

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“Análisis y evaluación del concreto estructural a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022”

Presentado por:

Bach. PAUL ROMÁN PERALTA

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Abancay- Apurímac-Perú

2023

Tesis

“Análisis y evaluación del concreto estructural a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022”

Línea de Investigación

Gestión de infraestructura para el desarrollo sostenible

Asesor:

Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL CONCRETO ESTRUCTURAL A SER REUTILIZADO COMO ADOQUINES DE CONCRETO EN EL TRATAMIENTO DE CAMINOS DE HERRADURA, ABANCAY 2022”

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

Sustentado y aprobado el 03 de octubre del 2023 ante el jurado:

Presidente: Mg. Ángel Maldonado Mendivil

Primer miembro: Ing. Edilberto Gálvez Barrientos

Segundo miembro: Ing. Holguer Cayo Baca

Asesor: Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer

Análisis y evaluación del concreto estructural a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	4%
4	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar hasta aquí y por guiarme por el camino correcto, porque nunca me ha abandonado y ha llenado mi corazón de luz para cumplir esta meta.

A mi madre, padre y todos mis hermanos, quienes han sido los pilares fundamentales en mi desarrollo profesional de la universidad, porque siempre fue un orgullo para mis padres que estudiara ingeniería civil, la cual considero que aún sigo en proceso, porque hay aún mucho por aprender, muchas experiencias por vivir y muchas cosas por compartir.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme seguir compartiendo aquí en la tierra, experiencias de vida y mucho aprendizaje.

A mi madre y a mi padre por su apoyo incondicional y por su constancia al impulsarme para culminar esta bonita etapa que pasará a ser mi primer título profesional.

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 permitirme tener experiencias educativas tan positivas mientras asistía a la universidad, especialmente al Ing. Hugo Acosta Valer

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA.....	i
POSPORTADA	ii
PÁGINA DE JURADOS.....	iii
INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xvi
ACRÓNIMOS	xix
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	xxii
CAPÍTULO I.	1
PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	4
1.2.1. Formulación del problema	4
1.2.2. Problema general	4
1.2.3. Problemas específicos	5
1.3. Justificación de la investigación.....	5
1.4. Objetivos de la investigación	6
1.4.1. Objetivo general	6
1.4.2. Objetivo específico	7
1.5. Delimitación de la investigación.....	7
1.5.1 Espacial.....	7
1.5.2. Temporal	7
1.5.3. Social.....	8
1.5.4. Conceptual	8

1.6. Viabilidad de la investigación	8
1.7. Limitaciones	9
CAPITULO II	10
MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación	10
2.1.1. A nivel internacional.....	10
2.1.2. A nivel nacional.....	13
2.1.3. A nivel regional y local	15
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. El concreto	16
2.2.2. Pavimentos.....	32
2.2.3. Los adoquines	33
2.2.4. Marco conceptual	40
CAPITULO III	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. Hipótesis	42
3.1.1. Hipótesis general.....	42
3.1.2. Hipótesis específica.....	42
3.2. Método.....	43
3.3. Tipo de investigación	43
3.4. Nivel o alcance de investigación.....	43
3.5. Diseño de investigación	43
3.6. Operacionalización de variables	44
3.7. Población, muestra y muestreo	46
3.7.1. Población.....	46
3.7.2. Muestra	46
3.7.3. Muestreo	51
3.8. Técnica e instrumentos.....	51
3.9. Consideraciones éticas.....	53
3.10. Técnica de procesamiento de datos.....	53
CAPÍTULO IV	54

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	54
4.1. Resultados.....	54
4.1.1. Procesamiento de datos.....	54
4.2. Discusión de resultados.....	98
4.3. Prueba de hipótesis.....	105
CONCLUSIONES.....	122
RECOMENDACIONES	124
ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	125
BIBLIOGRAFÍA	128
ANEXOS	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Requisitos para agua de mezcla.....	22
Tabla 2	Requisitos granulométricos para el agregado grueso.....	28
Tabla 3	Requisitos granulométricos para el agregado fino.....	29
Tabla 4	Resistencia mecánica.....	29
Tabla 5	Agregado Global.....	30
Tabla 6	Resistencia específica requerida para los adoquines de concreto.....	38
Tabla 7	Operacionalización de variables.....	45
Tabla 8	Nivel de confianza.....	47
Tabla 9	Cantidad de probetas a utilizar.....	48
Tabla 10	Probetas sobre el grupo control.....	49
Tabla 11	Probetas sobre el grupo Experimental con 30 % de material reciclado.....	49
Tabla 12	Probetas sobre el grupo Experimental con 50 % de material reciclado.....	50
Tabla 13	Probetas sobre el grupo Experimental con 60 % de material reciclado.....	50
Tabla 14	Probetas sobre el grupo experimental con 100 % de material reciclado.....	51
Tabla 15	Granulometría del agregado fino de la cantera Quispe.....	56
Tabla 16	Granulometría del agregado grueso de la cantera Quispe.....	57
Tabla 17	Gravedad Específica del Agregado Fino.....	59
Tabla 18	Gravedad Específica del Agregado Grueso.....	59
Tabla 19	Resistencia al desgaste del agregado natural.....	60
Tabla 20	Análisis del peso unitario del agregado fino Suelto.....	61
Tabla 21	Análisis del peso unitario del agregado fino Compactado.....	62
Tabla 22	Análisis del peso unitario del agregado grueso suelto.....	62
Tabla 23	Análisis del peso unitario del agregado grueso compacto.....	63
Tabla 24	Propiedades físicas del agregado natural.....	63
Tabla 25	Valor del diseño de mezcla del concreto.....	64
Tabla 26	Volumen Absoluto de los Materiales por m ³	64
Tabla 27	Peso de diseño de los Materiales.....	65
Tabla 28	Corrección por Absorción y Humedad:.....	65
Tabla 29	Dosificación para testigos de concreto.....	66

