían las cualidades físicas mínimas (incluyendo rigidez, durabilidad y manejo) necesarias para su uso en la creación de concreto nuevo. También se encontró que las resistencias de laboratorio no alcanzaron la resistencia teórica, lo que implica que probablemente será necesario agregar cemento adicional o que será necesario combinar agregados naturales que han sido procesados convencionalmente con una proporción de agregados de escombros de concreto para probar la resistencia de los materiales. El estudio llegó a la conclusión de que el hormigón nuevo elaborado únicamente con

áridos reciclados tiene una resistencia a la compresión entre un 10 y un 15 por ciento menor que el hormigón elaborado con áridos naturales.

Contreras (2016), en su tesis "evaluación de agregados reciclados, para su implementación en pavimentos rígidos" cuyo objetivo es determinar si es factible o no la utilización de agregado grueso reciclado en la elaboración de concretos para pavimentos rígidos, empleando la metodología experimental en donde se llegó a al resultado que, a través de la investigación, el usar el agregado reciclado es factible para la fabricación de un pavimento rígido, se recomienda usar agregado que sea proveniente del 100% de la demolición de concreto, ya que satisface los requerimientos para evitar impurezas que afecten en la mezcla, además se concluye que se debe utilizar agregado reciclado con tamaño máximo superior a $3/4$ para no aumentar la cantidad de cemento.

2.1.2 A nivel nacional

Casaño y Mego (2021), en su tesis “Diseño de mezcla para pavimento rígido incorporando concreto reciclado en la avenida las torres, Lurigancho -Chosica 2021”, cuyo objetivo determinar Luego de obtener un patrón de análisis comparativo, llego a la conclusión que, en lugar de agregado grueso, se puede utilizar hormigón reciclado, cuyas propiedades mecánicas alternativas tienen un impacto positivo en la resistencia a la compresión. El uso de un diseño de mezcla para concreto con una resistencia determinada dio como resultado la creación de 18 especímenes de concreto. de $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Noriega y Villarreal (2020), en su tesis “influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la Sub-rasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de alto huallaga hasta la Merced, Laredo-la Libertad-2020”, cuyo objetivo es determinar la influencia del concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la Sub-rasante para un pavimento flexible, empleando la metodología experimental. Arribo a un resultado que la expansión de cemento reutilizado de 7%, 10% y 12%; durante el experimento se realizaron pruebas para conocer las propiedades mecánicas y físicas del suelo a lo largo de un tramo de 10 kilómetros, tuvieron en cuenta los requerimientos mínimos de una subrasante señalados en el Manual de Carreteras - Suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, para lograr el mayor porcentaje posible de nuestro estabilizante. Efectuaron 16 probetas para las muestras estándar, así como 48 probetas para las muestras con adición de hormigón reciclado al 7%, 10% y 12%, respectivamente. Determinó a partir de los datos obtenidos que la adición de 7% de concreto

reciclado es un material excelente porque satisface los estándares mínimos para un CBR adecuado de una subrasante, además, significa mucho especificar que con la expansión del 10% y 12% de hormigón reutilizado, la estima CBR sigue aumentando, finalmente concluye que son ventajas positivas en las organizaciones relacionadas con el desarrollo del entramado de calles.

Rodrich y Silva (2018), en su tesis "influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018" El objetivo del estudio era determinar cómo los agregados de hormigón reciclado afectaban las características mecánicas del hormigón estándar. Para las tres relaciones de diseño agua/cemento (0.55, 0.65 y 0.70), se determinó mediante una metodología experimental que el agregado de concreto reciclado puede reemplazar el 15, 30, 45 y 60 por ciento del peso del agregado grueso en un diseño de mezcla sin agregado reciclado. Se determinó que la resistencia a la compresión se mantiene estadísticamente, lo que indica que los agregados del estudio satisfacen los requerimientos para la producción de concreto en el Perú. Los tamaños de las partículas cumplen con la NTP 400.037.2014. Los ensayos se realizaron en concreto solidificado, suponiendo que las resistencias típicas a compresión de los cuatro ejemplos en forma de tubo "x8" para las tres relaciones agua/hormigón (0,55, 0,65 y 0,70) disminuyen a medida que se reutilizan incrementos sustanciales totales en 15%, 30%, 45% y 60% en el plan. Los ejemplos con una $R w/c = 0,55$ muestran una disminución de su resistencia a la compresión normal a 28 días del 3,95%, 5,22%, 4,94% y 10,22%. Se concluye que la resistencia media a compresión de los especímenes con un $R w/c = 0,65$ disminuye en un 1,63%, 4,91%, 11,81% y 11,98% a los 28 días, respectivamente. Con un contenido de árido reciclado del 15%, 45% y 60%, la resistencia media a compresión de las

probetas con $R_{w/c} = 0,70$ disminuye en un 2,62%, 9,36% y 6,23%, respectivamente, después de 28 días.

Chumpitaz (2019), en su tesis "Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado" cuyo objetivo es determinar cómo se veían afectadas las propiedades mecánicas y físicas del hormigón reciclado por el árido grueso. Empleando la metodología experimental. Arribando a un resultado que el examen granulométrico de los totales, en el que prevalece el contenido de roca para los totales normales, centralizaciones de 20%, 40% y 60% RA, y 100% RA, han demostrado que estos tienen cualidades físicas y mecánicas prácticamente idénticas a las de los totales normales; Sin embargo, existe una distinción significativa entre el agregado natural, que tiene un contenido de humedad de cero, y otras características, tales como 08 en lugar de los totales reutilizados, que tienen un contenido de humedad de 0.32, esto se debe a como las sumas reutilizadas son más porosas y retienen la humedad, a decir verdad, en cuanto al peso unitario de las sumas, existe una ligera variedad en cuanto a las sumas de $\frac{1}{2}$ " (PU libre 1,77 y PU compactado 1,90 para los áridos ordinarios y PU libre 1,53 y PU compactado 1,66 para las sumas reutilizadas), finalmente concluye la ingestión de las sumas se establece una amplia diferenciación entre las sumas típicas y los áridos reutilizados, puesto que la obstrucción del área raspada de los abatimientos substanciales como la centralización de los aumentos totales reutilizados (de 20.64% de desgaste para los totales regulares a 34.67% de desgaste para los totales reutilizados), su uso previsto se restringe.

Dávila (2019), en su tesis "Determinación de las propiedades del concreto obtenido con agregado grueso producto de la demolición de pavimentos rígidos en

el distrito Baños del Inca – Cajamarca”, El objetivo de la investigación fue determinar si las propiedades de un concreto elaborado con agregado grueso producto de la demolición de pavimentos rígidos cumplen con la normativa y las propiedades especificadas para la producción de concreto. Se empleó una metodología experimental y se llegó a la conclusión de que el concreto elaborado con agregado grueso reciclado, producto de la demolición de pavimentos rígidos, tiene características similares al del concreto elaborado con agregados naturales. Además, se comprobó que en el diseño de mezcla con agregado reciclado se empleó menor cantidad de agregado fino que en el diseño de mezcla con agregado natural, lo que es un factor importante. También se utilizó menor cantidad de cemento para que el concreto tenga mayor resistencia a la compresión. Los datos obtenidos en el diseño de mezcla permiten afirmar que el agregado grueso reciclado es un material adecuado para la construcción, ya que no afecta la resistencia del concreto. Finalmente, se concluyó que el concreto proveniente de los pavimentos rígidos cumple con las Normas Técnicas Peruanas para la producción de concreto.

2.1.3 A nivel regional y local

Anampa y Bernaola (2019), en su tesis “Influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en el Jr. Puno y Av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizado en pavimentos” cuyo objetivo, Encontrando la durabilidad de materiales reciclados de pavimentos rotos en el Jr. Puno y Av. Abancay de esta ciudad Abancay producirá hormigón nuevo que se reutilizará en pavimentos, empleando la metodología exploratorio, causal, correlacional, hipotético y lógico, y la estrategia fue inductiva e ilustrativa. Arribo a un resultado donde determinó que el concreto elaborado íntegramente con

materiales reciclados puede alcanzar un porcentaje de resistencia de 75.62 por ciento al compararlo con el concreto elaborado íntegramente con materiales de cantera. En comparación con la resistencia del hormigón fabricado con un 100% de árido grueso de cantera, el hormigón fabricado con árido grueso reciclado fue más resistente en un 86,54%, 87,75% y 80,20% cuando se combinaba con árido grueso de cantera en proporciones del 25%, 50% y 75%, respectivamente. Concluye al utilizar material de pavimento reciclado, se reduce significativamente la contaminación causada por la manipulación inadecuada de los escombros de construcción y demolición.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 El concreto

Según Casaño y Mego (2021), “El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia”

Según las Norma Técnica Peruana (2006), el concreto se define como una mezcla de agregados gruesos y finos, material aglutinante (conglomerado), etc. El concreto común utiliza puzolanas, aditivos químicos y/o escoria además de una porción significativa de cemento Portland y agua como agente aglutinante.

Según Casaño y Mego (2021), “El concreto es un material artificial que se obtiene mezclando cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y aire en determinadas proporciones; este al pasar a su estado endurecido adquiere una gran resistencia a compresión, motivo por el cual se usa masivamente en muchas obras de construcción de la actualidad”, entonces la composición sería:

$$\textit{Concreto} = \textit{Cemento} + \textit{Agregado} + \textit{Aire} + \textit{Agua}$$

2.2.1.1 Propiedades del concreto

A la hora de analizar las propiedades del hormigón, es fundamental tener en cuenta que están estrechamente relacionadas con las características y proporciones de los materiales que componen la sustancia: las propiedades del hormigón están determinadas por el calibre, volumen y densidad de la pasta y sus características están determinadas por la relación agua/cemento. (Davila, 2019) .

2.2.1.2 Propiedades fundamentales

Según Jordan y Viera (2014), la consistencia, la trabajabilidad, la fluidez, la segregación, el contenido de aire, la exudación, el peso unitario y el tiempo de fraguado del concreto, son algunas de las características más cruciales del estado sin endurecer.

Durante el estado endurecido, las propiedades es la resistencia al desgaste, la impermeabilidad, la cavitación, acústicas propiedades y térmicas, resistencia mecánica, durabilidad, cambios de volumen, propiedades elásticas y apariencia (Jordan y Viera, 2014).

- **Trabajabilidad**

Dávila (2019), indica que es la facilidad que tiene el concreto fresco para ser mezclado, transportado y compactado. La trabajabilidad principalmente es influenciada por la pasta, el contenido de agua y la proporción que hay entre los finos y gruesos. Dávila (2019) cita a Civil Geekes (2011), quien señala que, “todo concreto es trabajable cuando al ser transportado siempre mantiene una capa de un 1/4" sobre el agregado grueso”. El método que usa para medir la trabajabilidad, esta se llama Slump o asentamiento con el cono de Abrarns.

- **Consistencia**

El comportamiento del hormigón en estado fresco está determinado por la consistencia conocida como revenimiento o “Slump test”. La ASTM ha estado utilizando esta prueba desarrollada por Duff Abrams desde 1921 y se actualizó por última vez en 1978. (Dávila, 2019).

Dávila (2019) cita a Morales (S.F.), que indica, “el concreto fresco tiene la capacidad de ocupar todos los espacios en el encofrado, donde influyen la cantidad de agua, el tamaño, forma y granulometría de los áridos; para proceder a su uso se le hace el ensayo respectivo, el cual se conoce como cono de Abrams, que consiste en llenar un cono Abrams de 30 cm de altura con concreto fresco, la pérdida de altura cuando se desmolda se le denomina Consistencia”.

- **Segregación**

Dávila (2019) cita a Escobedo et al. (S.F.) nos indica que la Segregación se da por la falta de viscosidad en la pasta donde las partículas gruesas se separan de la mezcla debido a la mala distribución de las partículas, la insuficiente concentración de pasta o granulometría deficiente.

- **Exudación**

La exudación es un fenómeno que se produce por el ascenso de agua de la mezcla a la superficie del concreto durante el tiempo de fragua (Davila, 2019).

La exudación se puede calcular de la siguiente forma.

$$Exudacion = \frac{Volumen\ Total\ Exudado}{Área\ de\ superficie\ Libre\ del\ concreto}$$

- **Contracción**

Dávila (2019), señala que, “la pasta de cemento se reduce a causa de la disminución del volumen del agua por una combinación química”. El concreto siempre se va a contraer, por lo tanto, si no se toman las medidas correctivas, siempre va a producirse figuración.

- **Impermeabilidad**

Gahlmann et al. (2020), señala que la impermeabilidad es la habilidad que posee un material para frenar el paso de los fluidos, considerada también como una propiedad importante que se puede mejorar con frecuencia si disminuimos la cantidad de agua en la mezcla con la cual estaríamos reduciendo los vacíos que se producen al momento de evaporarse, debemos tener en cuenta que la entrada de agua por estos vacíos son las principales causas que llevan al deterioro de las estructuras.

- **Durabilidad**

Según Jaramillo-Benavides y Patricio-Karnopp, (2019), es la capacidad que tiene el concreto para resistir la acción del intemperismo. La falta de durabilidad se debe al medio al que está expuesto el concreto como son condiciones atmosféricas y mecánicas, por lo tanto, el grado de deterioro dependerá principalmente de la calidad del concreto.

- **Resistencia a la compresión**

Dávila (2019), indica que, “Es una de las principales propiedades donde se logra determinar la calidad de la mezcla, así como de los agregados que se utilizaron, esta resistencia se encuentra en función a la relación que existe entre el agua/cemento, el cual está directamente relacionada con el curado, las condiciones ambientales y la edad del concreto”. Peso unitario (IVTP 339.046).

Dávila (2019) cita a Ramírez (2016), el cual manifiesta: que el peso específico unitario es el vínculo existente entre la masa del agregado que ocupa un volumen entre la magnitud de este. Dependiendo del material que se emplee, existen dos valores que se emplean para calcular el peso específico unitario y son: peso unitario suelto y peso unitario compactado, el peso específico unitario también es usado para transformar pesos a volúmenes.

- **Permeabilidad**

También se conoce como la capacidad del hormigón para resistir la penetración de agua u otra sustancia. Es la cantidad de agua que migra a través del concreto cuando el agua está bajo presión, (Dávila, 2019).

Una de las principales razones del deterioro estructural es la permeabilidad, y esto se debe a la cantidad de agua que se emplea en la elaboración de la mezcla, pues con ella se le da mayor fluidez, pero al final termina dejando una serie de poros que serán determinantes para volverlos más permeables.

- **Resistencia mecánica**

La resistencia mecánica del concreto es la propiedad que se identifica con su comportamiento como material de construcción. Por lo tanto, la resistencia mecánica depende de la pasta de cemento endurecido y de la calidad de los agregados, si la resistencia mecánica cuenta con agregados resistentes y duros tiende a ser gobernada por la adherencia que existe entre la pasta con los agregados, caso contrario, si los agregados son débiles no alcanzarán su máxima resistencia (Taymouri et al., 2018).

- **Resistencia a abrasión**

Dávila (2019), indica que, “está relacionada directamente con la resistencia a compresión del concreto. Por lo tanto, todo concreto que tiene mayor resistencia a la compresión será más resistente a la abrasión a que uno no tenga mucha resistencia, la resistencia a la compresión tiene relación directa con el tipo de agregado que se usa, al curado, a la relación agua/cemento y al acabado de su superficie”.

2.2.1.3 Importancia a tomar en el concreto

- **Importancia de la selección de los materiales**

Jordan y Viera, (2014), señala que además de la finura y el tiempo de fraguado del concreto y sus efectos sobre las propiedades de la sustancia, es importante considerar la composición química y el tipo de cemento utilizado en los cementos Portland típicos, así como las propiedades de cualquier puzolana, ceniza o escoria utilizada en la mezcla. El perfil de un agregado, granulometría, textura superficial, tamaño máximo, superficie específica, módulo de finura, dureza, composición mineralógica, resistencia, limpieza y presencia de residuos orgánicos o materiales extraños son consideraciones importantes. Los aditivos deben considerarse de la misma manera que el agua durante el proceso de selección de materiales.

- **Importancia de la dosificación de las mezclas**

Según Jordan y Viera (2014), al dosificar las mezclas de hormigón, es importante asegurarse de que haya suficiente pasta para cubrir el árido, rellenar los espacios entre partículas, rellenar completamente los encofrados y cubrir los elementos embebidos y el acero de refuerzo.

- **Contenido de agua**

Según Jordan y Viera (2014), Las pastas con mayor relación cemento-agua que aquellas con menor relación contienen más agua libre, o agua que no obstruye el proceso de adecuada hidratación. Además, la pasta con una proporción más alta de cemento y agua es porosa en comparación con las mezclas con una proporción más baja porque el agua libre llena los espacios que luego se desarrollan en poros capilares.

- **Importancia de la preparación**

Según Jordan y Viera (2014), señala que: “La preparación del concreto es un proceso de fabricación de un nuevo producto, donde se debe tener en cuenta los procesos derivados de la obtención de materiales adecuados, selección de las proporciones, puesta en obra, control, calidad, se debe tener presente que cada obra presenta problemas particulares, especialmente aquellos referidos a la selección de las proporciones, proceso de colocación y curado del concreto”.

- **Importancia del control**

Según Jordan y Viera (2014), “la preparación de un buen concreto exige de un adecuado control, una cuidadosa inspección en la selección de los materiales, en su debida proporción y la realización de ensayos en todas las etapas, dosificación, colocación con la finalidad de garantizar”.

- **Importancia de la preparación técnica**

Según Jordan y Viera (2014), “debe ser responsable del hormigón un profesional que esté plenamente familiarizado con los diversos aspectos del hormigón como material y su tecnología, además de tener conocimientos adecuados en el campo de la tecnología del hormigón”.

- **Factores en la variación de calidad**

Según Jordan y Viera (2014), “algunos de los principales factores que pueden intervenir en la variación de la calidad son: los materiales, el proceso de producción, calidad del concreto, la preparación técnica del personal profesional y técnico que interviene en los diversos aspectos de la obra”.

2.2.1.4. Materiales a utilizar

2.2.1.4.1 El cemento

Según Casaño y Mego (2021), El cemento Portland es un producto que se fabrica a partir de la mezcla de cal, alúmina, hierro y sílice en proporciones específicas, los cuales se cocinan a altas temperaturas para obtener el clinker finamente molido. La piedra caliza y la arcilla son las materias primas adecuadas para la producción de clinker Portland, que requiere principalmente cal y sílice, así como óxido de hierro y alúmina. Estas materias primas se trituran, dosifican, muelen y mezclan hasta que están secas o húmedas y completamente homogeneizadas. El cemento Portland es un material fácilmente disponible que se puede utilizar para fabricar cemento mezclándolo con agua o arena, piedra u otros materiales similares. La producción de cemento es un proceso industrial que comienza con la extracción de roca y piedra caliza en un pozo. Las materias primas se muelen en una instalación especial y luego el clinker se vierte con yeso (Anampa y Bernaola, 2019).

A. Características del cemento portland

Según Abanto (2009), citado por Anampa y Bernaola (2019), “el hormigón Portland es un material en estructura de polvo con un tinte tenue, bastante verdoso, se vende en sacos de papel con una capacidad de un pie

cúbico y un peso neto de 42,5 kilogramos de cemento. En situaciones en las que se desconoce el peso exacto, se tendrá en cuenta un valor de $3,15 \text{ kg/cm}^3$.

B. Clasificación del cemento portland

Los cementos portland respeta ciertas normas y especificaciones ASTM y se tiene según Abanto, (2009, pág. 17) citado por Anampa y Bernaola (2019), lo siguiente:

- **Cemento Portland tipo I:** es uno de los tipos más usados en obras generales, sobre todo cuando no se especifican los otros cuatro tipos.
- **Cemento Portland tipo II:** además de emplearse en obras que tendrán una exposición moderada a sulfatos, también se utiliza en obras generales.
- **Cemento Portland tipo III:** Se le conoce como un concreto de alta resistencia a la remoción porque permite al material lograr una obstrucción similar a la lograda después de 28 días en menos de 3 días.
- **Cemento Portland tipo IV:** es el hormigón para el que se requiere un calor de hidratación de base.
- **Cemento Portland tipo V:** es un tipo de cemento que se emplea exclusivamente para proteger estructuras que están frecuentemente expuestas a agua que contiene muchos sulfatos, normalmente agua de mar.

2.2.1.4.2.El Agua

Para que el agua usada para fabricar hormigón se considere adecuada y no perjudicial para la mezcla, debe cumplir ciertos requisitos, puede emplearse de dos formas distintas, como agente de curado para estructuras recién construidas y como ingrediente en la preparación de la mezcla, el agua es un componente esencial en la preparación del hormigón por su relación con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del hormigón endurecido.

Según Abanto Castillo (1995), citado por Casaño y Mego (2021), el agua que se utilizará para fabricar hormigón debe estar limpia y libre de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias nocivas que puedan dañar el acero o el hormigón.

Los requisitos de calidad del agua aluden fundamentalmente a sus atributos físico-sintéticos y a sus consecuencias para la ejecución sustancial, es inaceptable tolerar la presencia de sustancias claramente nocivas, como ácidos, azúcares, grasas y aceites.

Tabla 1
Parámetros de diseño y curado del concreto

	Agua para el diseño (ppm)	Agua para el curado
Cloruros	300	1000
Sulfatos	300	600
Sales de magnesio	150	-
Sales solubles totales	500	-
PH	Mayor a 7	5.5-8
Sólidos en suspensión	1500	-
Materia orgánica	10	3
Residuo insoluble	-	5000
Carbonatos	-	1000

Nota. Parámetros de diseño y de curado para el concreto, fuente: la NTP 339.088 y ASTM C 109M

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), los elementos aportados por el agua de amasado se le deberán agregar las sales u otros elementos nocivos que hayan podido estar presentes en los áridos y/o aditivos, para determinar la cantidad de sustancias nocivas que puedan causar daños al hormigón, acero de refuerzo o empotrados. elementos.