Tabla 30 Análisis del agregado fino de material reciclado	67
Tabla 31 Granulometría de agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera	68
Tabla 32 Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera	68
Tabla 33 Granulometría de agregado fino con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera	69
Tabla 34 Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado fino con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera	70
Tabla 35 Granulometría de agregado fino con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera	70
Tabla 36 Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado fino con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera	71
Tabla 37 Análisis del agregado grueso de material reciclado	71
Tabla 38 Granulometría del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera	72
Tabla 39 Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera	72
Tabla 40 Granulometría del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera	73
Tabla 41 Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera	73
Tabla 42 Granulometría del agregado grueso con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera	74
Tabla 43 Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado grueso con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera	74
Tabla 44 Cantera Resistencia al desgaste del agregado reciclado de viviendas.....	75
Tabla 45 Gravedad Especifica del Agregado Fino del concreto reciclado de viviendas	76
Tabla 46 Gravedad Especifica del Agregado Grueso del concreto reciclado de viviendas	76

Tabla 47 Análisis del peso unitario del agregado fino Suelto del concreto reciclado de viviendas	77
Tabla 48 Análisis del peso unitario del agregado fino compactado del concreto reciclado de viviendas	78
Tabla 49 Peso unitario del agregado grueso suelto del concreto reciclado de viviendas	78
Tabla 50 Peso unitario del agregado grueso compactado del concreto reciclado de viviendas	79
Tabla 51 Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas patrón al 100% reciclado	79
Tabla 52 Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas al 30% reciclado y 70% de cantera	80
Tabla 53 Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas al 50% reciclado y 50% de cantera	80
Tabla 54 Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas al 60% reciclado y 40% de cantera	81
Tabla 55 Diseño mezcla concreto patrón reciclado (ACI 211)	81
Tabla 56 Diseño de mezcla concreta patrón cantera (ACI 211).....	82
Tabla 57 Dosificación porcentual de M1, M2, M3, M4 y M5. (Adición de agregado Reciclado)	83
Tabla 58 Asentamiento de las tres muestras	85
Tabla 59 Fuerza de compresión del adoquín de M1 o muestra patrón cantera	87
Tabla 60 Fuerza de compresión del adoquín de M2.....	89
Tabla 61 Fuerza de compresión del adoquín de M3.....	91
Tabla 62 Fuerza de compresión del adoquín de M4 Resistencia a la compresión de los adoquines al agregar 60% de agregado reciclado.....	93
Tabla 63 Fuerza de compresión del adoquín de M5 Resistencia a la compresión de los adoquines al agregar 100% de agregado reciclado.....	95
Tabla 64 Promedio de la comparación de resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días	96

Tabla 65	Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 30% con AMR.....	106
Tabla 66	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales con 30% de AMR	107
Tabla 67	Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 50% con AMR.....	108
Tabla 68	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales 50% AMR...	109
Tabla 69	Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 60% con AMR.....	110
Tabla 70	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales con 60% M.G.R	110
Tabla 71	Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 60% con AMR.....	111
Tabla 72	Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales 100% AMR.	112
Tabla 73	Comparación de las características del agregado grueso	113
Tabla 74	Comparación de las características del agregado fino.....	114
Tabla 75	Resumen del Peso unitario suelto del agregado grueso.....	114
Tabla 76	Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado grueso ...	114
Tabla 77	Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario suelto del agregado grueso	114
Tabla 78	Comparación del Peso Unitario Compactado agregado grueso	115
Tabla 79	Datos estadísticos sobre el peso unitario Compactado agregado grueso	115
Tabla 80	Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario compacto del agregado grueso	115
Tabla 81	Comparación del Peso Específico agregado grueso	115
Tabla 82	Datos estadísticos sobre el peso Específico agregado grueso.....	115
Tabla 83	Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso específico del agregado grueso	116
Tabla 84	Comparación de la Absorción agregado grueso	116
Tabla 85	Datos estadísticos sobre el Absorción del agregado grueso	116

Tabla 86	Resultados obtenidos en el programa SPSS de la Absorción del agregado grueso	116
Tabla 87	Comparación de la Humedad Natural agregado grueso	116
Tabla 88	Datos estadísticos sobre la Humedad Natural del agregado grueso	117
Tabla 89	Resultados obtenidos en el programa SPSS de la humedad natural del agregado grueso	117
Tabla 90	Comparación del Módulo de Fineza agregado grueso.....	117
Tabla 91	Datos estadísticos sobre el módulo de firmeza del agregado grueso.....	117
Tabla 92	Comparación del Tamaño Nominal Máximo agregado grueso	117
Tabla 93	Datos estadísticos sobre la Tamaño máximo del agregado grueso.....	118
Tabla 94	Comparación del Peso Unitario Suelto agregado fino.....	118
Tabla 95	Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado fino	118
Tabla 96	Resultados obtenidos en el programa SPSS del Peso unitario suelto del agregado fino	118
Tabla 97	Comparación del Peso Unitario Compactado agregado fino	118
Tabla 98	Datos estadísticos sobre el peso unitario compacto del agregado fino....	119
Tabla 99	Resultados obtenidos en el programa SPSS del Peso unitario compacto del agregado fino	119
Tabla 100	Comparación del Peso Específico agregado fino	119
Tabla 101	Datos estadísticos sobre el peso específico del agregado fino.....	119
Tabla 102	Resultados obtenidos en el programa SPSS del Peso específico del agregado fino	119
Tabla 103	Comparación del Absorción agregado fino	120
Tabla 104	Datos estadísticos sobre la Absorción del agregado fino.....	120
Tabla 105	Resultados obtenidos en el programa SPSS del Absorción del agregado fino	120
Tabla 106	Comparación del Humedad Natural agregado fino	120
Tabla 107	Datos estadísticos sobre la Humedad Natural del agregado fino.....	120
Tabla 108	Resultados obtenidos en el programa SPSS del Humedad Natural del agregado fino	120
Tabla 109	Comparación del Módulo de Fineza agregado fino.....	121

Tabla 110	Datos estadísticos sobre la Modulo de firmeza del agregado fino	121
Tabla 111	Resultados obtenidos en el programa SPSS del Módulo de Firmeza del agregado fino	121
Tabla 112	Comparación del Tamaño Nominal Máximo agregado fino	121
Tabla 113	Datos estadísticos sobre la Tamaño máximo del agregado fino.....	121
Tabla 114	Presupuesto de la investigación	125
Tabla 115	Cronograma de actividades	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Capas sobre dónde va el adoquín.....	36
Figura 2 Espesor de adoquines según el peso que soportan.....	37
Figura 3 Adoquín hexagonales.....	38
Figura 4 Modelo de adoquines hexagonales a ser estudiados.....	40
Figura 5 Curva Granulométrico del agregado fino.....	56
Figura 6 Curva Granulométrico del agregado grueso.....	58
Figura 7 Curva Granulométrico del agregado fino reciclado	67
Figura 8 Curva granulometría del agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera	69
Figura 9 Curva granulometría del agregado fino con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera	70
Figura 10 Curva granulometría del agregado fino con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera	71
Figura 11 Curva granulométrica del agregado grueso de material reciclado	72
Figura 12 Curva granulometría del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera	73
Figura 13 Curva granulometría del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera	74
Figura 14 Curva granulometría del agregado grueso con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera	75
Figura 15 Porcentaje de muestras del agregado fino y grueso	84
Figura 16 Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material de cantera a los 7, 14 y 28 días	88
Figura 17 Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 30% a los 7, 14 y 28 días	90
Figura 18 Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 50% a los 7, 14 y 28 días.	92
Figura 19 Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 60% a los 7, 14 y 28 días	94