2.2.1.4.3. Los agregados

Se describe como un conjunto de partículas inorgánicas que pueden ser naturales o sintéticas y cuyas dimensiones se encuentran dentro de rangos predeterminados en la NTP 400.011.(Jordan y Viera, 2014).

Son sustancias que se mezclan con la pasta y constituyen alrededor de dos tercios de una unidad cúbica de hormigón. Agregado es el término utilizado para describir el conjunto de partículas inorgánicas, ya sean artificiales o naturales, que se utilizan para producir hormigón.

Las especificaciones deben ser cumplidas por los áridos utilizados para preparar el hormigón de peso normal, cuyo peso oscila entre 2200 y 2500 kg/cm³ de la Norma NTP 400.037 o de la norma ASTM C 33, así como los de las especificaciones del proyecto (Casaño y Mego, 2021).

❖ **Cantera**

Se le conoce como afloramiento rocoso en la industria de la construcción porque puede usarse para extraer materiales como piedra, grava, tierra, etc. Para garantizar su efectividad en el sitio de trabajo, este material debe pasar una estricta calidad física, química y mecánica. control antes de su uso en la construcción. Dado que el agregado representa entre el 65 y el 80 por ciento del volumen total del concreto, tiene un impacto significativo tanto en las propiedades del concreto fresco como en el endurecido, lo cual es crucial para obtener concreto de alta calidad.

2.2.1.4.4 Propiedades físicas de los agregados

A. Propiedades Físicas

a. Densidad

Cuando se diseñan hormigones con un peso unitario bajo o alto, la densidad de los áridos es especialmente importante. Además, los materiales con densidades bajas son porosos, débiles y muy absorbentes (Jordan y Viera, 2014).

b. Porosidad

Es el área en la partícula de agregado que no está ocupada por materia sólida; Debido a cómo afecta las otras propiedades de los agregados, es una de las propiedades de los agregados más importantes, (Jordan y Viera, 2014).

c. Peso unitario:

Divida el peso de las partículas por el volumen total, incluidos los huecos, para obtener este número; la disposición de las partículas se ve influida por la presencia de espacios entre ellas. ASTM C 29 y NTP 400.017 normalizan el método para determinarla (Jordan y Viera, 2014).

d. Porcentaje de vacíos:

Su valor es relativo y depende de cómo estén dispuestas las partículas, al igual que el peso unitario. Es una medida de volumen expresada como porcentaje de los espacios entre las partículas del agregado. La expresión sugerida se utiliza para evaluarlo por ASTM C 29 (Jordan y Viera, 2014).

$$\% \text{ Vacío} = \frac{S * W - P.U.C}{S * W} * 100$$

Dónde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

P.U.C. = Peso Unitario Compactado seco del agregado

e. Humedad

La siguiente es una expresión de cuánta agua superficial retiene una partícula y cómo eso afecta si se requiere más o menos agua en la mezcla.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso natural} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso seco}} * 100$$

B. Propiedades resistentes

a. Resistencia

Su resistencia está determinada por la estructura, composición y textura de los agregados; no puede ser mayor que el del hormigón. Según la norma británica, se pueden utilizar cilindros con un diámetro y una altura de 25,4 mm para medir la resistencia a la compresión de los áridos, (Jordan y Viera, 2014).

b. Tenacidad

Esta característica tiene una relación directa con la flexión, la angularidad, la textura y la resistencia al impacto del material.

c. Dureza

Es la resistencia al desgaste, la abrasión y la erosión. Los componentes de las partículas determinan su dureza. El cuarzo, la cuarcita, las rocas volcánicas densas y las rocas silíceas son algunas de las rocas que pueden emplearse en el hormigón, estas rocas deben ser resistentes a la abrasión y la erosión (Jordan y Viera, 2014).

d. Módulo de elasticidad

Se considera una medida de la resistencia del material a la deformación y se define como el cambio de tensión en relación con la deformación elástica. La deformación plástica y la contracción también pueden verse influidas por el valor del módulo de elasticidad.

Tabla 2
Modulo elástico del tipo de agregado

Tipo de agregado	Módulo de elástico
Granitos	610000 km/cm ²
Areniscas	310000 km/cm ²
Calizas	280000 km/cm ²
Diabasas	860000 km/cm ²
Gabro	860000 km/cm ²

Nota. Tipo de agregado y módulo de elástico

C. Propiedades térmicas

a. Coeficiente de expansión

Es la capacidad de los agregados de aumentar de tamaño en función de la temperatura; Depende en gran medida de la estructura interna y la composición de las rocas, y varía mucho entre los distintos tipos de rocas.

b. Calor específico

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura en un grado centígrado; es relativamente constante en todos los tipos de rocas, con excepción de los agregados muy ligeros y porosos.

c. Conductividad térmica

La porosidad influye principalmente en este factor, que tiene un rango de variación relativamente estrecho, dependiendo de la facilidad con la que se puede conducir el calor.

d. Difusividad

Es el cociente de la conductividad dividido por el producto del calor específico por la densidad, e indica la velocidad a la que pueden ocurrir cambios térmicos dentro de una masa.

D. Propiedades químicas

a. Reacción Alkali-Síli

Existen pruebas de laboratorio para evaluar estas reacciones, y los óxidos de sodio y potasio forman los álcalis del cemento, que se definen en ASTM C227, ASTM C289, ASTM C-295 y que permiten obtener información para calificar la reactividad del agregado (Jordan y Viera, 2014).

b. Reacción álcali-carbonatos

Se crea cuando los carbonatos de los agregados reaccionan, creando sustancias expansivas. Este tipo de reacción no se ha observado en el Perú. los procesos para evaluar este rasgo se encuentran normalizados en ASTM C-586 (Jordan y Viera, 2014).

2.2.1.4.5 Clasificación del agregado

a. Agregado fino

Se define como aquel donde el material que queda retenido en la malla N° 200 y pasa el tamiz 3/8", el agregado fino más usual es la arena producto o resultante de la desintegración de las rocas (Jordan y Viera, 2014).

Otra definición del agregado fino es el material que proviene de la desintegración natural o artificial de rocas, que traspasan el tamiz 3/8" y retenidos N° 200 de tamiz y cumple con la NTP 400.037 (Casaño y Mego, 2021).

Figura 1
Agregado fino



Nota. Representación del agregado fino; fuente: Casaño y Mego (2021)

2.2.1.4.6 Granulometría

El agregado fino proviene normalmente de la desintegración natural o artificial de las rocas y que tamiz NTP 9.5 mm (3/8") y que cumple la norma NTP 400.037

El material del agregado fino puede ser arenas naturales o manufacturadas o ambas, sus partículas serán limpias y libres de materiales perjudiciales como los terrones, el polvo, esquistos, partículas escamosas o blandas, álcalis, pizarras, sales, materia orgánica, u otras sustancias dañinas que perjudique en su composición. Según Riva López, (2010), citado por Casaño y Mego (2021), deberá ser con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100 de la serie Tyler.

Tabla 3
Límites granulométricos para agregado fino

Malla	Porcentaje acumulado que pasa
Malla 3/8''	100% a 100%
Malla N° 4	95% a 100%
Malla N°8	80% a 100%
Malla N°16	50% a 85%
Malla N°30	25% a 60%
Malla N°50	10% a 30%
Malla N°100	2% a 10%

Nota. Malla y el porcentaje acumulado

a) Agregado grueso

Como árido grueso debe utilizarse roca triturada o grava procedente de fuentes cuidadosamente seleccionadas, y su calidad debe verificarse mediante análisis de laboratorio, el árido grueso debe estar limpio, ser resistente, duro y estar libre de materiales extraños o polvo, que deben eliminarse usando un método adecuado como el lavado si lo hubiera.

Figura 2
Agregado grueso



Nota. Representación del agregado grueso

b) Granulometría

El agregado grueso deberá respetar los límites establecidos por la norma ITINTEC 400.037 o normas ASTM C33, que señalamos a continuación en la tabla:

Tabla 4*Requisitos granulométricos para el agregado grueso*

		Cantidades más finas que cada tamiz de laboratorio (aberturas cuadradas),% en peso												
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 8	Nº 16
		100	90	75	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18
Tamaño nominal		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3 1/2"	a 1 1/2"	100	100		25-60	-	0-15		5					
2 1/2"	a 1 1/2"	-	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	-	-	-
2"	a Nº 4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10.30-	-	0-5	-	-
1 1/2"	a Nº 4	-	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-	-
1"	a 3/8"	-	-	-	-	-	100	90-100	40-85	-	0-15	0-5	-	-
1"	a Nº 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	-	-	0-10	0-5	-
3/4"	a Nº 4	-	-	-	-	-	-	100	90-100	.	20-55	0-10	0-5	.
2"	a 1"	.	.	-	100	90-100	35-70	0-15	-	0-5	-	-	.	.
1 1/2"	a 3/4"	-	.	.	-	100	90-100	20-55	0-10	.	0-5	-	.	.
1"	a 1/2"	-	-	-	-	-	100	90-100	20.55	0-10	0-5	-	-	-
3/4"	a 3/8"	-	-	-	-	.	.	100	90-100	20-55	0-15	0-5	.	.
1 1/2"	a Nº 4	.	-	-	-	-	.	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	.
3/8"	a Nº 8	-	.	.	.	-	.	.	.	100	85-100	Oct-30	0-10	0-5

Nota. Requisitos para el agregado grueso

c) Especificaciones técnicas del agregado

Deberán estar libres de contaminantes, preferentemente de perfil angular, robustos, duros, compactos y preferentemente de textura rugosa. Las partículas deben ser químicamente estables y estar libres de cualquier cosa que pueda dañar el agregado, incluidas incrustaciones, polvo, tierra, limo, humus, materia orgánica, sales e incrustaciones superficiales.

2.2.2 Agregado de concreto reciclado

La NTP 400.053:2014 señala que es el material de construcción secundario proveniente del tratamiento del mortero de demolición y concreto a una granulometría comparable a la de los agregados (Rodrich y Silva, 2018).

2.2.2.1 Propiedades de los agregados reciclados procedentes de concreto triturado

a. Densidad

Rodrich y Silva (2018), sugiere que los agregados reciclados tienen una densidad superficial saturada (SSD) más baja que los agregados naturales debido a la baja densidad del mortero que se adhiere al agregado original. Esto depende de la resistencia del hormigón original; un árido reciclado procedente de un hormigón de mayor resistencia tendrá mayor densidad.

b. Absorción de agua

La capacidad de absorción de agua del agregado reciclado depende de:

- **Tamaño del agregado**

Más tamaño equivale a más capacidad de absorción de los áridos, y más mortero aplicado a los áridos reciclados también aumenta la capacidad de absorción. Otro factor que reduce la densidad es la cantidad sustancial de mortero que se fija al árido reciclado del árido, la relación entre la resistencia

del hormigón original, el tamaño del árido reciclado, la cantidad de mortero aglomerado y la densidad y absorción de los áridos reciclados también se ve influida por la cantidad de mortero aglomerado. Se muestra a continuación:

Tabla 5*Propiedades del agregado natural y agregado reciclado*

		Tamaño en mm	Gravedad Especifica SSD cond.	Absorción de agua porcentaje	de Los en ángeles	% de volumen de mortero
Grava Original	Natural	4-8	2500	3.7	25.9	0
		8-16	2620	1.8	22.7	0
		16-32	2610	0.8	18.8	0
Agregado Reciclado (H)	(H)	4-8	2340	8.5	30.1	58
		8-16	2450	5	26.7	38
		16-32	2490	3.8	22.4	35
Agregado Reciclado (M)	(M)	4-8	2350	8.7	32.6	64
		8-16	2440	5.4	29.2	39
		16-32	2480	4	25.4	28
Agregado Reciclado (L)	(L)	4-8	2340	8.7	41.4	61
		8-16	2420	5.7	37	39
		16-32	2490	3.7	31.5	25
Agregado Reciclado (M)	(M)	<5	2280	9.8	-	-

Nota. Propiedades del agregado natural y reciclado

c. Abrasión Los ángeles

El valor de abrasión de Los Ángeles de los áridos reciclados varía en función de la resistencia del hormigón original, la cantidad de mortero adherido y la calidad general del original (Rodrich y Silva, 2018).

El hormigón más resistente se desgasta menos, el porcentaje de pérdida de áridos reciclados producido por “Los Ángeles Abrasión” viene determinado no solo por la cantidad de mortero que se adhirió al árido durante su fraguado inicial, sino también por el método mediante el cual se trituró el hormigón que se utilizó para fabricar el árido (Rodrich y Silva, 2018).

d. Sulfato de Solidez

El tipo de concreto original, la técnica de trituración y la composición de los agregados de prueba tienen un impacto importante en el porcentaje de pérdida de peso de los agregados reciclados expuestos a la solución de sulfato (Rodrich y Silva, 2018, p. 43).

e. Contaminantes

Los contaminantes tienen un impacto en la resistencia y durabilidad del hormigón elaborado con áridos reciclados, (Rodrich y Silva, 2018).

f. Cloruros

El contenido de cloruro de los áridos de hormigón reciclado y de los áridos reciclados debe controlarse estrictamente en las especificaciones estándar de estos materiales (Rodrich y Silva, 2018).

2.2.2.2 Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado fresco

a. Trabajabilidad

La trabajabilidad es una de las características más cruciales del hormigón elaborado con áridos reciclados. Aunque el asentamiento inicial del concreto fresco disminuye ligeramente a medida que se reemplaza la cantidad de agregados reciclados, el tipo de agregado tiene poco impacto sobre él.

Yang, Chung, y Ashour (2008), citado por Rodrich y Silva (2018), demostraron que la Ecuación N° 2 puede representar aproximadamente la pérdida de asentamiento del hormigón fresco en función del tiempo.

Esfericidad del agregado

$$\frac{SL}{(SL)_i} = KT + 1$$

Dónde

(SL) i = asentamiento inicial en mm medido inmediatamente después del mezclado.

SL = asentamiento medido a T minutos

k = razón de pérdida de asentamiento en mm/minuto.

b. Peso unitario

La densidad de los áridos reciclados es menor, pero las variaciones de densidad no son tan pronunciadas como en la absorción. El hormigón con una menor densidad de áridos tendrá naturalmente un menor peso unitario. Según Hansen y Narud (1983), el hormigón a base de áridos reciclados tiene una densidad un 5% inferior.

c. Exudación

Hansen y Narud (1983) citado por Rodrich y Silva (2018), Concluyeron que a medida que aumenta el porcentaje de agregado reciclado, el concreto fluye menos y aumenta con la absorción de agua que fluye por la pasta de cemento dentro del agregado.

2.2.2.3 Influencia de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido

a. Resistencia a Compresión

Para asegurar que la resistencia característica de la obra será satisfactoria, la resistencia que se debe alcanzar en el caso del hormigón reciclado puede necesitar ser ligeramente superior a la prevista debido a la mayor dispersión de los resultados derivados del uso de materiales no Agregados reciclados uniformes. En consecuencia, dentro de los límites permitidos, en los ensayos con hormigones

convencionales se deben utilizar áridos reciclados de diversas calidades, (Rodrich y Silva, 2018).

2.2.2.4 Material reciclado proveniente de corte de pavimento rígido

Un pavimento degradado se puede convertir en una estructura uniforme y adecuada para el tráfico reciclando el material de las capas estructurales del pavimento rígido que cumplían su propósito original, lo cual se realiza el corte de pavimento para reutilizar y realizar sus estudios de sus propiedades físico – mecánicas del agregado grueso y fino reciclados.

2.2.2.5 Elaboración de concreto nuevo

Es el material formado por cemento, agregado fino o arena, agregado grueso o piedra, y agua. El mortero se compone de cemento, agua y arena. Su finalidad es unir las distintas partículas para hacer un concreto nuevo en diferentes proporciones de material reciclado y material de cantera, lo cual se realizó en los ensayos donde el 25% de material reciclado y 75% material de cantera nos da una resistencia de 218.21 kg/cm², y tan bien en 45% de material reciclado y 55% material de cantera nos da una resistencia de 215.84 kg/cm² donde tienen un comportamiento dentro de las NTP.

2.3 Marco conceptual

- **Agregado:** El agregado es un componente principal dentro de la mezcla de concreto por constituye un 75% de mezcla de concreto además abanto (2019) define “los agregados son materiales inertes que asocian con aglomerantes (cemento, cal, etc.) dando origen al mortero.” (Anampa y Bernaola, 2019)
- **Concreto reciclado:** Es un concreto compuesto con materiales reciclados, ya sea esto el agregado grueso reciclado o agregado fino reciclado. (Jordan & Viera, 2014)

- **RNE:** “La presente norma establece los requisitos que se exigen para el diseño, análisis, materiales, supervisión, control de calidad del concreto armado, preesfuerzo y simple. MTC E 108, ASTM D 2216
- **Densidad:** Rodrich y Silva (2018), indica que debido a la baja densidad del mortero que se adhiere al árido original, los áridos reciclados tienen una densidad superficial saturada (SSD) inferior a la de los áridos naturales.
- **Exudación:** Hansen y Narud (1983) citado por Rodrich y Silva (2018), concluyeron que el agua de sangrado es absorbida por la pasta de cemento en la superficie de los áridos, lo que se traduce en una disminución de la exudación del hormigón a medida que aumenta el porcentaje de sustitución del árido grueso reciclado.
- **Abrasión los ángeles:** El valor de abrasión de Los Ángeles de los áridos reciclados varía en función de la resistencia del hormigón original, la cantidad de mortero adherido y la calidad general del original (Rodrich y Silva, 2018).
- **Granulometría:** El agregado fino proviene normalmente de la desintegración natural o artificial de las rocas y que tamiz NTP 9.5 mm (3/8”) y que cumple la norma NTP 400.037.
- **Dureza:** Es la resistencia al desgaste, la abrasión y la erosión. teniendo como componentes su dureza. El cuarzo, la cuarcita, las rocas volcánicas densas y las rocas silíceas son algunas de las rocas que pueden emplearse en el hormigón, estas rocas deben ser resistentes a la abrasión y la erosión (Jordan y Viera, 2014).
- **Resistencia:** La composición, textura y estructura de los áridos determinan su resistencia, y esta no puede ser superior a la del hormigón. La resistencia a la compresión de los áridos puede medirse utilizando cilindros de 25,4 mm de diámetro y altura, según la norma británica (Jordan y Viera, 2014).

- **Trabajabilidad:** Dávila (2019), indica que es la facilidad que tiene el concreto fresco para ser mezclado, transportado y compactado. La trabajabilidad principalmente es influenciada por la pasta, el contenido de agua y la proporción que hay entre los finos y gruesos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido se puede aprovechar significativamente en la resistencia y los porcentajes óptimo para construcciones, Abancay 2022.

3.1.2. Hipótesis específicas

- a) El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido influye significativamente en las propiedades del agregado fino y grueso en el uso de construcciones, Abancay 2022.
- b) El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido influye significativamente en la resistencia del concreto en el uso de construcciones, Abancay 2022.
- c) El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido influye significativamente en el uso del porcentaje óptimo de agregado grueso y fino en el uso de construcciones Abancay 2022.

3.2 Método

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el enfoque cuantitativo como un conjunto de procesos, no hay ningún paso que pueda saltarse porque todas las etapas están conectadas, los problemas, los objetivos y las hipótesis nacen de una idea que sirve de base a la investigación, se aplica una estrategia para comprobar las distintas hipótesis, se miden las variables que se van a estudiar para determinar su relación y se examinan todas las mediciones obtenidas estadísticamente antes de llegar a una serie de conclusiones.

3.3 Tipo de investigación

La investigación que se desarrolló fue de tipo **descriptivo, correlacional-causal; descriptivo** ya que “tienen como finalidad especificar propiedades y características de conceptos, fenómenos, variables o hechos en un contexto determinado” (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018), **correlacional causal** porque “tienen como propósito conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, variables, categorías o fenómenos en un contexto en partícula”.

3.4 Nivel o alcance de investigación

La investigación tiene un nivel **correlacional causal**, además de ser teórico **explicativo**. El método que se utilizara en la investigación es el método deductivo, donde iremos de lo más general, y llegaremos a más particular para determinar la conclusión.

3.5 Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño **experimental** y según Muñoz (2016), señala que: “un experimento es la manipulación rigurosamente controlada de variables experimentales, no comprobadas o condicionadas, con las que el investigador provoca determinadas situaciones, las cuales le permiten analizar el comportamiento

de un fenómeno o problema en su campo de acción”, el diseño que se empleó, se usara laboratorio donde se analizara la influencia del material reciclado.

3.6 Operacionalización de variables

Variable independiente: agregado fino y grueso de concreto reciclado

Variable dependiente: resistencia a compresión axial y porcentaje óptimo de agregado grueso y fino

Tabla 6
Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Instrumento
Independiente: Agregado fino y grueso de concreto reciclado	Se entiende por reciclaje de pavimentos a la reutilización de materiales que forman parte de alguna de las capas estructurales de pavimentos existentes y que han cumplido su finalidad inicial, mediante la transformación de un pavimento degradado en una estructura homogénea y adaptada al tráfico que debe soportar (Cortes Perez, 2015)	Se realiza estudios de las propiedades de los agregados grueso y fino en laboratorio para obtener los resultados.	Porcentaje de adición de material reciclado 0% de sustitución 25% de sustitución 45% de sustitución 65% de sustitución 100% de sustitución	-Contenido de humedad -Granulometría -Peso específico -Peso unitario suelto -Peso unitario compactado -Porcentaje de absorción -Módulo de fineza	- La técnica que se empleará será la observación y como instrumento se aplicará la guía de observación y las fichas técnicas de las pruebas de laboratorio - Fichas técnicas según NTP: 400.011, - Fichas técnicas según NTP: 400.053
Dependiente Resistencia a compresión axial	La resistencia a compresión axial es el esfuerzo máximo que puede soportar la probeta de concreto bajo una carga de aplastamiento sin romperse.	Se mide roturado las probetas cilíndricas con la prensa de concreto a compresión. Se integra en porcentaje el material reciclado a la mezcla del concreto nuevo	Resistencia a compresión axial	-Rotura de probetas a los 7, 14 y 28 días. - Porcentaje de adición de material reciclado	- fichas técnicas de las Pruebas de laboratorio. - Fichas técnicas según NTP: 339.034 - Fichas de ensayos en Resistencia.
Porcentaje óptimo de agregado grueso y fino	Es el porcentaje óptimo de adición de material reciclado al concreto nuevo		Porcentaje óptimo de agregado grueso y fino.	0% 25% 45% 65% 100%	-fichas de registro de datos para los ensayos de laboratorio.

Nota. Operacionalización de las variables, sus dimensiones e indicadores

3.7 Población, muestra y muestreo

3.7.1 Población

Como señala Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), “población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”, entonces en nuestro estudio la población está formada por todo el material reciclado que se extrae cuando se hace el corte de pavimento rígido para hacer conexiones domiciliarias de agua y desagüe.

La población fue 75 probetas de concreto de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

3.7.2 Muestra

La muestra fue formada por el número de probetas que nos permitirán determinar la influencia del material reciclado que se extrajo de barrio los Rosales, un total de volumen de 1.5m^3 para la elaboración de concreto nuevo y para lo cual se determinó a través del siguiente método:

$$N = \left(\frac{Z^2 * S^2}{E^2} \right)$$

Las simbologías están dadas por:

N= es el tamaño de la muestra

Z= es el valor en cuanto a niveles de confianza, y en la investigación se busca una confianza del 90% y el valor que le corresponde sería 1.65.

S= es la desviación estándar de la varianza de estudios

E= porcentaje de precisión o error

Y el rango aceptable para la resistencia de los cilindros individuales, según los ensayos de compresión de las normas técnicas peruanas (NTP 339.034, 2008), que permite comprobar si realmente se está diseñando en condiciones de laboratorio consideramos 7.8 %.

$$N = \left(\frac{Z^2 * S^2}{E^2} \right) = \left(\frac{1.65^2 * 7.8^2}{7.8^2} \right) = 4.722$$

La muestra para los testigos cilíndricos de 6''x12'' (150mm por 300mm) es de 5 cilindros.

Entonces, este trabajo consiste en analizar la influencia del material reciclado en la elaboración de concreto nuevo, las muestras son los cilindros de concreto es una muestra probabilística, ya que se escogió la muestra haciendo un análisis estadístico

Tabla7

Cantidad de probetas utilizadas

Probetas con el % de material reciclado	7 días	14 días	28 días
Probeta con 0 % de material reciclado	5 probetas	5 probetas	5 probetas
Probeta con 25 % de material reciclado	5 probetas	5 probetas	5 probetas
Probeta con 45 % de material reciclado	5 probetas	5 probetas	5 probetas
Probeta con 65 % de material reciclado	5 probetas	5 probetas	5 probetas
Probeta con 100% de material reciclado	5 probetas	5 probetas	5 probetas
Sub total	25 probetas	25 probetas	25 probetas
Total		75 probetas	

Nota. Cantidad de probetas de material reciclado







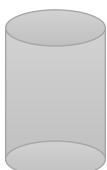








- **El grupo control**

El grupo control estuvo formado por las probetas sin material reciclado, sino donde se usa agregado natural (0% de material reciclado), como muestra la tabla 8

- **El grupo experimental**
















El grupo experimental estuvo formado por las probetas donde se usa material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido en un 25%, 45%, 65% y 100%

Tabla 8
Probetas grupo control

Probetas de Grupo Control					
7 días					
14 días					
28 días					

Nota. Cantidad de probetas para el grupo control
















Tabla 9
Probetas para del grupo experimental al 25% de material reciclado

Probetas con 25% de material reciclado					
7 días					
14 días					
28 días					

Nota. Cantidad de probetas para el grupo experimental al 25%

Tabla 10*Probetas para del grupo experimental al 45 % de material reciclado*
















Probetas con 45% de material reciclado

7 días					
14 días					
28 días					

Nota. Cantidad de probetas para el grupo experimental al 45%
















Tabla 11*Probetas para del grupo experimental al 65% de material reciclado*

Probetas con 65% de material reciclado

7 días					
14 días					
28 días					

Nota. Cantidad de probetas para el grupo experimental al 65%

Tabla 12*Probetas para del grupo experimental al 100% de material reciclado*

Probetas con 100% de material reciclado					
7 días					
14 días					
28 días					

Nota. Cantidad de probetas para el grupo experimental al 100%

La tabla anterior nos muestra el grupo control de 5 probetas y el grupo experimental de 15 probetas donde se analizará la influencia del material reciclado en 25%, 45% y 65% de material reciclado.

Figura 3*Briquetas cilíndricas para ser sometidas a la compresión*

Nota. Briquetas listas para someterse a la compresión

3.7.3 Muestreo

Una parte de la población se elige mediante el proceso de muestreo para el análisis de la investigación. Se emplea cuando estudiar a toda la población sería difícil o imposible debido a problemas de disponibilidad, gastos o tiempo.

El tipo de muestreo está relacionado con el método de muestreo, y la muestra utilizada en ese momento no fue posible por razones prácticas porque no estaba determinada por la probabilidad de seleccionar elementos sino por la relación entre ellos. Es adecuado a la naturaleza del trabajo.

Hernández y Carpio (2019), menciona el muestreo intencional implica que el investigador seleccione elementos que, según sus estándares, sean representativos de la población objeto del estudio.

3.8 Técnicas e instrumentos

Técnicas: En esta investigación se utilizó el método de observación, que consiste en registrar, analizar y repetir todos los datos, registrando, analizando, cargar todos los datos necesarios para así evaluar.

Instrumento : Fue el análisis visual de materiales como el cemento, el agregado grueso, el agregado fino, el agua y el aditivo determinará sus propiedades físico-mecánicas, que será necesario para el diseño del concreto reciclado, además, se podrá determinar las respectivas aplicaciones de este hormigón reciclado basándonos en análisis de laboratorio, estas fuentes se utilizarán para la investigación, por otro lado, las normas nacionales e internacionales como ASTM, ACI y NTP constituirán una parte de las fuentes científicas.

Para determinar las propiedades de los áridos, se requirió múltiples ensayos, ya que la investigación fue experimental; por consiguiente, se emplearon equipos dispuestos para cada ciclo y debidamente alineados para adquirir información fiable. Por último,

se realizó una comparación entre los formatos de recogida de datos ordenados y claramente definidos para el hormigón reciclado y el hormigón convencional.

Además, se utilizaron fotografías para demostrar no sólo el estado actual de las carreteras, sino también los procedimientos de recogida y procesamiento de muestras.

En el estudio realizado en la provincia de Abancay, el distrito de Abancay y el distrito de Apurímac, los datos recopilados en el laboratorio en los documentos preparados por el investigador fueron verificados por expertos y el laboratorio de agregados y concreto GEOMAT SERV E.I.R.L. Estos archivos incluyen pruebas tales como tipos de agregados gruesos y finos, gravedad específica y absorción de agregados gruesos y finos, pesos unitarios libres y estables de agregados gruesos y finos, diseño compuesto, prueba de humedad del concreto y prueba de resistencia axial.

3.9 Consideraciones éticas

- Veracidad en toda la documentación obtenida según la normativa técnica y metodológica.
- Los resultados obtenidos tienen veracidad ética del investigador.
- La investigación respetó todas las normas que plantea la universidad, así como la normatividad nacional, donde prima la objetividad en los hechos y datos reales.
- En la realización de este estudio se respetaron tanto el cronograma del proyecto de tesis como los estándares técnicos aplicados a la ejecución de las pruebas.

3.10 Procesamiento de estadísticos

Según Hernández y Carpio (2019), señala que es un análisis estadístico donde se efectúan sobre la matriz que los contiene y utilizando un programa computacional, por ello este capítulo se centra en la interpretación de los datos de los métodos de análisis estadístico”

Los datos que se obtuvieron en la ficha técnica fueron sometidos a una hoja de cálculo en el programa Excel 2018, y también utilizaremos el software estadístico SPSS V23.0., en esta investigación se empleó el uso de la estadística descriptiva donde se ejecutó tablas o cuadros estadísticos que permitió analizar las características de las variables, sus indicadores y los resultados para de esta forma hacer una conclusión. Donde los coeficientes de valores obtenidos en relación a las variables es aceptable a 0.5, teniendo un grado de excelencia metodológicamente, por tanto es confiable la investigación y técnicamente son confiables los resultados de acuerdo a la normatividad con el 25% de AMR y 45% AMR, ya que el diseño se hizo para el diseño de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

En el presente capítulo, se da a conocer los resultados obtenidos detalladamente de la variable independiente y variable dependiente, como también daremos a conocer los resultados donde se usó el agregado reciclado en un 25%, 45%, 65% y 100% respectivamente.

a) El agregado

✓ Agregado Natural

El agregado se extrajo de la cantera “Quispe” la cual está ubicado las coordenadas Norte: 8493083, Este: 0729290 a una altura de 1780. La cantera “Quispe” se encuentra localizada en el kilómetro 17000 +510 de la carretera Abancay-Lima, el tipo de explotación es de tajo abierto y explotan un volumen de 70 m³ diario de material de agregado fino y agregado grueso aproximadamente 85 m³ de agregado grueso.

En el proceso de investigación se buscó el agregado que cumpla las NTP y la cantera que se ajustó a estas normas fue la cantera Quispe, de esta cantera se extrajo tanto el agregado fino y el agregado grueso.

b) Granulometría del agregado de Cantera

Hacer un estudio sobre la granulometría es un proceso importante para que cumplan con las normas del (MTC E 204 y NTP 400.012).

También señalar que el proceso de chancado del agregado reciclado se hizo en la cantera Quispe del mismo lugar se extrajo el agregado natural.

✓ El agregado fino de cantera

El agregado fino proviene de la cantera "Quispe", ya que fue el único agregado fino que cumplió con las NTP. Y esta se encuentra ubicado en la ciudad de Abancay, en el kilómetro 17+510 de la carretera Abancay – Lima.

✓ Resultados de Granulometría del agregado fino natural

Datos obtenidos del tamizado del agregado fino 100% de cantera

Tabla 13
Granulometría del agregado fino natural

Tamiz Nº (A.S.T.M.)	Abertura en. Mm.	P. Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especifica.
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350				100.0	100
Nº 4	4.760	20.1	2.3	2.3	97.7	95 - 100
Nº 8	2.380	129.5	14.9	17.2	82.8	80 - 100
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190	151.9	17.5	34.7	65.3	50 - 85
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	184.3	21.2	56.0	44.0	25 - 60
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297	175.1	20.2	76.2	23.8	10 - 30
Nº 80	0.177					
Nº	0.149	120.2	13.9	90.0	10.0	2 - 10
100						
Nº	0.074	73.2	8.4	98.5	1.5	
200						

Nota. Laboratorio del agregado fino natural

La tabla 13 muestra el análisis de laboratorio del agregado fino natural se desarrolló en el Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto supervisión de

obras civiles GEOMAT SERV E.I.R.L. ubicado en la Dirección: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas, el 18/03/2022, trabajado por CRC.

Tabla 14

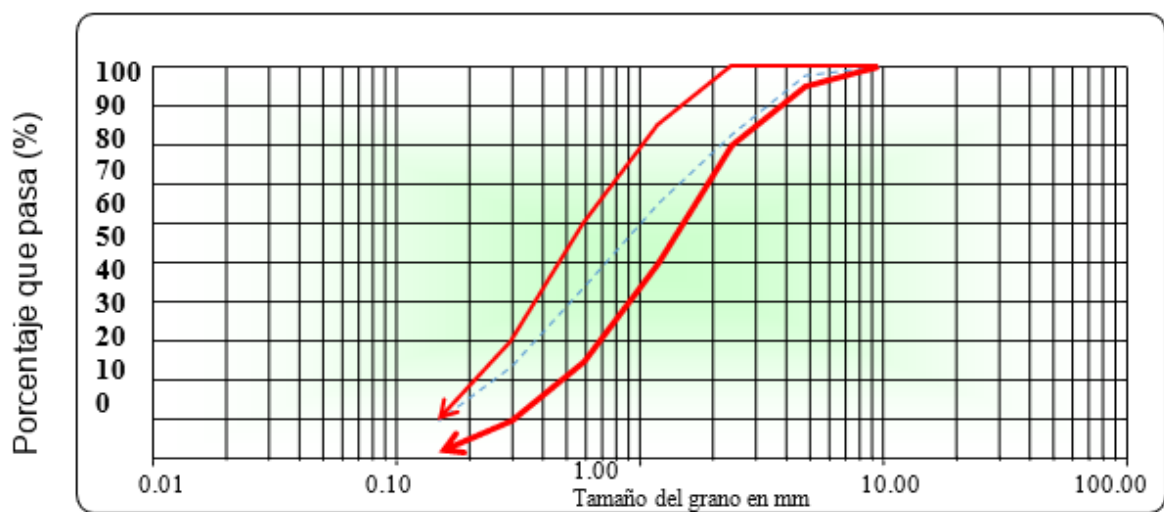
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino natural

Descripción de la muestra	
Tamaño Max.	: 3/8"
Peso Total (gr.)	: 867.7
Módulo de fineza	: 2.765

Nota. Descripción de la muestra según tamaño, peso y módulo de fineza.

Figura 4

Curva granulométrica del agregado fino



Nota. Curva granulométrica del agregado fino.

Resultados de la gravedad específica y absorción del agregado fino natural

Los resultados se llevaron a cabo según la Norma: MTC E-205. ASTM C 127.

AASHTOT-84

Tabla 15
Gravedad específica y absorción del agregado fino

Agregado fino				
A	P. material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	P. frasco+ agua (gr)	715.7	715.7	
C	P. frasco+ agua +A (gr)	1215.7	1215.7	
D	P. del material +agua en el frasco (gr)	1029.7	1029.7	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	186.0	186	
F	P. de material seco en estufa (105°C) (gr)	494.9	495.0	
G	- Volumen de massa = E - (A - F) (cm ³)	180.9	181	Promedio
	- Pe bulk(Base seca) = F/E	2.661	2.661	2.661
	- Pe bulk(Base saturada) = A/E	2.688	2.688	2.688
	- Pe aparente(Base seca) = F/G	2.736	2.735	2.735
	- % de absorción = ((A - F)/F)*100	1.031	1.010	1.020

Nota. Análisis de laboratorio del agregado fino natural

La tabla 15 muestra el análisis de laboratorio del agregado fino natural y encontramos detallado el peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr), el P. Frasco +agua (gr), el P. frasco + agua +A (gr), el P. del material +agua en el frasco (gr), el volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm³), el peso de material seco en estufa (105°C) (gr), el volumen de masa = E- (A-F) (cm³). Se desarrolló en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto supervisión de obras civiles GEOMAT SERV E.I.R.L. ubicado en la Dirección: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas, el 18/03/2022, trabajado por C.R.C.

✓ **El agregado grueso de cantera**

El agregado grueso también proviene de la cantera "Quispe", también fue la única cantera que cumplió con las NTP, para utilizar el agregado grueso.

Resultados de granulometría del agregado grueso natural

Tabla 16

Granulometría del agregado grueso natural

Tamiz	Abertura En (Mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Ag-3
2 1/2"	63.500					-
2"	50.800					-
1 1/2"	38.100				100.0	100
1"	25.400	515.0	3.8	3.8	96.2	95 - 100
3/4"	19.050	2898.0	21.1	24.9	75.1	-
1/2"	12.700	3987.0	29.0	53.9	46.1	25 - 60
3/8"	9.525	3156.0	23.0	76.9	23.1	-
N° 4	4.760	2568.0	18.7	95.6	4.4	0 - 10
N° 8	2.360	256.0	1.9	97.5	2.5	0 - 5
< N°8	Fondo	348.0	2.5	100.0		

Nota. Resultados de la granulometría del agregado grueso natural

En la tabla 16 muestra, el resultado de laboratorio del agregado grueso natural tenemos el valor del tamiz abertura en (mm), el peso retenido, el % retenido, el % parcial retenido, el % acumulado y el % que pasa, el resultado se desarrolló en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto supervisión de obras civiles GEOMAT SERV E.I.R.L. ubicado en la Dirección: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas, el 18/03/2022, trabajado por CR.C.

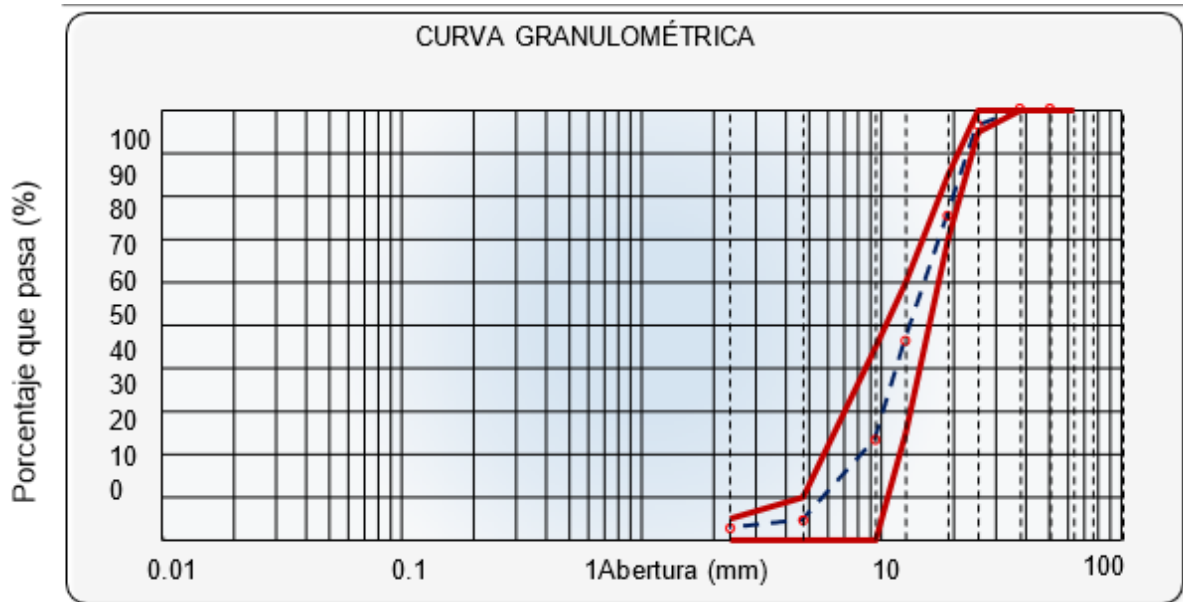
Tabla 17

Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso natural

Descripción de la muestra			
Tamaño max.		:	1"
Peso Total (gr.)		:	13728.0 gr.
Módulo de Fineza		:	6.948

Nota. descripción del agregado grueso natural según tamaño, peso y módulo de fineza

Figura 5
Curva granulométrica del agregado grueso



Nota. Curva granulométrica del agregado grueso

Gravedad específica y absorción del agregado fino de cantera

Los resultados se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E 205. ASTM C 127. AASHTOT-84.

Resultados de la gravedad específica y absorción del agregado fino natural

Tabla 18
Gravedad específica y absorción del agregado

Agregado fino				
A	P. material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	P. frasco + agua (gr)	715.7	715.7	
C	P. frasco+ agua +A (gr)	1215.7	1215.7	
D	P. del material + agua en el frasco (gr)	1029.7	1029.7	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	186.0	186	
F	P. de material seco en estufa (105°C) (gr)	494.9	495.0	
G	- Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	180.9	181	Promedio
	- Pe bulk (Base seca) = F/E	2.661	2.661	2.661
	- Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.688	2.688	2.688
	- Pe aparente (Base seca) = F/G	2.736	2.735	2.735
	- % de absorción = ((A - F)/F)*100	1.031	1.010	1.020

Nota. Absorción y gravedad específica del agregado

La tabla 18 muestra los valores del peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr), el P. frasco + agua (gr), el P. frasco + agua + A (gr), el P. del material + agua en el frasco (gr), el Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm³), el peso de material seco en estufa (105°C) (gr), el Volumen de masa = E - (A - F) (cm³), este análisis de laboratorio del agregado fino natural se desarrolló en el Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto supervisión de obras civiles GEOMAT SERV E.I.R.L. ubicado en la Dirección: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas, el 18/03/2022, trabajado por C.R.C.

Gravedad específica y absorción del agregado grueso de cantera

Los resultados se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E-205. ASTM C 127. AASHTOT-84.

Resultados de la gravedad específica y absorción del agregado grueso natural

Tabla 19

Gravedad específica y absorción del agregado grueso de cantera

Agregado grueso			
A -P. material saturado superficialmente seco (en aire)(gr)	2344.9	2278.9	
B -P. material saturado superficialmente seco (en agua)(gr)	1486.4	1443.5	
C -Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	858.5	835.4	
D -P. material seco en estufa (105 °C)(gr)	2330.0	2264.3	
E -Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	843.6	820.8	Promedio
-Pe bulk (Base seca) = D/C	2.714	2.710	2.712
-Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.731	2.728	2.730
-Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.762	2.759	2.760
-% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.639	0.645	0.642

Nota. Absorción y gravedad específica del agregado grueso de cantera

La tabla 19 muestra los resultados del peso del material saturado superficialmente seco (en aire) (gr), el peso del material saturado superficialmente seco (en agua) (gr), la masa volumen vacío = A-B (cm³), el peso del material seco al horno (105 °C) (gr), y el volumen de masa = C- (A - D) (cm³). Este análisis de laboratorio de agregado grueso natural fue desarrollado en el laboratorio de mecánica de suelos, supervisión de concreto y asfalto de obras civiles GEOMAT SERV E. I. R. L. ubicado en Psj. Montevideo Número de Lote Mz "D". 4 urbanización Las Américas, finalizada el 18 de marzo de 2022, por C. R. C.