Figura 20 Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 100% a los 7, 14 y 28 días	96
Figura 21 Comparación de la resistencia del adoquín con material reciclado a los 7, 14 y 28 días.....	97
Figura 22 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 30% de AMR.....	99
Figura 23 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 50% de AMR.....	100
Figura 24 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 60% de AMR.....	101
Figura 25 Resistencia a compresión de la muestra patrón y 100% de AMR.....	102
Figura 26 Resistencia a compresión de la muestra patrón, 30%, 50%, 60% y 100% de AMR a los 28 días	103
Figura 27 Campana de Gauss del 30% de AMR.....	108
Figura 28 Campana de Gauss del 50% de AMR.....	109
Figura 29 Campana de Gauss del 60% de AMR.....	111
Figura 30 Campana de Gauss del 100% de AMR.....	112
Figura 31 Estado del camino al Santuario Nacional del Ampay	135
Figura 32 Estado de las gradas al Santuario Nacional del Ampay	135
Figura 33 Propuesta del estado futuro del camino adoquinados al Santuario Nacional del Ampay	136
Figura 34 Logo del laboratorio de mecánica de suelos	136
Figura 35 Recojo de agregado de la cantera Quispe	137
Figura 36 Demolición de la vivienda para el recojo de material a reutilizar	137
Figura 37 Proceso de trituración de material reciclado.....	138
Figura 38 Granulometría del agregado fino de la cantera Quispe	139
Figura 39 Peso específico del agregado fino de cantera Quispe	140
Figura 40 Peso específico del agregado grueso de Cantera.....	140
Figura 41 Análisis granulométrico del agregado del agregado fino reciclado.....	141
Figura 43 Peso unitario del agregado grueso reciclado	142
Figura 44 Adoquines con agregado de material reciclado al 30% y 70% de cantera.	142
Figura 45 Adoquines con agregado de material reciclado al 50% y 50% de cantera	143

Figura 46 Adoquines con agregado de material reciclado al 60% y 40% de cantera.	143
Figura 47 Rotura de adoquín con material de cantera Quispe al 100%	144
Figura 48 Rotura de adoquín con material de reciclado al 50%	144
Figura 49 Rotura de adoquín con material de reciclado al 50%	145
Figura 50 Rotura de adoquín con material de reciclado al 30 %	146
Figura 51 Rotura de adoquín con material de reciclado al 60 %	146

ACRÓNIMOS

N.T.P.:	Norma Técnica Peruana
R.N.E.:	Reglamento Nacional de Edificaciones
A.F.:	Agregado fino
A.G.:	Agregado grueso
MTC.:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NTC.:	Norma Técnica Colombiana
ACI.:	American Concrete Institute
ASTM.:	American Society for Testing and Materials
CAPECO:	Cámara Peruana de la Construcción

RESUMEN

En la presente investigación tiene como propósito analizar y evaluar el concreto estructural para Reutilizar como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay el estudio se realizó el año 2022, es el objetivo de este proyecto de investigación. Realizar una comparación en el comportamiento de las propiedades del concreto con la utilización de agregado reciclado fino y grueso en porcentajes de 30%, 50% y 60% y 100% en comparación a la muestra patrón son variables. El método de investigación es aplicado que usa un diseño de investigación experimental, con un enfoque cuantitativo en la que se usó como muestra 75 adoquines. Por otro lado se determinó que las resistencias a las que llegan los porcentajes de sustitución de A.M.R de 30%, 50% y 60% cumplen con la NTP, y 100% en comparación a la muestra patrón, son variables puesto que a medida que se ha obtenido son 434.50 kg/cm^2 , 393.40 kg/cm^2 y 345.70 kg/cm^2 siendo superior a la norma establecida de 320 kg/cm^2 , sin embargo la resistencia del material reciclado al 100 % es de 306.60 kg/cm^2 , donde la resistencia no alcanza para sustituir el material reciclado por material natural de cantera.

Palabras claves: Concreto, material reciclado, dosificación, resistencia a compresión axial, agregado, etc.

ABSTRACT

In the present investigation, the purpose is to analyze and evaluate the structural concrete to Reuse as concrete pavers in the treatment of bridle paths, Abancay, the study was carried out in 2022, it is the objective of this research project. Making a comparison in the behavior of concrete properties with the use of fine and coarse recycled aggregate in percentages of 30%, 50% and 60% and 100% compared to the standard sample are variables. The research method is applied that uses an experimental research design, with a quantitative approach in which 75 paving stones were used as a sample. On the other hand, it was determined that the resistances reached by the A.M.R substitution percentages of 30%, 50% and 60% comply with the NTP, and 100% compared to the standard sample, are variable since as the obtained are 434.50 kg/cm², 393.40 kg/cm² and 345.70 kg/cm², being higher than the established norm of 320 kg/cm², however the resistance of the 100% recycled material is 306.60 kg/cm², where the resistance does not enough to replace recycled material with natural quarry material.

Keywords: Concrete, recycled material, dosage, axial compression resistance, aggregate, etc.

INTRODUCCIÓN

Todos los días se construyen edificaciones, viviendas familiares y obras públicas de instituciones del estado de acuerdo a las necesidades de la población, tanto en los distritos, provincias y la capital como en todas las regiones, haciendo la construcción de las edificaciones la más importante del país a lo largo de los años; donde el actor principal de la construcción; en su mayor parte lo compone el cemento, agua, áridos naturales y diversos aditivos para cada situación necesaria, por tanto se hace el desarrollo los siguientes capítulos:

En el primer capítulo. – se representa el plan de exploración considerando el retrato de la realidad problemática, el detalle de la cuestión general y explícita, problema general, los objetivos, la delimitación de la postulación y la identificación de la posibilidad investigativa.

En el segundo capítulo. – la sección que permite contextualizar el fundamento de la proposición considerando los fundamentos mundiales, ya sea vecinal y público, donde, las variables, las dimensiones y los indicadores del estudio sirven de fundamentos a las teorías.

En el tercer capítulo. – Toma en cuenta la hipótesis, el método, diseño, nivel, operacionalización de variables, tipo, muestra, población, técnicas, instrumentos, consideraciones éticas y el procesamiento de la tesis en el desarrollo de la investigación.

En el cuarto capítulo. – Los resultados descriptivos, de la elaboración de adoquines de concreto a partir de material reciclado de concreto estructural para la utilización en

caminos de herradura, la estadística inferencial y la hipótesis se puso a prueba en el capítulo que describe los resultados de acuerdo con los objetivos de la investigación de la tesis.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad problemática

En el campo de la construcción hay una problemática que en la actualidad cada vez se hace más notorio, por la generación de los desechos provenientes de las construcciones, cada año se producen unos 1500 millones de toneladas de material de construcción y esta cantidad va en crecimiento (...), Inocente (2020), lo señala en su tesis de investigación titulada “Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020” en la ciudad de Lima.

También, se producen grandes cantidades de materiales de demolición de edificios u otras estructuras, en las cuales se vuelve a construir otros edificios de mayor tamaño. Según el artículo titulado “Escombros en la construcción” Construye 2025 escrito por Construye2025 (2019), señala que gran porcentaje de los restos sólidos, son provenientes de la destrucción y demolición.

En la investigación titulada “Concreto reciclado” desarrollada en México por Cruz y Velásquez (2004), señala que en los países desarrollados y de primer mundo las construcciones se desarrollan de forma exponencial, generándose una gran

cantidad de escombros que van a parar en forma descuidada a botaderos informales. La utilización a gran escala del concreto reciclado se dio después de la Segunda Guerra Mundial, donde los países más afectados aquellos que perdieron la guerra como Alemania o países que quedaron en ruinas como Francia e Inglaterra. Tuvieron ingentes cantidades de escombros los cuales fueron reutilizados para reconstruir ciertas edificaciones, con el material proveniente de las demoliciones de viviendas, edificios, pistas y pavimentos.

Este problema de los desechos de materiales provenientes de la demolición de edificios o viviendas es un problema que afecta a todo el mundo y latino-américa no es ajeno a esta problemática, el hecho que los escombros sean depositados en el lecho de los ríos, o botados de forma irresponsable, trae consigo problemas ambientales que afecta en la calidad del agua, en la agricultura y la ganadería; generando un impacto negativo en el medio ambiente. Es por eso que es necesario atender a esta problemática a través de la reutilización del concreto estructural, ya que este problema se va agravando con el paso de los años y crecimiento de la población.

Perú tiene los mismos problemas sobre dónde y cómo manejar los desechos provenientes de las demoliciones de las construcciones, si bien el proceso de la demolición es un negocio que genera ganancias, en el país cada día se producen miles y miles de toneladas de desmonte, solo en la capital Lima, se producen 3,600,000m³ y estos se acopian al canto de los ríos y el mar según lo señala Inocente (2020) en su tesis de investigación titulada “Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020” en la ciudad de Lima.

La región tiene el mismo problema con los desechos de construcción, si bien Abancay, tiene un lugar donde se desechan la basura, que se encuentra en el sector de Quitasol, que es un botadero de residuos sólidos de la construcción, no existe un lugar adecuado donde depositar los desechos de construcción provenientes de la demolición de viviendas, y en muchos casos la persona que trabajan en el rubro de la construcción no tienen los conocimientos sobre la reutilización de los materiales de construcción.

En la investigación que desarrollaremos: Análisis y evaluación del concreto estructural a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022, buscamos darle un adecuado uso al material reciclado proveniente de la demolición de construcciones, buscamos usar el material reciclado y elaborar adoquines a ser utilizados en el pavimento de los caminos de herradura como el que va de la estación ecológica hacia el Santuario Nacional del Ampay, ubicado en el distrito de Tamburco, provincia de Abancay, Apurímac.

Al Santuario Nacional del Ampay se accede por un camino de herradura de más de 10 kilómetros, una alternativa ecológica para la pavimentación de este camino es la de utilizar los adoquines ecológicos elaborados con material reciclado proveniente de la demolición de viviendas en la ciudad de Abancay. Si bien el camino hacia el Santuario Nacional tiene algunos trabajos como graderías elaboradas con piedra, barandales para evitar la caída vertical. Con los adoquines elaborados con material reutilizado sería mucho mejor, ya que esto permite que el camino este en mejores condiciones y evitaría muchos accidentes.