Resistencia al desgaste del agregado natural

En la máquina de Abrasión de los Ángeles se colocó el material para la gradación del material. Según lo indica la norma (MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96).

Resultados de resistencia al desgaste del agregado natural

Tabla 20

Resistencia al desgaste del agregado natural

Muestra	1
Gradación	"A"
N.º DE ESFERAS	12
Tamiz (N.º)	Peso Retenido (Grs.)
1"	1,251
3/4"	1,250
1/2"	1,249
3/8"	1,250
Peso Total	5,000
M.R.T. N° 12	3,857
M.R.T. N° 12	1,143
Porcentaje de desgaste	22.9

Nota. resultados del análisis de laboratorio del agregado fino natural

La tabla 20 muestra los resultados de la máquina de Abrasión de los Ángeles y el porcentaje de desgaste es de 22.9% como muestra la tabla, estos el análisis de la máquina de Abrasión de los Ángeles se desarrolló en el Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto supervisión de obras civiles GEOMAT SERV E.I.R.L. ubicado en la Dirección: Psj. Montevideo Mz "D" Lote N° 4 Urbanización las Américas,

El procedimiento es pesar una muestra, esta muestra el 18/03/2022, trabajado por C.R.C.

Contenido de humedad (Normas Técnicas: MTC E 108, Astm D 2216)

Se lleva durante 24 horas a un horno donde se secará y se extraerá la cantidad de agua que posee y este porcentaje es el porcentaje de agua que posee el agregado en estado natural.

Que mostramos a continuación.

Resultados de contenido de humedad del agregado natural

Tabla 21

Contenido de humedad del agregado fino de cantera

Humedad natural	
Ensayo N°	1
Humedad Nro. De Tara	T-02
Humedad Peso Tara + Suelo Húmedo Gr.	873.1
Humedad Peso Tara + Suelo Seco Gr.	869.7
Humedad Peso De La Tara Gr.	197.5
Humedad Peso Del Agua Gr.	3.4
Humedad Peso Suelo Seco Gr.	672.20
Humedad %	0.506
Humedad Natural Promedio %	0.5

Nota. Contenido de humedad

Tabla 22

Contenido de humedad del agregado grueso de cantera

Humedad natural	
Ensayo N°	1
Humedad Nro. De Tara	T-01
Humedad Peso Tara + Suelo Húmedo Gr.	1885.0
Humedad Peso Tara + Suelo Seco Gr.	1881.4
Humedad Peso De La Tara Gr.	119.4
Humedad Peso Del Agua Gr.	3.6
Humedad Peso Suelo Seco Gr.	1762.00
Humedad %	0.204
Humedad Natural Promedio %	0.20

Nota. Humedad del agregado grueso de cantera

Gravedad específica y absorción.

Mientras que la capacidad de los agregados para absorber agua en los poros está determinada por su gravedad específica, lo cual es particularmente importante a la hora de determinar el volumen que ocupan en una mezcla.

Propiedades físicas del agregado de cantera

Resultados de las propiedades físicas del agregado natural

Tabla 23

Resultados de las propiedades físicas del agregado de cantera

Descripción	Unidad	A. Grueso	A. Fino	Cemento
Resultado del peso unitario suelto	kg/m ³	1,467	1,594	
Resultado del peso unitario Compactado	kg/m ³	1,564	1,776	
Resultado del peso específico		2.7120	2.661	3.120
Resultado de absorción	%	0.642	1.020	
Resultado de humedad natural	%	0.200	0.50	
Resultado de módulo de fineza		6.666	2.765	
Tamaño nominal máximo	Pulg.	1"	3/8"	

Nota. Resultados del análisis de propiedades físicas del agregado grueso.

Valor del diseño

- Asentamiento: 7.5 - 10,0 cms.
- Tamaño nominal máximo: 1"
- Agua: 195 lts/ m³
- Aire Total de Mezcla: 1.5 %
- Relación agua/cemento
- Diseño de Concreto F'c = 210 kg/cm²
- F'cr = 240 kg/cm²
- A/C = 0.636
- Cemento Requerido = $\frac{195}{0.636} = 307 \text{ kg/ m}^3$
- T.N.M. = 1"
- Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de Concreto
- Mf = 2.76 fp = 0.630
- Peso del Agregado Grueso = 985 kg/ m³

El diseño de la mezcla se creó teniendo en cuenta la resistencia es de f'c=210 kg/cm²

Tabla 24*Volumen absoluto de los materiales*

Volumen absoluto de los materiales por m³ :			
Cemento	=	$\frac{307}{3.120 \times 1000}$	= 0.0983
Agua	=	$\frac{195}{1000}$	= 0.1950
Aire	=	$\frac{15}{100}$	= 0.0150
Ag. Grueso	=	$\frac{985}{2712}$	= $\frac{0.3633}{0.6716}$
Ag. Fino	=	1- 0.672	= 0.3284

Nota. Descripción del volumen absoluto**Tabla 25***Peso de diseño de los materiales*

Peso de diseño de los materiales			
Cemento	=	307	kg/m ³
Ag, Grueso	=	725	kg/m ³
Ag, Fino	=	847	kg/m ³
Agua de Diseño	=	195	lt/m ³

Nota. Descripción del peso del diseño de los materiales.**Tabla 26***Corrección por absorción y humedad*

Corrección por absorción y humedad			
Cemento	=	307	kg/m ³
Ag, Grueso	=	731	kg/m ³
Ag, Fino	=	860	kg/m ³
Agua de Diseño	=	195	lt/ m ³
	=	287.97	lt/m ³

Nota. Descripción de la corrección de los agregados por absorción y humedad.**Tabla 27***Proporción de peso de los materiales*

Proporción en peso :							
$\frac{307}{307}$:	$\frac{731}{307}$:	$\frac{860}{307}$:	$\frac{287.97}{307}$	lt/kg. cem.
1	:	2.4	:	2.8	:	0.94	

Nota. Peso de materiales**Tabla 28***Proporción de volumen de los materiales*

Proporción en volumen							
$\frac{7.21}{7.21}$:	$\frac{20.05}{7.21}$:	$\frac{22.48}{7.21}$:	$\frac{288}{7.21}$	lt/bsa.
1	:	2.8	:	3.1	:	39.92	

Nota. Descripción de volumen de materiales

Agregado reciclado

El agregado reciclado proviene de la rotura de pavimento rígido de las conexiones domiciliarias de agua y desagüe en la ciudad de Abancay, en el año 2022 fueron realizando diferentes obras de rotura de las pistas de las calles en la ciudad de Abancay, esos materiales que provienen de la rotura fueron aprovechadas en esta investigación, a continuación, se mostrará las tablas con los resultados de laboratorio.

Granulometría de agregado reciclado fino

Resultado de Granulometría de agregado reciclado fino

Tabla 29

Granulometría de agregado reciclado fino

Tamiz nº (a.s.t.m.)	Abertura en. Mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Especific.
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					
3/8"	9.525	2.80	0.2	0.2	99.8	
1/4"	6.350	37.90	2.4	2.6	97.4	100
Nº 4	4.760	132.8	8.4	10.9	89.1	95 - 100
Nº 8	2.380	457.0	28.8	39.8	60.2	80 - 100
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190	375.0	23.7	63.5	36.5	50 - 85
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	263.3	16.6	80.1	19.9	25 - 60
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297	123.5	7.8	87.9	12.1	10 - 30
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149	62.4	3.9	91.8	8.2	2 - 10
Nº 200	0.074	38.5	2.4	94.2	5.8	

Nota. Análisis de laboratorio del agregado fino reciclado

La tabla 29, muestra los valores del resultado del tamiz Nº (a.s.t.m.), la abertura en mm. el peso retenido, el % retenido parcial, el % retenido acumulado, el % que pasa específicamente, estos análisis de laboratorio del agregado fino reciclado se desarrollaron en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto, supervisión de obras civiles GEOMAT SERV E.I.R.L. ubicado en la Dirección: Psj. Montevideo Mz "D" Lote Nº 4 Urbanización las Américas, el 17/03/2022, trabajado por C.R.C.

Tabla 30

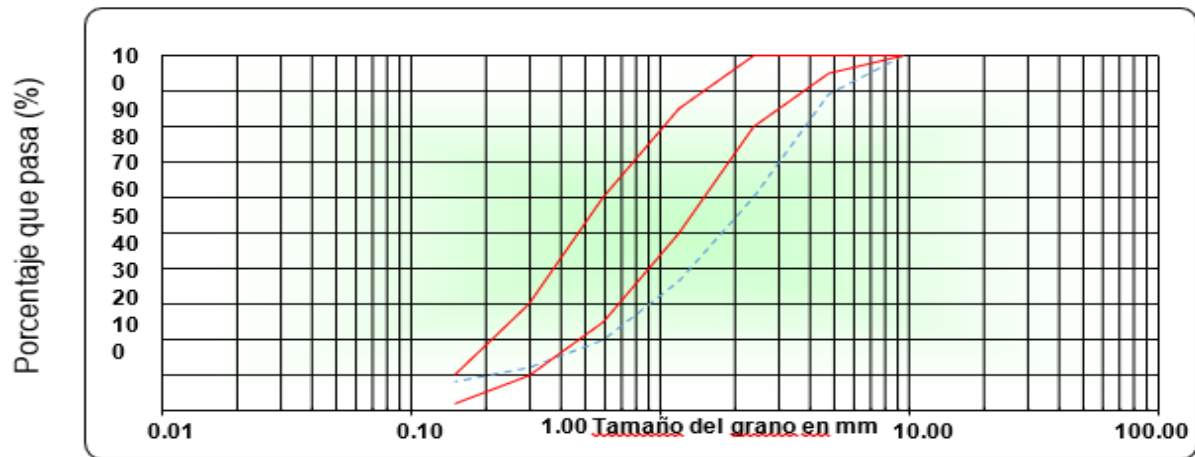
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino reciclado

Descripción de la muestra		
Tamaño Max.	:	3/8"
Peso Total (gr.)	:	1584.7
Módulo de Fineza	:	3.739

Nota. Tamaño, peso y módulo de fineza del agregado fino reciclado

Figura 6

Curva granulometría del agregado fino reciclado



Nota. Porcentaje y tamaño del agregado fino reciclado

Resultado de granulometría de agregado fino reciclado

Tabla31

Granulometría de agregado fino con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera

Tamiz nº (a.s.t.m.)	Abertura en. Mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Especific.
3/4"	19.050					
1/2"	12.700				100.0	100
3/8"	9.525	0.7	0.1	0.1	99.9	99 - 100
1/4"	6.350	9.5	0.9	1.0	99.0	98 - 99
Nº 4	4.760	48.3	4.8	5.8	94.2	91 - 95
Nº 8	2.380	211.4	20.8	26.6	73.4	65 - 80
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190	207.7	20.5	47.1	52.9	40 - 85
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	204.1	20.1	67.2	32.8	25 - 60
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297	162.2	16.0	83.2	16.8	10 - 30
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149	105.8	10.4	93.6	6.4	2 - 10
Nº 200	0.074	64.5	6.4	100.0	0.0	

Nota. Resultados de la Granulometría del agregado fino, reciclado y de cantera.

Tabla 32

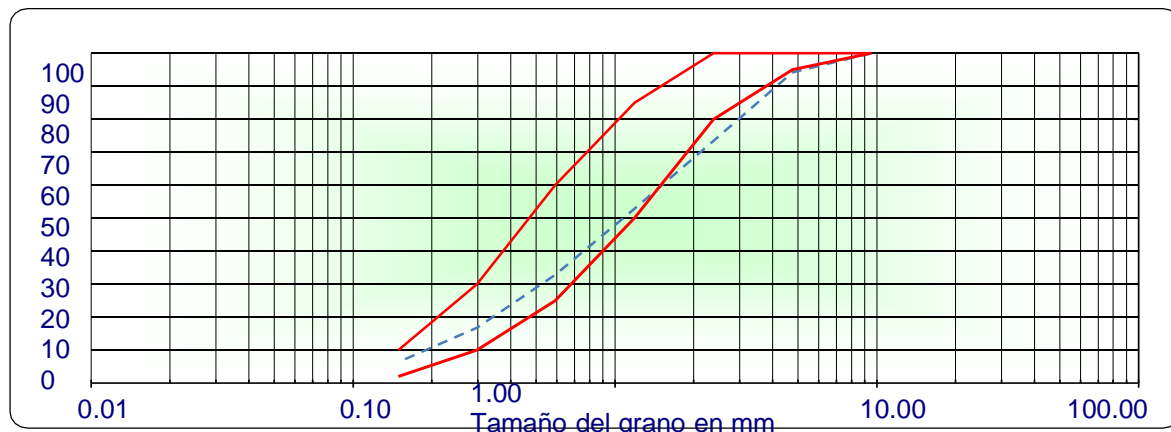
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera

Descripción de la muestra		
Tamaño Max. :		3/8"
Peso Total (gr.) :		1014.03
Modulo de Fineza :		3.235

Nota. Descripción de los agregados

Figura 7

Curva granulometría del agregado fino con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera



Nota. curva granulometría de los agregados.

Resultado de granulometría de agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera

Tabla 33

Granulometría de agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera

Tamiz n° (a.s.t.m.)	Abertura en. Mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Especific.
3/4"	19.050					
1/2"	12.700				100.0	100
3/8"	9.525	1.3	0.1	0.1	99.9	99 - 100
1/4"	6.350	17.1	1.5	1.6	98.4	98 - 99
N° 4	4.760	70.8	6.2	7.8	92.2	91 - 95
N° 8	2.380	276.9	24.2	32.1	67.9	65 - 80
N° 10	2.000					
N° 16	1.190	252.3	22.1	54.2	45.8	40 - 85
N° 20	0.840					
N° 30	0.590	219.9	19.3	73.4	26.6	25 - 60
N° 40	0.420					
N° 50	0.297	151.9	13.3	86.7	13.3	10 - 30
N° 80	0.177					
N° 100	0.149	94.2	8.2	95.0	5.0	2 - 10
N° 200	0.074	57.6	5.0	100.0	0.0	

Nota. Análisis de granulometría del agregado fino con adición

Tabla 34

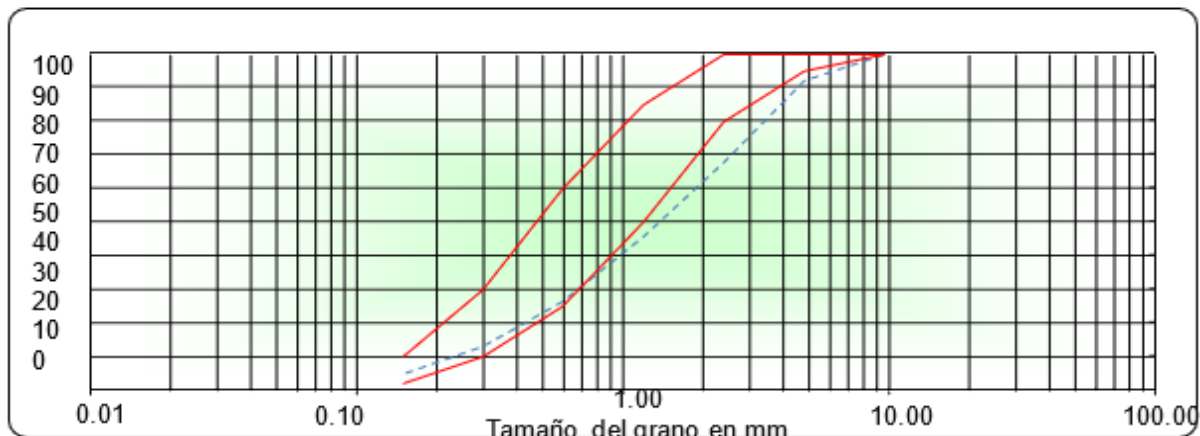
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera

Descripción de la muestra		
Tamaño Max. :		3/8"
Peso Total (gr.) :		1141.81
Modulo de fineza :		3.491

Nota. Tamaño, peso y modulo de fineza del agregado fino

Figura 8

Curva granulometría del agregado fino con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera



Nota. Análisis de granulometría del agregado fino

Resultado de Granulometría de agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera

Tabla 35

Granulometría de agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera

Tamiz nº (a.s.t.m.)	Abertura en. Mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Especific.
3/4"	19.050					100
1/2"	12.700				100.0	100
3/8"	9.525	1.8	0.1	0.1	99.9	99 - 100
1/4"	6.350	24.6	1.9	2.1	97.9	98 - 99
Nº 4	4.760	93.4	7.4	9.4	90.6	91 - 95
Nº 8	2.380	342.4	27.0	36.4	63.6	65 - 80
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190	296.9	23.4	59.8	40.2	40 - 85
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	235.7	18.6	78.4	21.6	25 - 60
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297	141.6	11.2	89.5	10.5	10 - 30
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149	82.6	6.5	96.0	4.0	2 - 10
Nº 200	0.074	50.6	4.0	100.0	0.0	

Nota. Análisis de granulometría

Tabla 36

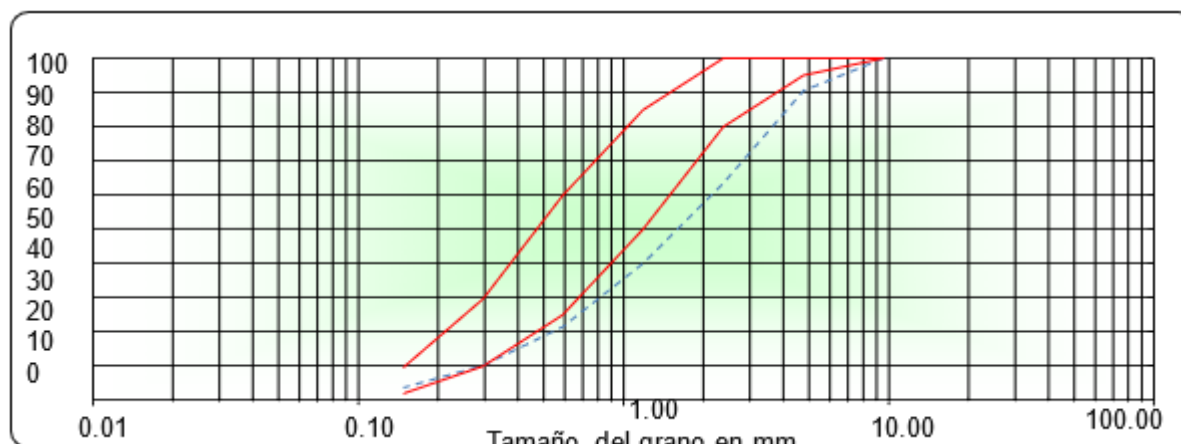
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera

Descripción de la muestra		
Tamaño Max. :		3/8"
Peso Total (gr.) :		1269.59
Modulo de Fineza :		3.695

Nota. Descripción de las especificaciones de los agregados.

Figura 9

Curva granulometría del agregado fino con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera



Nota. Análisis de granulometría

Gravedad específica y absorción del agregado fino reciclado

Los resultados se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación reciclado E 205. ASTM C 127. AASHTOT-84.

Resultados de gravedad específica y absorción del agregado fino reciclado

Tabla 37

Gravedad específica y absorción del agregado fino reciclado

Agregado fino				
A	P. material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	P. frasco + agua (gr)	723.0	712.6	
C	P. frasco + agua + A (gr)	1023.0	1012.6	
D	P. del material + agua en el frasco (gr)	899.2	889	
E	V. de masa + V. de vacío = C-D (cm ³)	123.8	123.6	
F	P. de material seco en estufa (105°C) (gr)	277.8	278.7	
G	V. de masa = E - (A - F) (cm ³)	101.6	102.3	Promedio
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.244	2.255	2.249
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.423	2.427	2.425
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.734	2.724	2.729
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	7.991	7.643	7.817

Nota. Análisis de granulometría

La Tabla 37 muestra los resultados del peso de material saturado superficialmente seco (en aire) (gr), el peso de la botella de agua (gr), el peso de la botella de agua A (gr), el peso del material de agua en la botella (gr), la masa volumen vacío = C-D (cm³), el peso del material seco en el horno (105°C) (gr), la masa volumen = E - (A - F) (cm³), etc. fueron ejecutados de acuerdo con las Normas del Ministerio de Transporte.

Peso unitario del agregado fino reciclado

Los resultados del peso unitario del agregado fino reciclado se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E 206. ASTM C 29.