Actualmente el camino se encuentra en un pésimo estado de conservación con graderías de piedra fuera de lugar, tramos deterioradas, topográficamente accidentadas y presencia de lugares estrechas, que se encuentran en un estado inadecuado para la transitabilidad peatonal, que dificulta en el acceso al Santuario Nacional del Ampay; e incluso tenemos en sectores, plantas que invaden la calzada del camino, derrumbes que caen encima del camino, y sobre todo una gran cantidad de piedras en el medio del camino que puede generar caídas de turistas sobre todo en temporada de lluvia donde caminar en el barro, mojado y con piedras puede generar accidentes.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Formulación del problema

En vista a la problemática encontrada, la presente investigación se planteó, mejorar el tratamiento superficial del camino de herradura determinando la influencia del agregado estructural reciclado en elaboración de adoquín de concreto evaluando sus propiedades en el estado endurecido con resistencia a compresión axial, con la finalidad de reutilizar el agregado de concreto estructural para elaboración de los adoquines de concreto para tratamiento de caminos de herradura.

1.2.2. Problema general

¿En qué medida se puede aprovechar el concreto estructural reciclado proveniente de demolición de viviendas para elaboración de adoquines de concreto para tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022?

1.2.3. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera influye el concreto estructural reciclado en la resistencia a compresión axial de adoquines de concreto $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$ respecto a un adoquín patrón de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 7,14 y 28 días a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022?
- b) ¿De qué manera influye el concreto estructural reciclado en las propiedades físicas y mecánicas a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022?
- c) ¿Cuál es la mejor dosificación del concreto estructural reciclado para la elaboración de adoquines de concreto a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022?

1.3. Justificación de la investigación

En la presente investigación, de acuerdo a la NTP 339.611 se buscó innovar el adoquín de concreto de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$, implementando la resistencia a compresión axial, gracias a la implementación del agregado estructural reciclado. Los ensayos fueron realizados en laboratorio GEOMAT SERV E.I.R.L., laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto supervisión de obras civiles de la ciudad de Abancay.

Los adoquines son piezas elaboradas a partir del concreto, sin embargo, su proceso de elaboración ha pasado por diferentes modificaciones en búsqueda de presentar mayor confortabilidad, seguridad, resistencia y ser más accesibles en términos económicos (Supermix, 2006). Con la presente investigación se plantea la elaboración de estos adoquines y en su proceso de fabricación se usará el material reciclado de demolición de las viviendas de Abancay.

Para desarrollar la investigación se desarrollará una búsqueda minuciosa de los datos teóricos tanto del proceso de fabricación de adoquines, y las propiedades físicas y mecánicas que debe tener el adoquín para cumplir la norma CE. 010. Entonces la investigación tiene un valor teórico, además con los resultados aporta conocimiento en el área de materiales de construcción.

Actualmente el camino de herradura hacia el Santuario del Nacional Ampay se forma peligroso en temporadas de lluvia, como consecuencia puede generar accidentes en los usuarios. con la propuesta de utilizar adoquines para el tratamiento superficial del camino de herradura, proponemos contribuir con el cuidado del patrimonio, disminuir la contaminación ambiental, generar menos impacto ambiental y al cuidado del medio ambiente.

Finalmente, la investigación tiene justificación teórica, metodológica y relevancia práctica, ya que se puede llevarse a la ejecución este estudio titulado Análisis y evaluación del concreto estructural a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Conocer en qué medida se puede aprovechar el concreto estructural reciclado proveniente de demolición de viviendas para elaboración de adoquines de concreto a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

1.4.2. Objetivo específico

- a) Determinar de qué manera influye el concreto estructural reciclado en la resistencia a compresión axial de adoquines de concreto $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$ respecto a un adoquín patrón de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 7,14 y 28 días a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.
- b) Determinar la influencia del concreto estructural reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto a ser utilizado en los caminos de herradura, Abancay 2022.
- c) Analizar la mejor dosificación del concreto estructural reciclado para la elaboración de adoquines de concreto a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

1.5. Delimitación de la investigación

1.5.1 Espacial

La investigación se realizó en la ciudad, provincia de Abancay, de la región de Apurímac. Allí se llevaron a cabo todos los ensayos de pruebas de laboratorio y los componentes estructurales de las casas derribadas.

1.5.2. Temporal

La investigación se realizó en el mes de marzo del 2022 y finaliza en el mes de octubre del 2023, con la sustentación de la investigación de tesis.

1.5.3. Social

El estudio se centra en la elaboración de adoquines de concreto a partir del material reciclado de concreto estructural proveniente de la demolición de las viviendas.

1.5.4. Conceptual

En este estudio se realizó la investigación de los siguientes temas:

- Material reciclado de concreto estructural
- Elaboración de adoquines de concreto.