Resultados del peso unitario suelto del agregado fino reciclado

Tabla 38

Peso unitario suelto del agregado fino reciclado

Agregado fino		Peso unitario suelto		
		1	2	3
N° de ensayo				
P. material + molde	(gr.)	15212	15328	15280
P. de molde	(gr.)	8691	8691	8691
P. neto de material	(gr.)	6521	6637	6589
V. del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
P. unitario suelto	(gr/cm ³)	1.339	1.363	1.353
promedio de peso unitario	(gr/cm³)		1.351	

Nota. Peso suelto del agregado fino reciclado

Tabla 39

Peso unitario compactado del agregado fino reciclado

Agregado fino		Peso unitario compactado		
		1	2	3
N° de ensayo				
P. Material + molde	(gr.)	16153	16141	16131
P. De molde	(gr.)	8691	8686	8691
P. Neto de material	(gr.)	7462	7455	7440
V. Del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
P. Unitario compactado	(gr/cm ³)	1.532	1.530	1.527
Promedio de peso unitario	(gr/cm³)		1.530	

Nota. Peso compactado del agregado fino reciclado

Granulometría del agregado grueso reciclado

Resultados de Granulometría del agregado grueso reciclado

Tabla 40

Granulometría del agregado grueso reciclado

Tamiz	Abertura en (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Ag-4
2 1/2"	63.500					-
2"	50.800				100.0	100
1 1/2"	38.100				100.0	95 - 100
1"	25.400	5224.0	29.8	29.8	70.2	-
3/4"	19.050	5797.0	33.1	62.9	37.1	35 - 70
1/2"	12.700	4758.0	27.1	90.0	10.0	-
3/8"	9.525	626.0	3.6	93.6	6.4	10 - 30
N° 4	4.760	1001.0	5.7	99.3	0.7	0 - 5
N° 8	2.360	66.0	0.4	99.6	0.4	-
< n°8	Fondo	62.0	0.4	100.0		

Nota. Análisis de granulometría del agregado grueso reciclado

Tabla 41

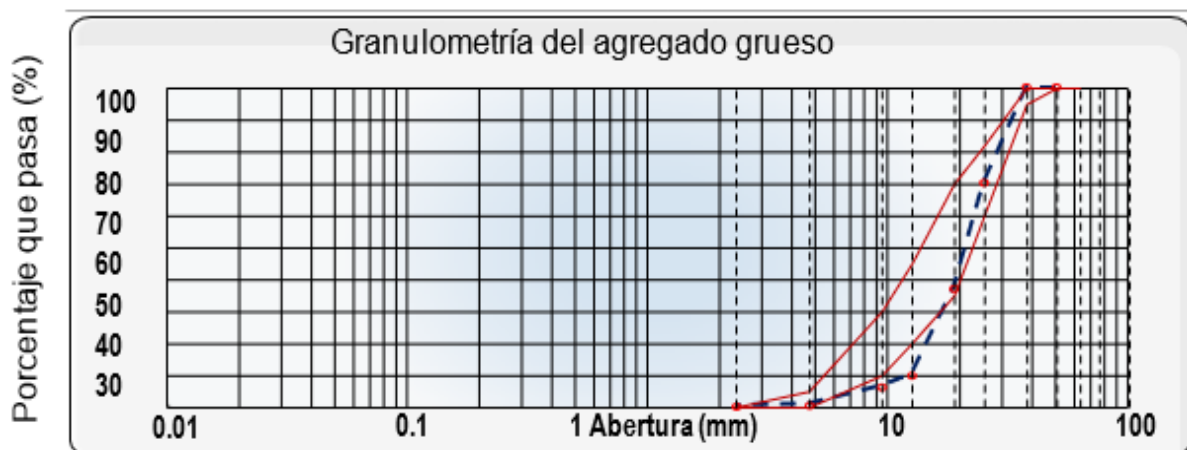
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso reciclado

Descripción de la muestra			
tamaño max.	:	1"	
peso total (gr.)	:	17534.0	gr.
Módulo de fineza	:	7.553	

Nota. Descripción del agregado grueso según tamaño, peso y módulo de fineza.

Figura 10

Curva granulometría del agregado grueso reciclado



Nota. Análisis de granulometría

Resultados de Granulometría del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera

Tabla 42

Granulometría del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera

Tamiz	Abertura en (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Ag-4
2	63.500					-
1/2"						
2"	50.800				100.0	100
1	38.100				100.0	95 - 100
1/2"						
1"	25.400	5210.8	29.8	29.8	70.2	-
3/4"	19.050	4767.0	27.2	57.0	43.0	35 - 70
1/2"	12.700	3488.0	19.9	77.0	23.0	-
3/8"	9.525	1585.0	9.1	86.0	14.0	10 - 30
N° 4	4.760	2135.7	12.2	98.2	1.8	0 - 5
N° 8	2.360	180.0	1.0	99.3	0.7	-
< n°8	Fondo	127.5	0.7	100.0		

Nota. Análisis de granulometría

Tabla 43

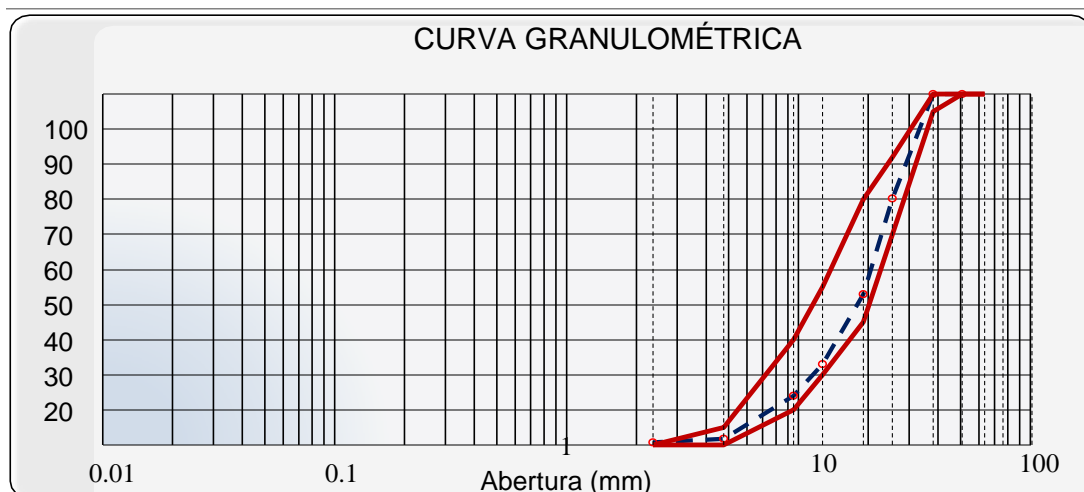
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera

Descripción de la muestra		
Tamaño max.	:	1"
Peso total (gr.)	:	17494.0 gr.
Módulo de fineza	:	7.406

Nota. Análisis de tamaño, peso y módulo de fineza del agregado grueso.

Figura 11

Curva granulometría del agregado grueso con adición 25% m. reciclado +75% m. cantera



Nota. Análisis de granulometría

Resultados de Granulometría del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera

Tabla 44

Granulometría del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera

Tamiz	Abertura en (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Ag-4
2	63.500					-
1/2"						
2"	50.800				100.0	100
1	38.100				100.0	95 - 100
1/2"						
1"	25.400	5220.8	29.9	29.9	70.1	-
3/4"	19.050	4757.0	27.3	57.2	42.8	35 - 70
1/2"	12.700	3570.0	20.5	77.7	22.3	-
3/8"	9.525	1575.0	9.0	86.7	13.3	10 - 30
N° 4	4.760	2123.0	12.2	98.9	1.1	0 - 5
N° 8	2.360	180.0	1.0	100.0	0.0	-
< n°8	Fondo	8.2	0.0	100.0		

Nota. Descripción de resultados del análisis de granulometría

Tabla 45

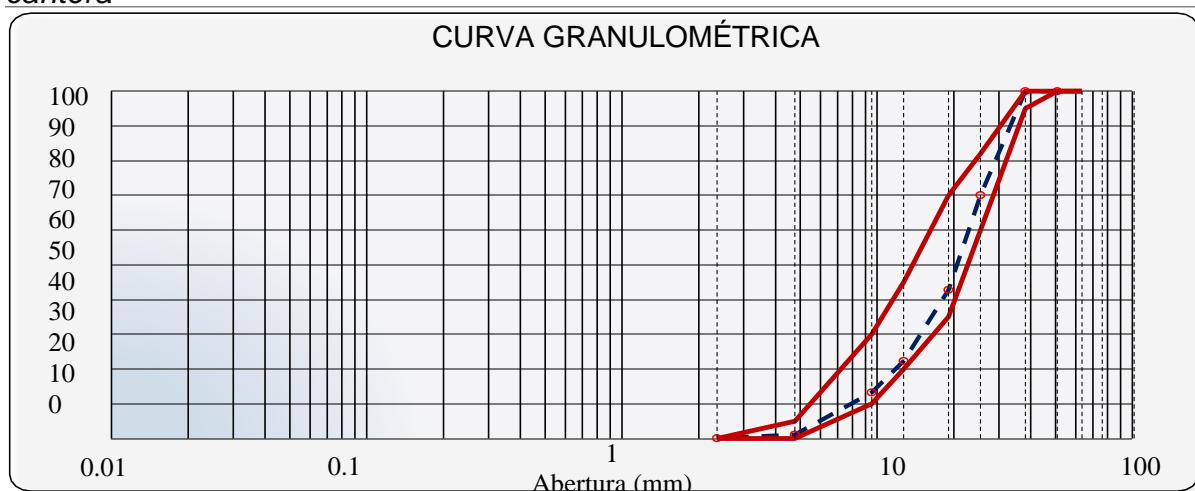
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera

Descripción de la muestra	
tamaño max. :	1"
peso total (gr.) :	17434.0 gr.
Módulo de fineza :	7.428

Nota. Descripción de tamaño, peso y módulo de fineza del agregado grueso con adición

Figura 12

Curva granulométrica del agregado grueso con adición 45% m. reciclado +55% m. cantera



Nota. Análisis de granulometría

Resultados de granulometría del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera

Tabla 46

Granulometría del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera

Tamiz	Abertura en (mm)	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Ag-4
2 1/2"	63.500					-
2"	50.800				100.0	100
1 1/2"	38.100				100.0	95 - 100
1"	25.400	5234.0	29.9	29.9	70.1	-
3/4"	19.050	5780.0	33.0	62.8	37.2	35 - 70
1/2"	12.700	4557.0	26.0	88.8	11.2	-
3/8"	9.525	626.0	3.6	92.4	7.6	10 - 30
N° 4	4.760	950.0	5.4	97.8	2.2	0 - 5
N° 8	2.360	65.0	0.4	98.2	1.8	-
< n°8	Fondo	322.0	1.8	100.0		

Nota. Descripción de resultados del análisis de granulometría

Tabla 47

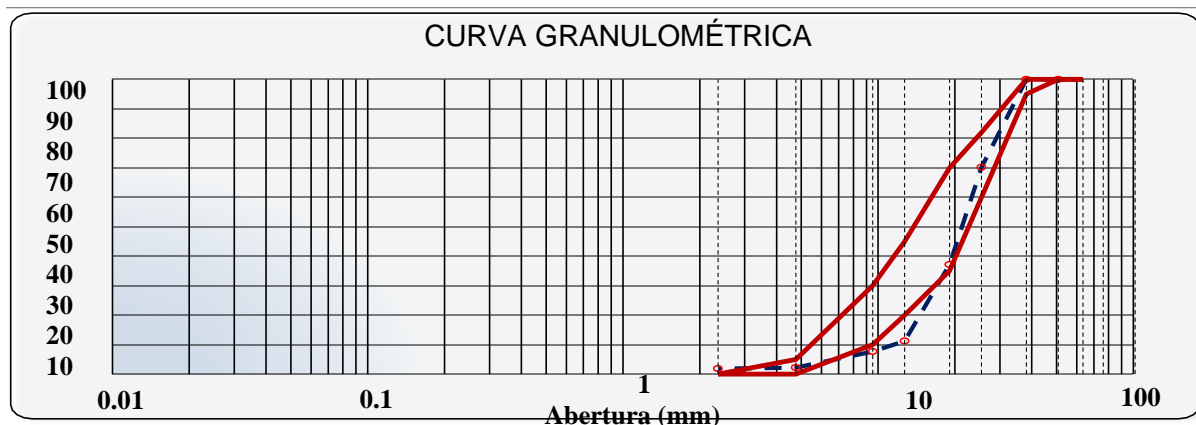
Tamaño máximo, peso total y módulo de fineza del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera

Descripción de la muestra	
tamaño max.	: 1"
peso total (gr.)	: 17534.0gr.
Módulo de fineza	: 7.511

Nota. Descripción de especificaciones del agregado grueso con adiciones

Figura 13

Curva granulometría del agregado grueso con adición 65% m. reciclado +35% m. cantera



Nota. Análisis de granulometría

Gravedad específica y absorción del agregado grueso reciclado

Los resultados se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E 205. ASTM C 127. AASHTOT-84.

Resultados de Gravedad específica y absorción del agregado grueso reciclado

Tabla 48

Gravedad específica y absorción de los agregados

Agregado grueso				
A	P. Material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	2170.0	2202.0	
B	P. Material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1283.0	1300.0	
C	V. De masa + volumen de vacíos = a-b (cm ³)	887.0	902.0	
D	P. Material seco en estufa (105 °c)(gr)	2044.0	2071.0	
E	-v. De masa = c- (a - d) (cm ³)	761.0	771.0	Promedio
	-pe bulk (base seca) = d/c	2.304	2.296	2.300
	-pe bulk (base saturada) = a/c	2.446	2.441	2.444
	-pe aparente (base seca) = d/e	2.686	2.686	2.686
	-% de absorción = ((a - d) / d * 100)	6.164	6.325	6.245

Nota. Resultados del análisis de granulometría

La tabla 48 muestra los resultados del Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr), el peso del material + agua en el frasco (gr), el Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm³), el P. frasco + agua (gr), el. Frasco + agua + A (gr), el peso de material seco en estufa (105°C) (gr), el volumen de masa = E - (A - F) (cm³), etc. se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte.

Peso unitario del agregado grueso reciclado

Los resultados se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E 206. ASTM C 29.

Resultados de peso unitario suelto y compacto del agregado grueso reciclado

Tabla 49

Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado

Agregado grueso		Peso unitario suelto		
N° de ensayo		1	2	3
P. Material + molde	(gr.)	25306	25360	28126
P. De molde	(gr.)	8151	8151	8151
P. Neto de material	(gr.)	17155	17209	19975
V. Del molde	(cm ³)	14076	14076	14076
P. Unitario suelto	(gr/ cm ³)	1.219	1.223	1.419
Promedio de peso unitario	(gr/ cm³)	1.287		

Nota. Descripción del peso suelto del agregado grueso reciclado.

Tabla 50

Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado

Agregado grueso		Peso unitario compactado		
N° de ensayo		1	2	3
P. Material + molde	(gr.)	29862	29764	29920
P. De molde	(gr.)	8148	8148	8148
P. Neto de material	(gr.)	21714	21616	21772
V. Del molde	(cm ³)	14076	14076	14076
P. Unitario compactado	(gr/cm ³)	1.543	1.536	1.547
Promedio de peso unitario	(gr/cm³)	1.542		

Nota. Descripción de peso compactado del agregado grueso reciclado

Humedad del agregado

Resultados de humedad natural del agregado reciclado fino y grueso

Tabla 51

Determinación de humedad natural del agregado fino reciclado

Ensayo N°	1
Nro. De tara	T-04
P. tara + suelo húmedo gr.	745.6
P. tara + suelo seco gr.	742.5
P. de la tara gr.	125.7
P. del agua gr.	3.1
P. suelo seco gr.	616.80
Humedad %	0.503
Humedad natural promedio %	0.50

Nota. Resultados de humedad natural del agregado fino reciclado

Tabla 52*Determinación de humedad natural del agregado grueso reciclado*

Ensayo N°	1
Nro. De tara	T-03
P. tara + suelo Húmedo Gr.	1545.2
P. tara + suelo Seco Gr.	1542.3
P. de la tara Gr.	126.5
P. del agua Gr.	2.9
P. suelo seco Gr.	1415.80
Humedad %	0.205
Humedad natural promedio%	0.20

Nota. Resultados de humedad natural del agregado grueso reciclado

La tabla 51 y tabla 52 muestran los resultados de la humedad del agregado reciclado. El agregado fino tiene humedad natural promedio % de 0.50 y el agregado grueso humedad natural promedio % de 0.20.

Resistencia al desgaste del agregado reciclado

Los resultados se llevaron a cabo según las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96.

El agregado fue sometido al proceso de desgaste y trituración de un tambor metálico con cierta cantidad de esferas que giran a 500 rpm. En la máquina de Abrasión de los Ángeles se colocó el material para la gradación del material.

Resultados de la resistencia al desgaste del agregado reciclado

Tabla 53*Resistencia al desgaste*

Muestra	1
Gradación	"a"
Nº de esferas	12
Tamiz (nº)	Peso retenido (grs.)
1"	1,252
3/4"	1,250
1/2"	1,249
3/8"	1,250
Peso total	5,001
Material retenido tamiz nº 12	3,297
Material pasante tamiz nº 12	1,704
Porcentaje de desgaste	34.1

Nota. Resultados de resistencia al desgaste del agregado reciclado.

Tabla 54

Diseño de mezcla de la para un $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Descripción	Unidad	Piedra	Arena	Cemento
P. Unitario suelto	Kg/m ³	1,287	1,351	
P. Unitario compactado	Kg/m ³	1,542	1,530	
P. Especifico		2.300	2.249	3.120
Absorción	%	6.245	7.817	
Humedad natural	%	0.800	1.50	
Módulo de fineza		6.666	3.739	
Tamaño nominal máximo	Pulg.	1"	3/8"	

Nota. Descripción de diseño de mezcla.

Valores del diseño de mezcla

- Asentamiento: 7.5 - 10,0 cm.
- Tamaño Nominal Máximo: 1"
- Agua: 195 lts/m³
- Aire Total de Mezcla: 1.5 %
- Relación agua/cemento
- Diseño de Concreto $F'c = 210 \text{ kg/ cm}^2$
 $F'cr = 240 \text{ kg/ cm}^2$
 $A/C = 0.636$
- Cemento Requerido = $195/0.636 = 307 \text{ kg/ m}^3$
- T.N.M. = 1"
- Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de Concreto
- $Mf = 3.74$ $fp = 0.470$
- Peso del Agregado Grueso = 725 kg/ m^3

Tabla 55*Volumen absoluto de los materiales por m³*

Volumen absoluto de los materiales por m³ :				
Cemento	=	<u>307</u>	=	0.0983
		3.120x1000		
Agua	=	<u>195</u>	=	0.1950
		1000		
Aire	=	<u>15</u>	=	0.0150
		100		
Ag. Grueso	=	<u>725</u>	=	<u>0.3151</u>
		2712		0.6234
Ag. Fino	=	1- 0.623	=	0.3766

Nota. Volumen de materiales

Tabla 56*Peso de diseño de los materiales*

Peso de diseño de los materiales				
Cemento	=	307	=	Kg/m ³
Ag, Grueso	=	725	=	Kg/m ³
Ag, Fino	=	0.377x2249	=	847 Kg/m ³
Agua de Diseño	=	195	=	Lt/m ³

Nota. Peso de los materiales

Tabla 57*Corrección por absorción y humedad*

Corrección por absorción y humedad				
Cemento	=	307	=	kg/m ³
Ag, Grueso	=	725x1.008	=	731 kg/m ³
Ag, Fino	=	847x1.015	=	860 kg/m ³
Agua de Diseño	=	195	=	lt/ m ³
	=	195-(-93)	=	287.97 lt/m ³

Nota. Corrección por humedad y absorción

Tabla 58*Proporción en peso*

Proporción en peso :				
<u>307</u> :	<u>731</u> :	<u>860</u>	<u>287.97</u>	Lt/kg.
307	307	307	307	Cem.
1 :	2.4 :	2.8	0.94	

Nota. Descripción de proporción por peso.

Tabla 59*Proporción en volumen*

Proporción en volumen :				
<u>7.21</u> :	<u>20.05</u> :	<u>22.48</u>	<u>288</u>	
7.21	7.21	7.21	7.21	lt/bsa.
1 :	2.8 :	3.1	39.92	

Nota. Descripción de proporción en volumen.

Resistencias alcanzadas de los testigos de concreto

Se tiene 5 diseños de mezcla para los testigos de concreto y estos se pusieron a prueba y determinar la resistencia de compresión, a los 7, 14, y 28 días, con la finalidad de analizar el comportamiento y establecer si son adecuados ser reutilizado en las construcciones.

Concreto hecho con 100% Material de Cantera.

Las briquetas se rompieron a los 7, 14, y 28 días como muestra la tabla. Se siguió las Normas Técnicas: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22.

Resultados a compresión de testigos de concreto con MPC

En la siguiente tabla, se describen los resultados de aplicar una fuerza de compresión axial a las muestras preparadas durante períodos de 7, 14 y 28 días.