1.6. Viabilidad de la investigación

La presente, cuenta con viabilidad ya que representa ser una alternativa de implementación de estrategias que permitan la reutilización del concreto proveniente de las demoliciones de viviendas, para ser empleados en el tratamiento de caminos de herradura dentro de la provincia de Abancay, haciendo que el estudio sea socialmente viable. Técnicamente, es posible porque se cuenta con numerosas investigaciones que sirven de referencia, además de contar con los recursos materiales necesarios, así como los equipos que permitieron realizar los ensayos correspondientes, entre los cuales se encuentra el ensayo de compresión. Logísticamente, es posible porque se han establecido los lugares a los que se llevaron los materiales para elaborar los ensayos (fácil acceso a la zona estudiada, recursos fácilmente disponibles).

Monetariamente es factible, ya que el analista dispone de los activos vitales para la revisión.

1.7. Limitaciones

Se tuvo como principal limitante durante el desarrollo de la investigación, al costo de la investigación, ya que este fue elevado, debido a que las pruebas de laboratorio en la ciudad tienen precios elevados, además que requirió la compra de materiales para el desarrollo de los ensayos, los trámites en la universidad, así como los pagos que se desarrollan en el laboratorio, por ende, el presupuesto para realizar las investigaciones que corre a cuenta del estudiante al realizar la investigación.

Otra de las limitaciones es no tener con precisión la vivienda de donde se extraerá el material reciclado para la obtención de la muestra, ya que el tiempo que demora en aprobar los trámites de la universidad y la aprobación de los dictámenes generan incertidumbre.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel internacional

Ceballos et al. (2021), quienes con su investigación presentada en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines. Universidad del Valle sede Meléndez, tuvieron como **finalidad** evaluar la viabilidad de los adoquines tradicionales bajo pruebas de absorción, densidad y resistencia ante la flexotracción, **los resultados** demostraron que los agregados resultantes de la trituración de escombros, presentaron alto desempeño al ser aplicados en la elaboración de adoquines, ya que, en las pruebas de flexotracción presentaron valores superiores a los que la Norma Técnica Colombiana establece, en tanto, **concluyeron** que, los agregados hechos a partir de la conminución de RC&D, representan ser una alternativa que, más allá de favorecer a la tecnología de la construcción, también favorece al cuidado medioambiental, toda vez que presenta un impacto a largo plazo.

Portilla y Aysabucha (2020), presentó su investigación en la Universidad Técnica de, con el **objetivo**: utilizar agregados reciclados y no reciclados para la elaboración de adoquines con mezclas asfálticas en caliente. **Metodología**: los

adoquines son objeto de un estudio experimental. **Conclusiones:** los adoquines que presentaron mayor resistencia a compresión fueron los de 8, 7 y 6 pulgadas fabricados con mezclas bituminosas en caliente con áridos reciclados fueron de 70,12 kg/cm², 97,19 kg/cm² y 106,95 kg/cm², respectivamente. Además, se determinó una resistencia a la compresión de 50,26 kg/cm² para adoquines de 6 cm, 49,72 kg/cm² y 28,19 kg/cm² para adoquines de 8 cm con agregados nuevos. Obviamente, se observó que cuanto menor era el nivel, mayor era la oposición, y que la obstrucción más elevada de los adoquines con mezclas negras en caliente eran los que utilizaban totales reutilizados. Cuando se compararon los adoquines de mezcla bituminosa en caliente y los de hormigón simple, se determinó que los adoquines de hormigón bituminoso con áridos reciclados y nuevos presentaban una resistencia a la compresión inferior a la de los adoquines de hormigón simple. Aunque los parámetros fundamentales a analizar eran la estabilidad y la fluidez, que, como ya se ha dicho, se ajustan a las especificaciones MOP-001-F-2002, los resultados eran de esperar.

Pariguamán y Lasso (2017), con su estudio tuvo el **propósito** de hallar la relación entre las variables determinadas en el estudio así como identificar si cumplen los parámetros establecidos en la NTE – INEN 3040, en tanto, la **metodología** empleada comprendió el diseño experimental, obteniendo como **resultado** que los adoquines presentaron menos resistencia a medida del incremento del porcentaje de agregado reciclado dentro de la mezcla, sin embargo, en cuanto a la prueba de abrasión, se demostró que los adoquines con mayor porcentaje de material reciclado, presentaron hasta el 15% de incremento de resistencia al desgaste por abrasión, por lo tanto, **concluyó** que los adoquines con mayor material reciclado utilizado en su

fabricación, presentan menor resistencia a la absorción de agua y desgaste, pero mayor resistencia al desgaste por abrasión, resultados que no cumplen con lo establecido en la normativa correspondiente.