Tabla 60

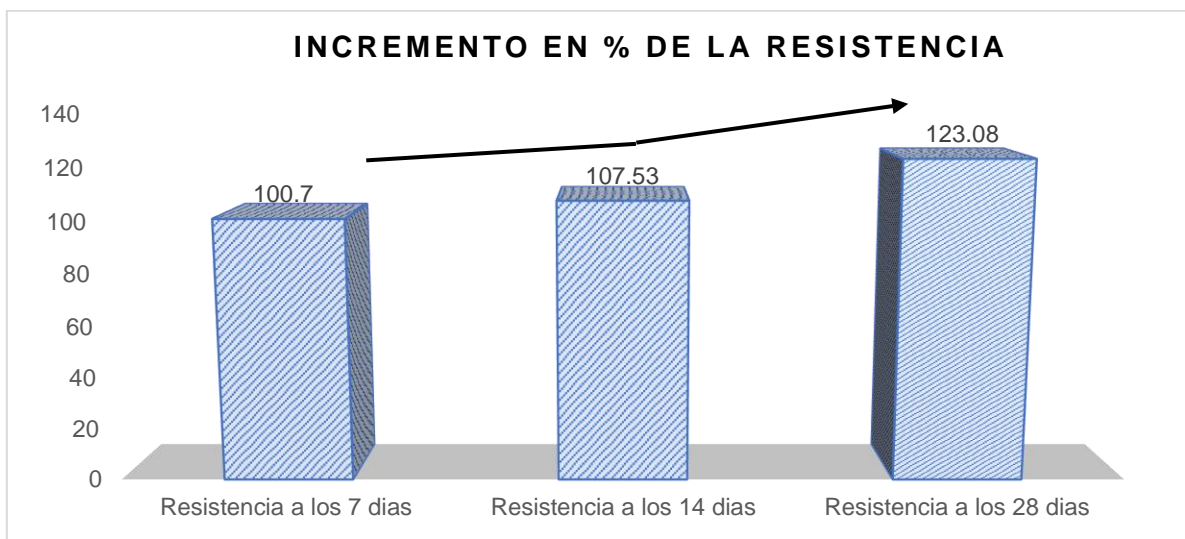
Resultado de la resistencia a la compresión axial de MPC

Nº de serie	nº de testigo	resist. de especific. f'c=(kg/cm ²)	diseño	tipo de rotura	fecha de ensayo		edad (días)	slump (Pulg.)	área de testigo (cm ²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
					moldeo (día)	rotura (día)				lec. dial (kn)	lec. correg. (kg.)	resist. (kg/cm ²)	resist. (%)	resist. promedio (%)
1	1	210	MPC	AXIAL	30/04/2022	07/05/2022	7	4	185.0	374.6	38198.6	206.48	98.32	100.7
	2	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	179.0	370.9	37818.2	211.27	100.61	
	3	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	181.5	385.6	39324.3	206.48	98.32	
	4	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	185.0	374.6	37818.2	211.27	100.61	
	5	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	181.5	385.6	39324.3	216.66	103.17	
2	6	210	MPC	AXIAL	30/04/2022	14/05/2022	14	4	181.5	398.7	40660.2	224.07	106.70	107.5
	7	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	179.1	393.7	40143.2	224.16	106.75	
	8	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	180.3	405.2	41313.8	224.07	106.70	
	9	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	179.1	398.7	40660.2	224.16	106.75	
	10	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	180.3	405.2	41313.8	229.18	109.13	
3	11	210	MPC	AXIAL	30/04/2022	28/05/2022	28	4	182.7	466.7	47589.1	260.54	124.07	123.0
	12	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	181.5	466.5	47564.7	262.12	124.82	
	13	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	182.7	458.7	46769.3	260.54	124.07	
	14	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	185.1	466.7	47589.1	262.12	124.82	
	15	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	185.1	458.7	46769.3	252.73	120.35	

Nota. Descripción de resultados de la resistencia ante la compresión axial

En la tabla 60 se muestra el patrón cantera (MPC) y se observa los resultados de compresión de los testigos a los 7, 14 y 28 días con agregado natural de la cantera Quispe tanto el agregado fino y grueso al 100% va incrementándose su resistencia según pasan los días y se encuentra dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140–06 donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 210 kg/cm^2 a los 28 días. En la tabla el promedio pasa esa resistencia desde los 7 días.

Figura 14
Resistencia a la compresión de MPC



Nota. Resistencia a la compresión

Concreto hecho con 100% Material reciclado.

Mostramos los resultados con diseño MPR obtenidos durante los 7, 14, y 28 días al someter a una fuerza de compresión axial a las muestras cilíndricas en la tabla 60.

Tabla 61*Resultado de la resistencia a la compresión de MPR*

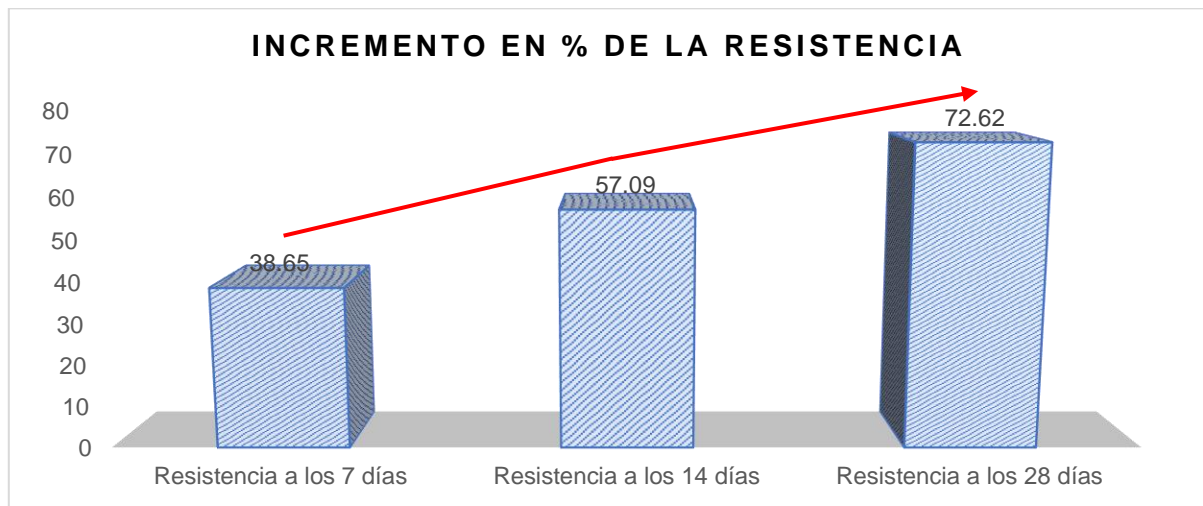
nº de serie	nº de testigo	resist. de especific. f'c=(kg/cm²)	diseño	tipo de rotura	fecha de ensayo		edad (días)	slump (pulg.)	área de testigo (cm²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
					moldeo (día)	rotura (día)				lec. dial (kn)	lec. correg. (kg.)	resist. (kg/cm²)	resist. (%)	resist. promedio (%)
1	1	210	mpr	AXIAL	30/04/2022	07/05/2022	7	4	182.7	141.6	14435.1	79.03	37.63	38.65
	2	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	180.3	143.4	14622.7	81.12	38.63	
	3	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	182.7	141.6	14435.1	79.03	37.63	
	4	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	180.3	143.4	14622.7	81.12	38.63	
	5	210			30/04/2022	07/05/2022	7	4	185.1	151.3	15429.3	83.36	39.69	
2	6	210	mpr	AXIAL	30/04/2022	14/05/2022	14	4	183.9	218.9	22317.5	121.39	57.80	57.09
	7	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	179.1	205.5	20959.2	117.04	55.73	
	8	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	183.9	218.9	22317.5	121.39	57.80	
	9	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	179.1	205.5	20959.2	117.04	55.73	
	10	210			30/04/2022	14/05/2022	14	4	176.7	210.1	21425.3	121.24	57.73	
3	11	210	mpr	AXIAL	30/04/2022	28/05/2022	28	4	181.5	298.8	30465.0	167.89	79.95	72.62
	12	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	180.3	249.9	25484.7	141.37	67.32	
	13	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	181.5	298.8	30465.0	167.89	79.95	
	14	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	180.3	249.9	25484.7	141.37	67.32	
	15	210			30/04/2022	28/05/2022	28	4	182.2	264.9	27010.2	148.26	70.60	

Nota. Descripción de resultados ante la compresión axial

En la tabla 61 se Muestra Patrón Reciclado (MPR) y se puede observar que los resultados de compresión de los testigos a los 7, 14 y 28 días con agregado 100% reciclado tanto el agregado fino y grueso va incrementándose su resistencia según pasan los días, sin embargo, no se encuentra dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06, donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 210kg/cm^2 a los 28 días. En la tabla se observa que esta resistencia solo llega al 72% de 210kg/cm^2 y no se encuentra dentro de los requerimientos según la norma.

Figura 15

Resistencia a la compresión de MPR



Nota. Resistencia a la compresión

Concreto hecho con 25% Material reciclado y 75% material de Cantera.

A continuación, se detallan los resultados con 25% Material reciclado y 75% material de Cantera obtenidos durante los 7, 14, y 28 días al someter a una fuerza de compresión axial a las muestras cilíndricas.

Tabla 62

Resultado de la resistencia a la compresión de con 25% material reciclado y 75% material de cantera

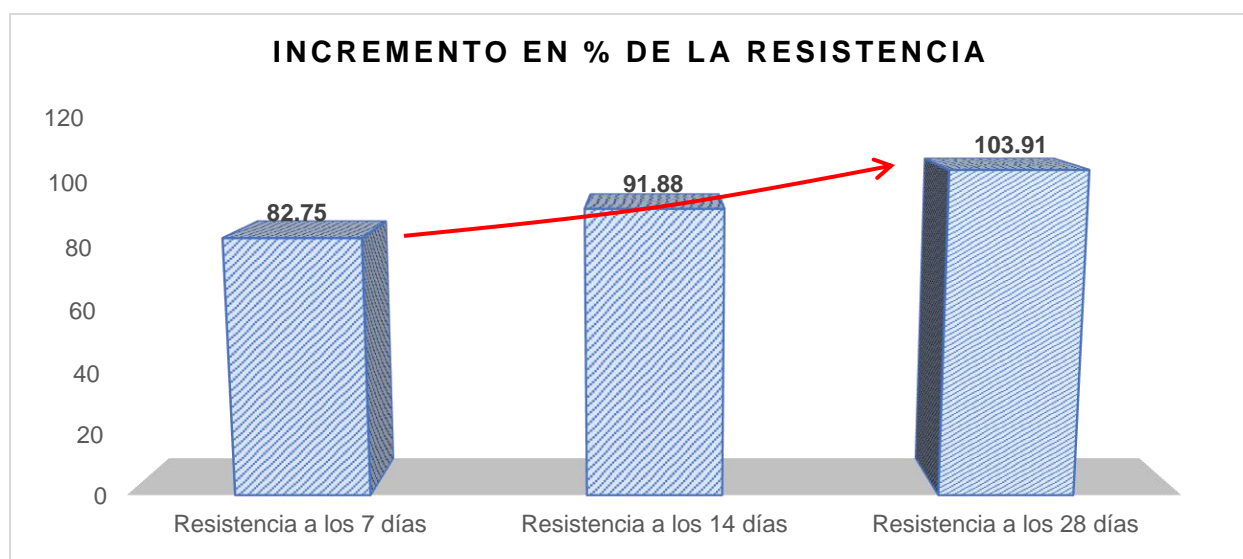
nº de serie	nº de testigo	resist. de espe. cif. f'c=(kg/cm ²)	dis. de ño	tipo de rotura	fecha de ensayo moldeo (día)	fecha de ensayo rotura (día)	edad (días)	slump (Pulg.)	área de testigo (cm ²)	carga sometida lec. dial (kn)	carga sometida lec. correg. (kg.)	resistencia alcanzada resist. (kg/cm ²)	resistencia alcanzada resist. (%)	resistencia alcanzada resist. prom. (%)
1	1	210	25%	AXIAL	01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	298.3	30422.2	168.77	80.37	82.75
	2	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	183.9	316.7	32289.3	175.63	83.63	
	3	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	298.3	30422.2	168.77	80.37	
	4	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	183.9	316.7	32289.3	175.63	83.63	
2	5	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	312.7	31889.6	176.91	84.24	91.88
	6	210	25%	AXIAL	01/05/2022	15/05/2022	14	4	182.7	354.6	36159.1	197.97	94.27	
	7	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	183.9	334.7	34131.9	185.65	88.40	
	8	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	182.7	354.6	36159.1	197.97	94.27	
3	9	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	183.9	334.7	34131.9	185.65	88.40	103.91
	10	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	182.2	348.8	35567.7	195.24	92.97	
	11	210	25%	AXIAL	01/05/2022	29/05/2022	28	4	181.0	382.9	39048.0	215.76	102.74	
	12	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	180.9	398.5	40635.7	224.63	106.97	
	13	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	181.0	382.9	39048.0	215.76	102.74	
	14	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	180.9	398.5	40635.7	224.63	106.97	
	15	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	181.2	380.7	38820.6	214.24	102.02	

Nota. Resultados ante la resistencia a la compresión

En la tabla 62, se observa la muestra con 25% material reciclado y 75% material de cantera y se puede observar que los resultados de compresión de los testigos a los 7, 14 y 28 días con agregado 25% reciclado tanto el agregado fino y grueso va incrementándose su resistencia según pasan los días, y se encuentra dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06 donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 210 kg/cm² a los 28 días. En la tabla se observa que esta resistencia llega al 103% de kg/cm², se encuentra dentro de los requerimientos según la norma.

Figura 16

Resistencia a la compresión con 25% material reciclado y 75% material de Cantera



Nota. Resistencia a la compresión

Concreto hecho con 45% Material reciclado y 55% material de Cantera

A continuación, se detallan los resultados con 45% Material reciclado y 55% material de Cantera obtenidos durante los 7, 14, y 28 días al someter a una fuerza de compresión axial a las muestras cilíndricas en la siguiente tabla 62.

Tabla 63

Resultado de la resistencia a la compresión con 45% material reciclado y 55% material de cantera

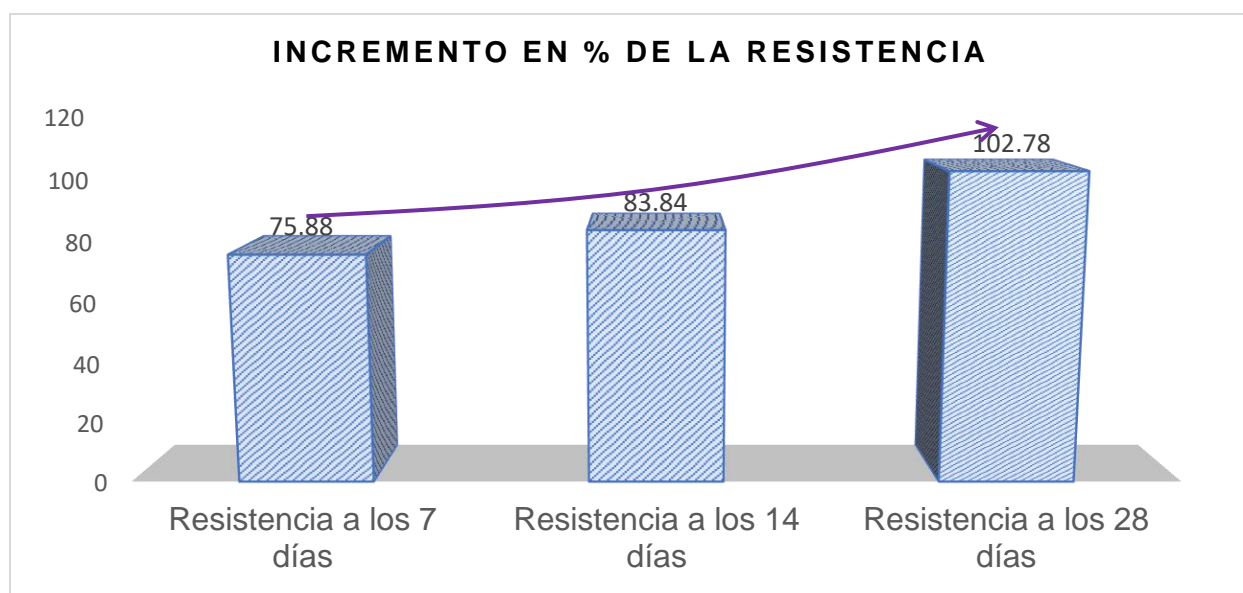
nº de serie	nº de testigo	resist. de especific. f'c=(kg/cm²)	diseño	tipo de rotura	fecha de ensayo		edad	slump	área de testigo (cm²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
					moldeo (dia)	rotura (dia)				lec. dial (kn)	lec. correg. (kg.)	resist. (kg/cm²)	resist. (%)	resist. prom. (%)
1	1	210	45%	AXIA	01/05/2022	08/05/2022	7	4	183.9	286.8	29242.4	159.06	75.74	75.88
	2	210		L	01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	282.7	28827.4	159.92	76.15	
	3	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	183.9	286.8	29242.4	159.06	75.74	
	4	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	282.7	28827.4	159.92	76.15	
	5	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	185.1	288.6	29430.0	159.04	75.73	
2	6	210	45%	AXIA	01/05/2022	15/05/2022	14	4	177.9	303.0	30897.4	173.68	82.71	83.84
	7	210		L	01/05/2022	15/05/2022	14	4	179.1	311.3	31746.8	177.28	84.42	
	8	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	177.9	303.0	30897.4	173.68	82.71	
	9	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	179.1	311.3	31746.8	177.28	84.42	
	10	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	181.5	315.4	32162.9	177.25	84.40	
3	11	210	45%	AXIA	01/05/2022	29/05/2022	28	4	182.5	389.5	39722.0	217.65	103.65	102.78
	12	210		L	01/05/2022	29/05/2022	28	4	181.5	386.9	39451.8	217.37	103.51	
	13	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	182.5	389.5	39722.0	217.65	103.65	
	14	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	181.5	386.9	39451.8	217.37	103.51	
	15	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	183.2	381.8	38928.7	212.49	101.19	

Nota. Resultados ante la resistencia a la compresión

En la tabla 63, se tiene la muestra con 45% material reciclado y 55% material de cantera y se puede observar que los resultados de compresión de los testigos a los 7, 14 y 28 días con agregado 45% reciclado tanto el agregado fino y grueso va incrementándose su resistencia según pasan los días, y se encuentra dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06 donde se indica que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 210 kg/cm² a los 28 días. En la tabla se observa que la resistencia llega al 102% de 210 kg/cm² y se encuentra dentro de los requerimientos según la norma.

Figura 17

Resistencia a la compresión con 45% material reciclado y 55% material de cantera



Nota. Resistencia a la compresión

Concreto hecho con 65% Material reciclado y 35% material de Cantera

Se presenta los resultados con 65% Material reciclado y 35% material de Cantera obtenidos durante los 7, 14, y 28 días al someter a una fuerza de compresión a las muestras cilíndricas en la siguiente tabla 63.

Tabla 64

Resultado de la resistencia a la compresión con 65% material reciclado y 35% material de cantera

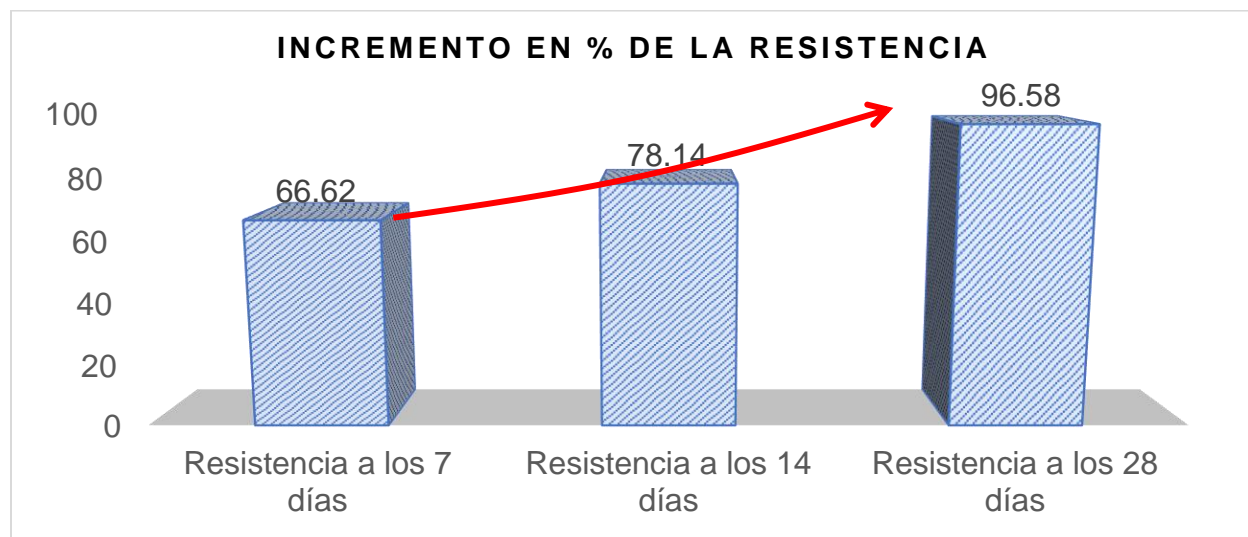
n° de serie	n° de testigo	resist. de especific. f'c= (kg/cm²)	diseño	tipo de rotura	fecha de ensayo		edad (días)	slump (pulg.)	área de testigo (cm²)	carga sometida		resistencia alcanzada		
					moldeo (día)	rotura (día)				lec. dial (kn)	lec. correg. (kg.)	resist. (kg/cm²)	resist. (%)	resist. prom. (%)
1	1	210	65%	AXIA	01/05/2022	08/05/2022	7	4	185.1	257.4	26247.5	141.83	67.54	66.62
	2	210		L	01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	256.9	26199.6	145.34	69.21	
	3	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	185.1	257.4	26247.5	141.83	67.54	
	4	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	180.3	256.9	26199.6	145.34	69.21	
	5	210			01/05/2022	08/05/2022	7	4	179.1	232.7	23731.9	132.52	63.11	
2	6	210	65%	AXIA	01/05/2022	15/05/2022	14	4	180.3	281.8	28739.7	159.43	75.92	78.14
	7	210		L	01/05/2022	15/05/2022	14	4	183.9	303.9	30991.2	168.57	80.27	
	8	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	180.3	281.8	28739.7	159.43	75.92	
	9	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	183.9	303.9	30991.2	168.57	80.27	
	10	210			01/05/2022	15/05/2022	14	4	182.7	294.3	30010.2	164.30	78.24	
3	11	210	65%	AXIA	01/05/2022	29/05/2022	28	4	186.3	368.3	37554.1	201.62	96.01	96.58
	12	210		L	01/05/2022	29/05/2022	28	4	182.7	359.2	36626.2	200.52	95.49	
	13	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	186.3	368.3	37554.1	201.62	96.01	
	14	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	182.7	359.2	36626.2	200.52	95.49	
	15	210			01/05/2022	29/05/2022	28	4	183.4	371.0	37831.5	206.31	98.24	

Nota. Resultados ante la resistencia a la compresión

En la tabla 64, se puede observar la muestra con 65% material reciclado y 35% material de cantera y se puede observar que los resultados de compresión de los testigos a los 7, 14 y 28 días con agregado 65% reciclado tanto el agregado fino y grueso va incrementándose su resistencia según pasan los días, sin embargo, no se encuentra dentro de los requerimientos según las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06, las normas indican que la resistencia a compresión debe ser aproximada a 210 kg/cm² a los 28 días. En la tabla se observa la resistencia a 210 kg/cm², en consecuencia no se encuentra dentro de los requerimientos.

Figura 18

Resistencia a la compresión con 65% material reciclado y 35% material de cantera



Nota. Resistencia a la compresión

Promedio de la comparación de los % de resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días

Se presenta los resultados del incremento en porcentajes de las muestras MPC, 25%MR, 45%MR, 65%MR, 100% MPR en los 7, 14, y 28 días al someter a una fuerza de compresión axial a las muestras cilíndricas en la siguiente tabla 64.

Resultado del promedio de la comparación de las resistencias de MPC, 25%MR, 45%MR, 65%MR, 100%MPR.

Tabla 65

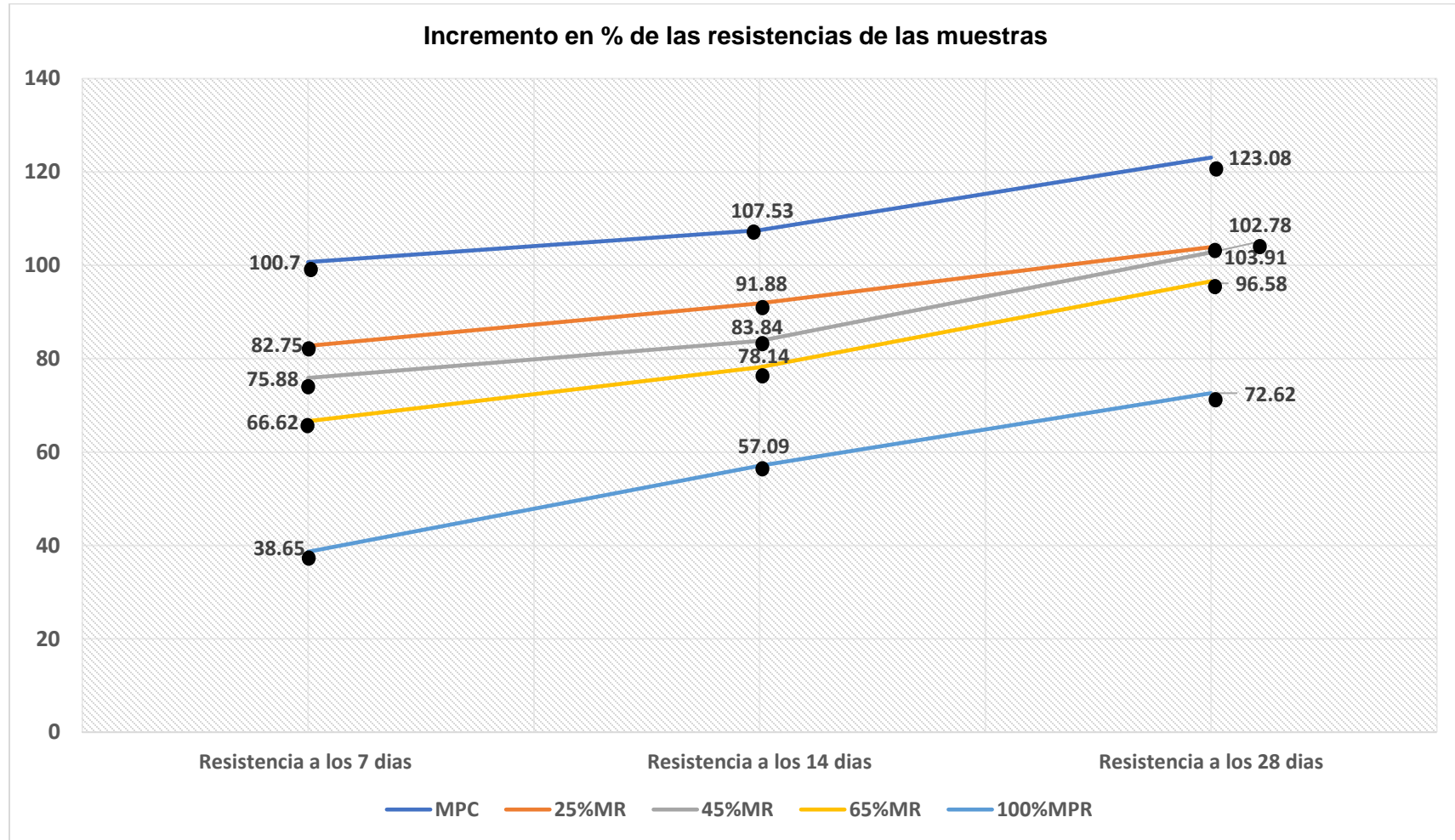
Resultado del promedio de la comparación de los % de resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días

Muestras	Resistencia a los 7 días	Resistencia a los 14 días	Resistencia a los 28 días
MPC	100.7	107.53	123.08
25%MR	82.75	91.88	103.91
45%MR	75.88	83.84	102.78
65%MR	66.62	78.14	96.58
100%MPR	38.65	57.09	72.62

Nota. Resultados de comparación de resistencia por tiempo transcurrido.

Figura 19

Promedio de las muestras a la resistencia a compresión a los 7, 14, y 28 días



Nota. Resultados del promedio de las muestras

Donde:

- Material patrón de cantera (MPC)
- Material reciclado al 25% (25%MR)
- Material reciclado al 45% (45%MR)
- Material reciclado al 65% (65%MR)
- Material patrón reciclado al 100% (100%MPR)

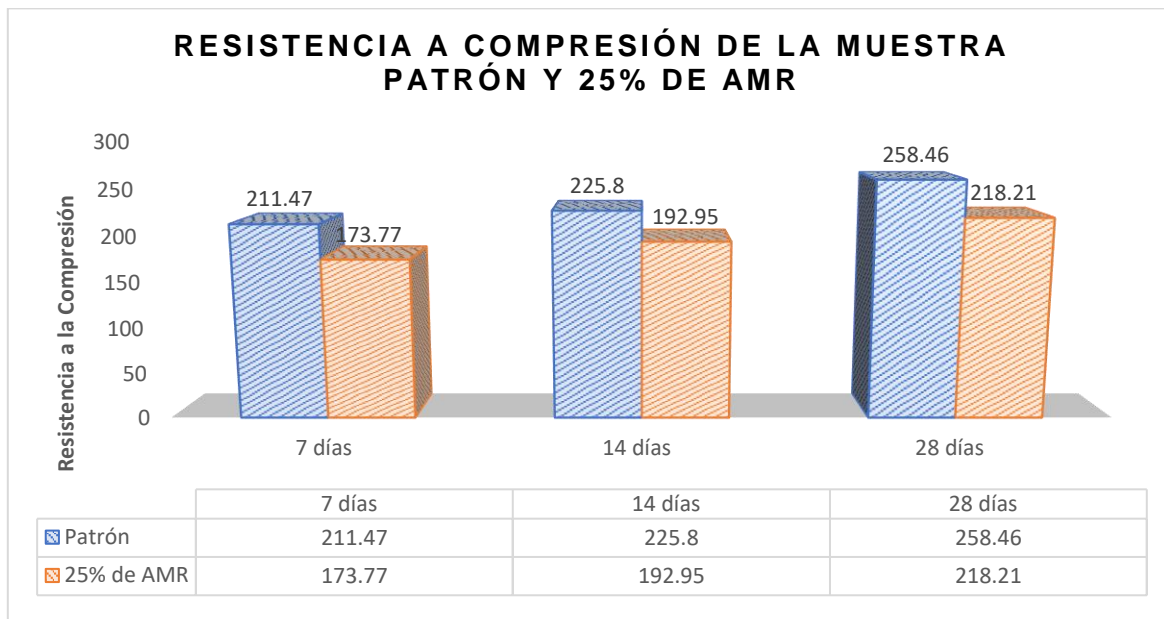
4.2 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al realizar las pruebas de hipótesis sobre la resistencia al 25%, 45% 65% y 100% muestra un valor de significancia en el siguiente orden 0,006 de probabilidad, 0,002 de probabilidad, 0,001 de probabilidad, 0,006 de probabilidad, entonces, se logra llegar a la conclusión de que el material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido de las conexiones domiciliarias en la ciudad de Abancay se puede aprovechar significativamente en la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizado en la construcciones - Abancay 2022.

Los resultados se sintetizan en la figura 20, La muestra patrón alcanza una resistencia a la compresión de 258,46 kg/cm², y al reponer el 25% de AMR alcanza una resistencia promedio, según las resistencias promedio observadas al día 28 de fraguado frente al 25% de AMR de 218.21 kg/cm².

Figura 20

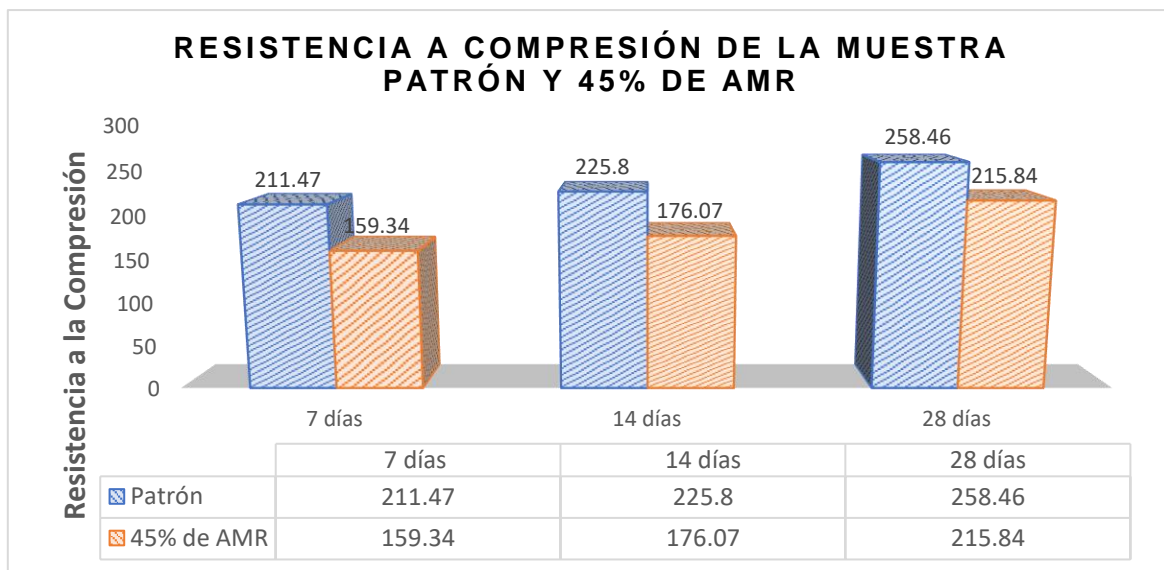
Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 25% de AMR



Nota. Comparación de resistencia ante la compresión

Figura 21

Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 45% de AMR



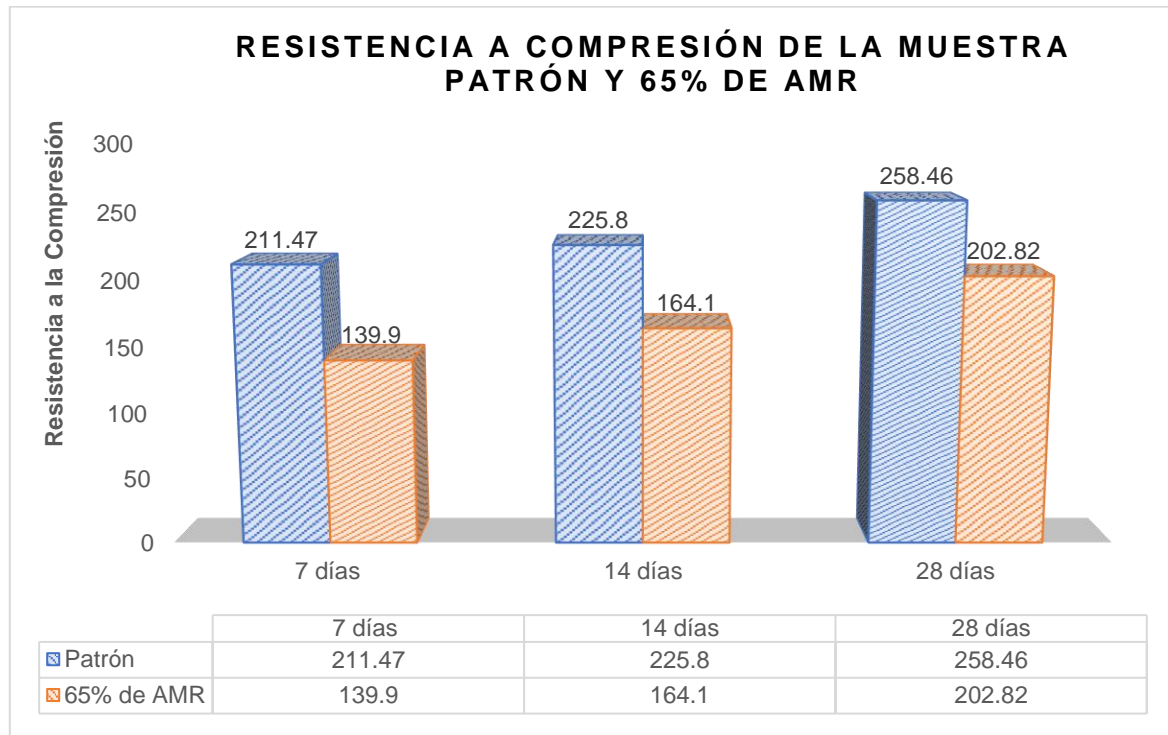
Nota. Comparación de resistencia ante la compresión

La Figura 21 muestra las resistencias promedio alcanzadas el día 28 de configuración de la muestra estándar versus el 45 por ciento de AMR. Muestra que la muestra estándar alcanza una resistencia a la compresión de 258,46 kg/cm², mientras

que el 45 por ciento de reemplazo de AMR da como resultado una resistencia promedio de 215,84 kg/cm².

Figura 22

Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 65% de AMR

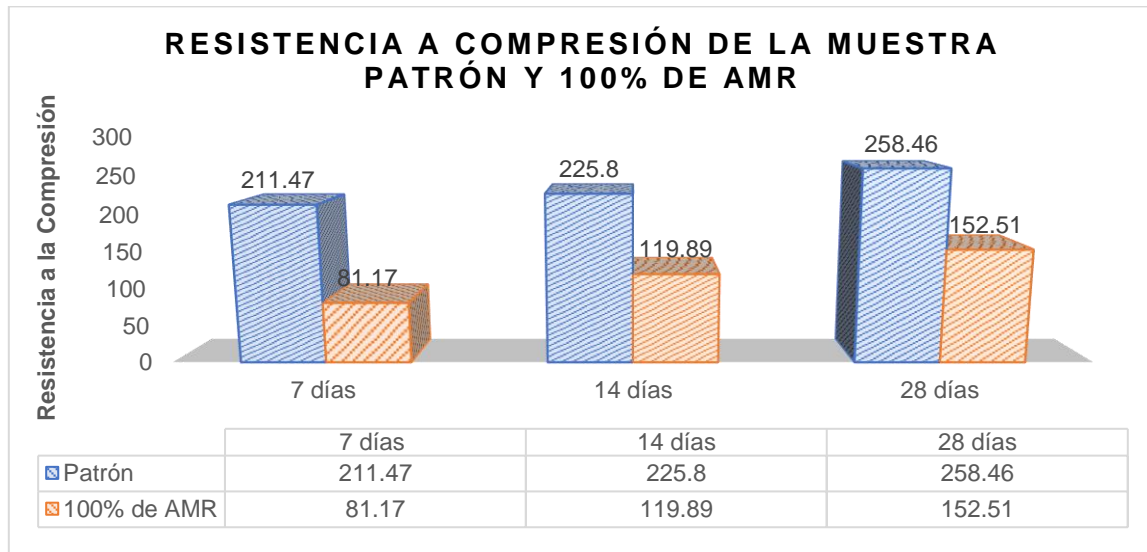


Nota. Comparación de resistencia ante la compresión

Los resultados se sintetizan en la figura 22, Cuando se reemplaza el 65 por ciento de AMR con la muestra estándar, se observa una resistencia promedio de 202,82 kg/cm² hasta el día 28 de fraguado de la muestra estándar en comparación con el 65 por ciento de AMR. En este punto, la resistencia a la compresión de la muestra estándar ha alcanzado 258,46 kg/cm².

Figura 23

Comparación de resistencia entre la muestra patrón y 100% de AMR



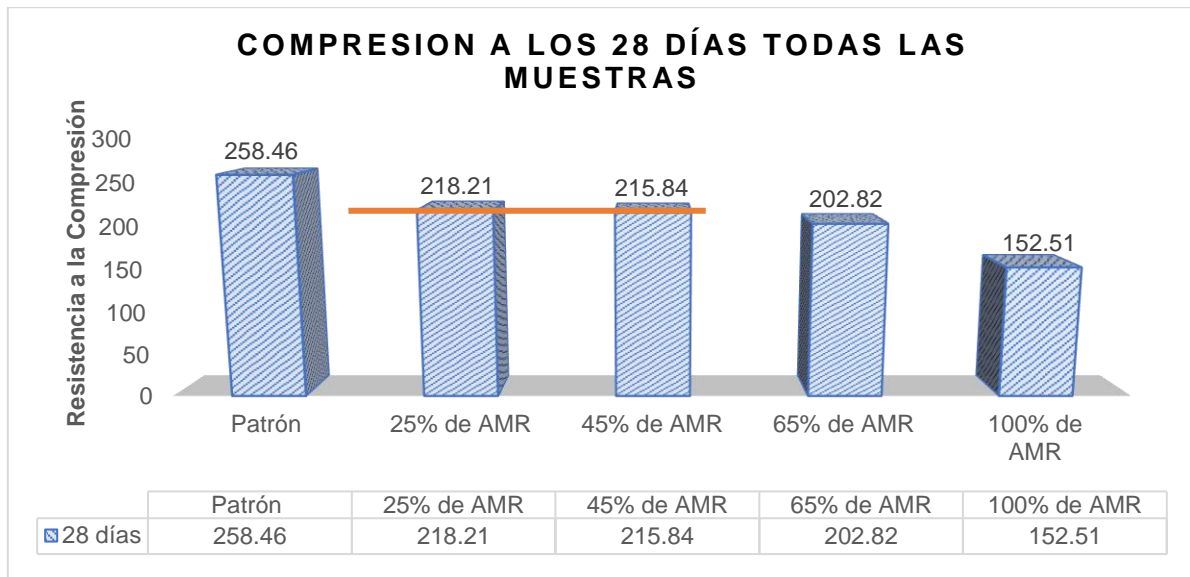
Nota. Comparación de resistencia ante la compresión

Los resultados mostrados en la figura 23, donde se puede observar las resistencias a compresión MPC alcanzadas a día 28 de fraguado de la MPC frente el 100% de AMR, donde se ve que la MPC llega a una resistencia a compresión de 258.46 kg/cm², y al sustituir el 100% de AMR llega una resistencia a compresión de 152.51 kg/cm².

Los resultados se sintetizan en la figura 23, se puede ver en los diagramas de barras, las resistencias de 25%, 45% y 65% y 100% en comparación a la MPC, son variables cuando se incrementa los porcentajes de sustitución de AMR. la resistencia a la compresión disminuye, además se observa que solo un porcentaje de sustitución del 25% y 45% cumple las NTP. Entonces es viable usar el agregado reciclado en ciertos porcentajes, en nuestro estudio un concreto con un remplazo de agregado natural por AMR hasta un 25%, 45% tiene un comportamiento dentro de las NTP", sin embargo, al reemplazar el 65% y el 100% del agregado de material reciclado no llega a la resistencia requerida.

Figura 24

Comparación de la resistencia de la muestra patrón, 25%, 45%, 65% y 100% de AMR a los 28 días



Nota. Comparación de resistencia ante la compresión

4.3 PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para hacer la prueba de hipótesis se hizo un análisis de la significancia que debe ser menor a 0.05 para que sea aceptada la hipótesis alterna, así como hallar la significancia. Además, al señalar que la influencia es significativa, se refiere a una resistencia mayor al promedio de la resistencia alcanzada con el agregado de cantera natural, en comparación axial que se obtuvieron con agregado de material reciclado.

4.3.1 Hipótesis General

H1: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido se puede aprovechar significativamente en la resistencia y los porcentajes óptimo para construcciones, Abancay 2022.

H0: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido no se puede aprovechar significativamente en la resistencia y los porcentajes óptimo para construcciones, Abancay 2022.

4.3.2. Hipótesis específica 1

H1: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido influye significativamente en las propiedades del agregado fino y grueso en el uso de construcciones, Abancay 2022.

H0: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido no influye significativamente en las propiedades del agregado fino y grueso en el uso de construcciones, Abancay 2022.

Resumen de las propiedades del agregado

Tabla 66

Comparación de las características del agregado grueso

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
P. Unitario suelto	kg/m ³	1,467	1,417	1,377	1,337	1,287
P. Unitario Compactado	kg/m ³	1,564	1,558	1,554	1,550	1,542
P. Especifico		2.712	2.606	2.527	2.444	2.3
Absorción	%	0.642	2.043	3.163	4.284	6.245
Humedad natural	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8
Modulo de fineza		6.666	7.099	7.22	7.341	6.666
Tamaño nominal Maximo	Pulg.	1"	1"	1"	1"	1"

Nota. Comparación y descripción de características del agregado grueso

Tabla 67

Comparación de las características del agregado fino

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
P. unitario suelto	kg/m ³	1,594	1,533	1,484	1,436	1,351
P. unitario compactado	kg/m ³	1,776	1,714	1,665	1,616	1,530
P. especifico		2.661	2.555	2.476	2.393	2.249
Absorción	%	1.02	2.719	4.079	5.438	7.817
Humedad aatural	%	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5
Modulo de fineza		2.765	3.009	3.203	3.398	3.739
Tamaño Nominal Maximo	Pulg.	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"

Nota. Comparación y descripción de características del agregado fino

Tabla 68

Resumen del peso unitario suelto del agregado grueso

Descripcion	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,467	1,417	1,377	1,337	1,287

Nota. Descripción del peso suelto del agregado grueso.

Tabla 69*Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado grueso*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Peso unitario	5	1,3770	,06964	,03114

Nota. Descripción del peso suelto del agregado grueso.**Tabla 70***Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario suelto del agregado grueso*

Prueba para una muestra						
Valor de Prueba = 1.47						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Peso unitario	-2,986	4	,040	-,09300	-,1795	-,0065

Nota. Descripción del peso unitario del agregado grueso.**Tabla 71***Comparación del peso unitario compactado agregado grueso*

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,564	1,558	1,554	1,550	1,542

Nota. Comparación del peso unitario compactado agregado grueso**Tabla 72***Datos estadísticos sobre el peso unitario Compactado agregado grueso*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Peso unitarios compacto	5	1,5536	,00829	,00371

Nota. Descripción del peso compacto del agregado grueso.**Tabla 73***Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario compacto del agregado grueso*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1.56						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Peso unitarios compacto	-1,725	4	,160	-,00640	-,0167	,0039

Nota. Descripción del peso unitarios compactos del agregado grueso

Tabla 74*Comparación del peso específico agregado grueso*

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Peso específico		2.712	2.606	2.527	2.444	2.3

Nota. Comparación del peso del agregado grueso.**Tabla 75***Datos estadísticos sobre el peso específico agregado grueso*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Peso específico	5	2,5178	,15689	,07016

Nota. Descripción del peso suelto del agregado grueso.**Tabla 76***Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso específico del agregado grueso*

Prueba para una muestra						
Valor de Prueba = 2.71						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Peso específico	-2,739	4	,052	-,19220	-,3870	,0026

Nota. Resultados del peso específico del agregado grueso,**Tabla 77***Comparación de la absorción agregado grueso*

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Absorción	%	0.642	2.043	3.163	4.284	6.245

Nota. Comparación de la absorción del agregado grueso.**Tabla 78***Datos estadísticos sobre el Absorción del agregado grueso*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. error promedio
Absorción	5	3,2754	2,13904	,95661

Nota. Descripción de los resultados de la absorción del agregado grueso.

Tabla 79

Resultados obtenidos en el programa SPSS de la Absorción del agregado grueso

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.64						
					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Absorción	2,755	4	,051	2,63540	-,0206	5,2914

Nota. Resultados de la absorción del agregado grueso

Tabla 80

Comparación de la humedad natural agregado grueso

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Humedad natural	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8

Nota. Comparación de la humedad natural del agregado grueso.

Tabla 81

Datos estadísticos sobre la humedad natural del agregado grueso

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Humedad natural	5	,4400	,23022	,10296

Nota. Descripción de la humedad del agregado grueso.

Tabla 82

Resultados obtenidos en el programa spss de la humedad natural del agregado grueso

Prueba para una muestra						
Valor de Prueba = 0.20						
					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Humedad natural	2,331	4	,080	,24000	-,0459	,5259

Nota. Resultados de la humedad natural del agregado grueso.

Tabla 83

Comparación del módulo de fineza agregado grueso

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Modulo de fineza		6.666	7.099	7.22	7.341	6.666

Nota. Comparación de fineza del agregado grueso.

Tabla 84

Datos estadísticos sobre el módulo de fineza del agregado grueso

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Modulo de fineza	5	6,9984	,31527	,14099

Nota. Resultados del modulo de fineza del agregado grueso.

Tabla 85

Resultados obtenidos en el programa SPSS del Módulo de fineza del agregado grueso

Prueba para una muestra						
Valor de Prueba = 6.67						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Modulo de fineza	2,329	4	,080	,32840	-,0631	,7199

Nota. Módulo de fineza del agregado grueso.

Tabla 86

Comparación del tamaño nominal máximo agregado grueso

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Tamaño nominal máximo	Pulg.	1"	1"	1"	1"	1"

Nota. Comparación del tamaño nominal del agregado grueso.

Tabla 87

Datos estadísticos sobre el tamaño máximo del agregado grueso

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Tamaño nominal máximo	5	1,0000	,00000 ^a	,00000

a. t no se puede calcular porque la desviación estándar es 0.

Nota. Resultados del tamaño nominal del agregado grueso.

Tabla 88

Comparación del peso unitario suelto agregado fino

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Peso Unitario Suelto	kg/ m ³	1,594	1,533	1,484	1,436	1,351

Nota. Comparación del peso suelto del agregado fino

Tabla 89

Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado fino

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Peso unitario suelto	5	1,479600	,0927324	,0414712

Nota. Resultados del peso suelto del agregado fino.

Tabla 90

Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario suelto del agregado fino

Prueba para una muestra							
Valor de prueba = 1.594							
					95% de intervalo de confianza de la diferencia		
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior	
Peso unitario suelto	-2,759	4	,051	-,1144000	-,229542	,000742	

Nota. Peso unitario del agregado fino

Tabla 91

Comparación del peso unitario compactado agregado fino

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Peso unitario compactado	kg/m ³	1,776	1,714	1,665	1,616	1,530

Nota. Comparación del peso compactado del agregado fino.

Tabla 92

Datos estadísticos sobre el peso unitario compacto del agregado fino

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. error promedio
Peso unitarios compacto	5	1,660200	,0938520	,0419719

Nota. Datos de medida y desviación del peso unitario del agregado fino.

Tabla 93

Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario compacto del agregado fino

Prueba para una muestra							
Valor de Prueba = 1.7760							
					95% de intervalo de confianza de la diferencia		
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior	
Peso unitarios compacto	-2,759	4	,051	-,1158000	-,232333	,000733	

Nota. Prueba del peso compactado del agregado fino.

Tabla 94

Comparación del peso específico agregado fino

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Peso específico		2.661	2.555	2.476	2.393	2.249

Nota. Descripción del peso específico del agregado fino.

Tabla 95*Datos estadísticos sobre el peso específico del agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. error promedio
Peso específico	5	2,466800	,1568923	,0701644

Nota. Descripción del peso específico del agregado fino.**Tabla 96***Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso específico del agregado fino*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 2.661						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Peso Específico	-2,768	4	,050	-,1942000	-,389008	,000608

Nota. Resultados del peso específico del agregado fino.**Tabla 97***Comparación de la absorción agregado fino*

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Absorción	%	1.02	2.719	4.079	5.438	7.817

Nota. Comparación de la absorción del agregado fino.**Tabla 98***Datos estadísticos sobre la absorción del agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Absorción	5	4,214600	2,5949311	1,1604885

Nota. Resultados sobre la absorción del agregado fino.**Tabla 99***Resultados obtenidos en el programa SPSS de la absorción del agregado fino*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1.02						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Absorción	2,753	4	,051	3,1946000	-,027432	6,416632

Nota. Prueba de absorción del agregado fino.

Tabla 100*Comparación de la humedad natural agregado fino*

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Humedad natural	%	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5

Nota. Descripción de la humedad natural del agregado fino.

Tabla 101*Datos estadísticos sobre la humedad natural del agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Humedad natural	5	,700000	,4472136	,2000000

Nota. Descripción de los datos sobre la humedad natural del agregado fino.

Tabla 102*Resultados obtenidos en el programa SPSS de la humedad natural del agregado fino*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0.5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Humedad natural	1,000	4	,374	,2000000	-,355289	,755289

Nota. Prueba de humedad natural del agregado fino.

Tabla 103*Comparación del módulo de fineza agregado fino*

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Módulo de fineza		2.765	3.009	3.203	3.398	3.739

Nota. Descripción y comparación de la fineza del agregado fino

Tabla 104*Datos estadísticos sobre el módulo de fineza del agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. desviación	Desv. error promedio
Módulo de fineza	5	3,222800	,3717663	,1662590

Nota. Datos estadísticos del módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 105

Resultados obtenidos en el programa SPSS del Módulo de Fineza del agregado fino

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 2.765						
					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Modulo de fineza	2,754	4	,051	,4578000	-,003809	,919409

Nota. Prueba de fineza del agregado fino.

Tabla 106

Comparación del tamaño nominal máximo agregado fino

Descripción	Unidad	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MPR
Tamaño nominal máximo	Pulg.	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"

Nota. Comparación de tamaño nominal máximo del agregado fino.

Tabla 107

Datos estadísticos sobre el tamaño máximo del agregado fino

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. error promedio
Tamaño nominal máximo	5	,375000	,0000000 ^a	,0000000

a. t no se puede calcular porque la desviación estándar es 0.

Nota. Datos estadísticos del agregado fino de acuerdo con el tamaño nominal máximo, donde se muestra que no se puede calcular por la desviación estándar igual a 0.

4.3.3. Hipótesis específica 2

H1: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido influye significativamente en la resistencia del concreto en el uso de construcciones, Abancay 2022.

H0: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido no influye significativamente en la resistencia del concreto en el uso de construcciones, Abancay 2022.

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 25% y material de cantera al 75 %

Tabla 108

Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 25% y material de cantera

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	25% material reciclado
28 días	260.54	215.76
	262.12	224.63
	260.54	215.76
	262.12	224.63
	252.73	214.24
Promedio	258.46	218.21

Nota. Descripción de los 28 días de resistencia del material de cantera.

Tabla 109

Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 25%

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. error promedio
AMR del 25%	5	218,2100	5,61159	3,23985

Nota. Datos estadísticos sobre la resistencia de los 28 días con AMR del 25%.

Tabla 110

Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 25%

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 258.46						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
AMR del 25%	-12,423	2	,006	-40,25000	-54,1900	-26,3100

Nota. Prueba de resistencia de los 28 días con AMR del 25%.

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 45%

Tabla 111

Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 45%

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	45% material reciclado
28 días	260.54	217.65
	262.12	217.37
	260.54	217.65
	262.12	217.37
	252.73	212.49
Promedio	258.46	215.83

Nota. Resultados promedio de la resistencia de los 28 días con AMR del 45%.

Tabla 112*Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 45%*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. desviación	Desv. error promedio
AMR del 45%	5	215,8367	2,90168	1,67528

Nota. Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR de 45%.**Tabla 113***Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 45%*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 258.46						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
AMR del 45%	-25,442	2	,002	-42,62333	-49,8315	-35,4152

Nota. Resultados de la resistencia de los 28 días con el AMR del 45%.

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 65%

Tabla 114*Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 65%*

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	65% material reciclado
28 días	260.54	201.62
	262.12	200.52
	260.54	201.62
	262.12	200.52
	252.73	206.31
Promedio	258.46	202.81

Nota. Resultados promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 65%.**Tabla 115***Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 65%*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. desviación	Desv. error promedio
AMR del 65%	5	202,8167	3,07490	1,77530

Nota. Resistencia a los 28 días con AMR del 65%.

Tabla 116

Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 65%

Prueba para una muestra						
Valor de Prueba = 258.46						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
AMR del 65%	-31,343	2	,001	-55,64333	-63,2818	-48,0048

Nota. Datos de la resistencia con AMR del 65% a los 28 días.

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 100%

Tabla 117

Resultados del promedio de la resistencia a los 28 días con AMR del 100%

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	100% material reciclado
	260.54	167.89
28 días	262.12	141.37
	260.54	167.89
	262.12	141.37
	252.73	148.26
Promedio	258.46	152.50

Nota. Resultados de la resistencia de los 28 días con el AMR del 100%.

Tabla 118

Datos estadísticos sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 100%

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. error promedio
AMR del 100%	5	152,5067	13,76057	7,94467

Nota. Resultados de la resistencia a los 28 días con AMR del 100%.

Tabla 119

Resultados obtenidos en el programa SPSS sobre la resistencia a los 28 días con AMR del 100%

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 258.46						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
AMR del 100%	-13,336	2	,006	-105,95333	-140,1365	-71,7702

Nota. Resultados de la resistencia de los 28 días con el AMR del 100%.

4.3.4. Hipótesis específica 3

H1: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido influye significativamente en el uso del porcentaje óptimo de agregado grueso y fino en el uso de construcciones Abancay 2022.

H0: El material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido no influye significativamente en el uso del porcentaje óptimo de agregado grueso y fino en el uso de construcciones Abancay 2022.

Tabla 120

Volumen del agregado fino y grueso por muestra

Material	Cantidad de agregado grueso	Cantidad de agregado fino	Cantidad de agua utilizado
Muestra patrón	985 kg/ m ³	874 kg/ m ³	195 lt/ m ³
25% Material reciclado	982 kg/ m ³	805 kg/ m ³	195 lt/ m ³
45% Material reciclado	979 kg/ m ³	753 kg/ m ³	195 lt/ m ³
65% Material reciclado	977 kg/ m ³	699 kg/ m ³	195 lt/ m ³
100% Material reciclado	725 kg/ m ³	847 kg/ m ³	195 lt/ m ³

Nota. Descripción del volumen del agregado grueso y fino por muestra.

Tabla 121

Datos estadísticos de la cantidad de agregado grueso

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Grueso	4	915,7500	127,18327	63,59163

Nota. Datos de la cantidad de agregado grueso.

Tabla 122

Resultado de obtenidos en el programa SPSS sobre el volumen óptimo del agregado grueso

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 985						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Grueso	-1,089	3	,356	-69,25000	-271,6270	133,1270

Nota. Volumen óptimo del agregado grueso.

Tabla 123*Datos estadísticos de la cantidad de agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Fino	4	776,0000	64,13527	32,06764

Nota. Cantidad de agregado fino**Tabla 124***Resultado de obtenidos en el programa SPSS sobre el volumen óptimo del agregado fino*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 985						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Fino	-6,517	3	,007	-209,00000	-311,0535	-106,9465

Nota. Descripción del volumen del agregado fino.

CONCLUSIONES

Conclusión para el objetivo general

De los resultados que se llegaron a obtener en el laboratorio, se determina que la integración de los agregados gruesos y finos reciclados provenientes de corte de pavimento rígido de las conexiones domiciliarias de agua y desagüe, es aprovechable significativamente, para la reutilización el uso de construcciones, debido a que las resistencias alcanzadas cumplen con los parámetros de la NTP.

Conclusión para el objetivo específico 1

De los resultados obtenidos en el laboratorio, las propiedades físicas del concreto reciclado proveniente del pavimento rígido de las conexiones domiciliarias de agua y desagüe, influyen en las propiedades físicas del concreto, por tanto, las proporciones en diferentes porcentajes de 25%, 45% AMR., para empleo en construcciones de 65% y 100% AMR, no influye las propiedades físicas del concreto estructural reciclado tal como muestra las resistencias a compresión axial en la figura N° 24.

Conclusión para el objetivo específico 2

Se puede observar que cuando se reemplaza el 25% del AMR, la resistencia a la compresión axial aumenta al 103,9% de la muestra estándar. alcanza el 103.78 por ciento de la muestra estándar, al reemplazar el 65 por ciento de AMR llega al 96.58 %, y al reemplazar el 100 % de AMR llega al 72.62 %, concluyendo que a mayor sustitución de agregado grueso y fino 100 por ciento reciclado la resistencia a la compresión del concreto disminuye en el siguiente orden con respecto a la muestra estándar 100 % MPC. Esto se debe a que, a mayor incorporación, no hay t. Con una resistencia a la compresión de 218,21 kg/cm² y 215,84 kg/cm², el material se comporta de manera similar al hormigón normal. (Ver Pag. 15 y la figura 24), tabla 65.

Conclusión para el objetivo específico 3

Se obtuvo resultados a la resistencia a compresión axial en el laboratorio se reconoce que, el porcentaje óptimo de la composición de la mezcla en la elaboración con material reciclado proveniente del corte de pavimento rígido de las conexiones domiciliarias es de 25% y 45% debido a que en los ensayos permitió tener una resistencia de 218.21 kg/cm² y 215.84 kg/cm², llegando al respecto del concreto patrón 100% MPC 258.46 kg/cm², este valor es superior a lo establecida en los parámetros de la NTP y será muy adecuado para la reutilización.

RECOMENDACIONES

Para el objetivo general. Teniendo en cuenta las resistencias obtenidas según las mezclas de 25% AMR. aproximadamente el 45% de la RAM. 100 por ciento AMR, 65 por ciento AMR, etc. Se recomienda utilizarlos de manera diferente dependiendo de los tipos de componentes estructurales que se construirán. Por ejemplo, se recomienda utilizar una mezcla de 25 y 45 por ciento de AMR al verter hormigón para columnas y vigas o para pavimentos. Asimismo, el 65 por ciento del total de la RAM se utiliza para la limpieza de cimientos, aceras, bordillos y muros ciclópeos; El 100 por ciento se utiliza para falsos pisos, losas deportivas y otras áreas de usos similares.

Para el objetivo específico 1. Para esta investigación se hizo estudios de las canteras Murillo, Ballón y la única cantera que se encuentra dentro de las NTP, es la cantera Quispe, entonces, se recomienda hacer más estudios sobre la morfología de las canteras de Abancay, si el material es homogéneo o heterogéneo en su composición de la cantera.

Para el objetivo específico 2. Se recomienda seguir los requisitos del NTP al preparar núcleos de concreto, los cuales especifican el número de capas por muestra, golpes por capa y ranuras, en un esfuerzo por evitar asentamientos. Dado que las vigas de hormigón son muy delicadas, se aconseja extremar la precaución a la hora de curarlas, manipularlas y romperlas para conseguir la resistencia requerida. Esto se debe a que las resistencias pueden variar dependiendo del momento en que se rompan las vigas.

Para el objetivo específico 3. Para mitigar la contaminación es necesario que se use mayores porcentajes de agregado reciclado, sin embargo, se recomienda

hacer un estudio del costo que genera utilizar agregado reciclado y si realmente compensa la utilización en obras de construcción, caso contrario buscar una zona para la disposición final de materiales de construcción.

Se recomienda que en futuros estudios se tengan en cuenta las condiciones climáticas y de almacenamiento, ya que el contenido de humedad puede cambiar. Por lo tanto, deben estar libres de residuos orgánicos, salitre y otros materiales peligrosos que interfieran en la reducción de la resistencia y no sigan las especificaciones de diseño de la mezcla.

Se deben realizar investigaciones para ver si se pueden agregar aditivos al concreto que ha sido modificado con agregado reciclado para aumentar su resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Anampa, M., & Bernaola, E. (2019). *Influencia del material reciclado proveniente del pavimento deteriorado en el Jr. Puno y Av. Abancay de la ciudad de Abancay para la elaboración de concreto nuevo a ser reutilizado en pavimentos. Abancay* [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes].
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/212>
- Casaño, P., & Mego, S. (2021). *Diseño de mezcla para pavimento rígido incorporando concreto reciclado en la avenida las Torres, Lurigancho-Chosica 2021* [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/76112>
- Chumpitaz, G. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con agregado grueso proveniente del concreto reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres].
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/6960>
- Norma Técnica Peruana, (2006).
- Contreras, E. (2016). *Evaluación de agregados reciclados para su implementación en pavimentos rígidos* [Tesis de pregrado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo].
http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/3112/FIC-M-2016-0215.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cruz, J., & Velasquez, R. (2004). *Concreto Reciclado* [Instituto Politecnico Nacional].
https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4860/284_Concreto%2520reciclado.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Dávila, F. (2019). *Determinación de las propiedades del concreto obtenido con agregado grueso producto de la demolición de pavimentos rígidos en el distrito*

- Baños del Inca - Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Santa].
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3405>
- Gahlmann, T., Brinkmann, K. O., Becker, T., Tückmantel, C., Kreusel, C., van gen Hassend, F., Weber, S., & Riedl, T. (2020). Impermeable Charge Transport Layers Enable Aqueous Processing on Top of Perovskite Solar Cells. *Advanced Energy Materials*, 10(10). <https://doi.org/10.1002/aenm.201903897>
- Gallo, C. (2017). *Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala* [Tesis de pregrado, Universidad La Salle].
https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/309/
- Reglamento Nacional de Edificaciones, (2009).
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativa y mixta* (McGRAW-HILL (ed.); I).
- Hernández, C., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *ALERTA Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 2(1), 75–79.
<https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>
- Jaramillo-Benavides, A. S., & Patricio-Karnopp, Z. M. (2019). Durabilidad de los materiales naturales de construcción: Percepciones de proyectistas, constructores y usuarios en Florianópolis-Brasil. *Revista de Arquitectura*, 21(2).
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.2.1825>
- Jordan, J., & Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa].
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSR_ea1c7b013bf6cd4118f2a05f9f4b322c/Details

- León, J. (2017). En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/>
- Muñoz, C. (2016). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. <http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-Muñoz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf>
- Noriega, A., & Villarreal, K. (2020). *Influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la sub-rasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de Alto Huallaga hasta La Merced, Laredo - La Libertad - 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24325>
- Remolina, J. (2018). *Determinación de parámetros físico-mecánicos y de durabilidad en concreto reciclado con residuos de construcción y demolición (RCD)* [Tesis de pregrado, Universidad de la Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/247>
- Rodrich, S., & Silva, J. (2018). *Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14824/Rodrich Guevara Sandra Romy - Silva Ocas Julio Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14824/Rodrich_Guevara_Sandra_Romy_-_Silva_Ocas_Julio_Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Taymouri, F., Nogués, X., Güerri-Fernández, R., Mellibovsky, L., Díez-Pérez, A., Garcia-Giralt, N., & Ovejero, D. (2018). La resistencia mecánica tisular ósea es independiente de la edad en individuos sanos. *Revista de Osteoporosis y Metabolismo Mineral*, 10(4), 125–130. <https://doi.org/10.4321/S1889-836X2018000400004>

- Torres, C., & Vera, S. (2017). *Análisis de la posibilidad de utilización del reciclado de la losa del pavimento de la autopista terminal terrestre Pascuales* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/35879?mode=full>
- Vera, J., & Cuenca, C. (2016). *Diagnóstico para la elaboración de concreto a partir de la utilización de concreto reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5799>

ANEXO