Venegas y Ucros (2015), en su estudio que desarrolló bajo el **objetivo** de analizar la viabilidad del uso de escombros de ladrillos y concreto en la fabricación de adoquines, por lo que consideraron como parte de la **metodología** de estudio el diseño experimental y tipo aplicado, los **resultados** demostraron que la mezcla AN8, hecha a partir de agregado natural al 100% fue la única en superar la exigencia de que las mezclas deben ser mayores al 4.2 Mpa, sin embargo, las mezclas ARC1 y ARL4, que tuvieron cada una el 30% de material reciclado de concreto y ladrillo, presentaron valores de 3.8 Mpa y 3.9 Mpa de manera respectiva, **concluyendo** en que la implementación de agregado natural en el proceso de elaboración, disminuyó la resistencia a compresión de los adoquines, resultados que no alcanzaron el cumplimiento de estándares exigidos por la norma técnica del país, alcanzando un margen de error del 19%.

Martínez y Póveda (2015), desarrollaron su estudio con la **finalidad** de establecer prototipos de adoquines en concreto con el uso de residuos provenientes del hormigón, ladrillos y sobrantes de mortero, por lo que emplearon como **metodología** de estudio el tipo aplicado, comprendiendo un diseño experimental, teniendo como parte de sus **resultados** que, el uso de arena al 40%, agregado grueso al 50% y Esc., grueso al 10%, generaron que los adoquines presenten resistencia equivalente a 223.56, lo que permitió **concluir** en que la elaboración de adoquines con agregados provenientes de reciclaje, permiten incrementar su resistencia, siempre

y cuando se empleen en los porcentajes adecuado y bajo un proceso de elaboración correctamente definido.

2.1.2. A nivel nacional

Tocto (2020), quién con su estudio tuvo el **objetivo** de comparar el impacto ambiental que genera la elaboración del adoquín con materiales reciclados y agregados convencionales, la **metodología** empleada comprendió al análisis de Ciclo de Vida – ACV, los **resultados** encontrados demostraron que el IA que generó el adoquín con material condicional fue 56% más que el elaborado a partir del agregado reciclado en los aspectos de pavimentación, ingresando dentro de la categoría de potencial a calentamiento global, mientras que en la categoría de consumo de energía primaria, la contaminación generada por el adoquín convencional fue 53% mayor al reciclado, finalmente, en la categoría de agotamiento mineral, la diferencia fue de 46%, **concluyendo** de este modo en que la mejor alternativa para la pavimentación con 1m² de superficie, es el uso de adoquines hechos a partir de agregados reciclados, ya que presenta menor impacto ambiental.

Inocente (2020), que realizó su estudio con el **objetivo** de evaluar las propiedades físico - mecánicas del adoquín hecho con material de construcción, optando como parte de su **metodología** el alcance explicativo de diseño experimental, teniendo como resultado que las propiedades físico – mecánicas del adoquín fabricado con aditivos reciclados, generan características óptimas ante la resistencia y trabajabilidad siempre y cuando se utilicen entre el 20% y 40% de material reciclado ya que porcentajes cercanos al 60%, generan que no se cumplan con los parámetros exigidos por la NT, **concluyendo** de este modo que el uso de aditivos reciclados en

la producción de adoquines permite mejorar las propiedades físicas y mecánicas del adoquín.

Velasquez (2019), ejecutó su investigación con la **finalidad** de dar determinación sobre las propiedades físico mecánicas de los adoquines hechos con material reciclado, en tal sentido, la **metodología** empleada comprendió a la ruta cuantitativa y diseño experimental, el **resultado** demostró que el comportamiento de los adoquines elaborados, presentaron resistencia a compresión superior en 103,13% superior a lo establecido por la Norma Técnica Peruana, lo que permitió el uso de estos materiales en la construcción del tipo I de vías peatonales, por lo que alcanzó a **concluir** que la mezcla elaborada con material de concreto reciclado a partir de la demolición, permite el cumplimiento de requerimientos establecidos haciendo que los adoquines elaborados presenten eficiencia en su uso.

Ramos (2018), quien desarrolló su estudio bajo el **propósito** de determinar la dosificación adecuada de concreto reciclado para el uso en la construcción de pavimentos de tránsito bajo, tomando como parte de la **metodología** el nivel aplicado de investigación, obteniendo como parte de sus resultados que el agregado con componentes reciclados permitió que los adoquines elaborados incrementen su resistencia a compresión equivalente a 396.1 kg/cm², siempre y cuando se utilice un máximo del 10% de materia reciclada, ya que si se utiliza entre el 30% y 50% no se alcanza a cumplir los valores exigidos por la NTP, **concluye** que la dosificación adecuada de concreto reusado, debe ser empleado a lo mucho en el 10%, ya que es con este porcentaje se presenta una adecuada resistencia a flexión.

Esteban (2018), quién realizó una investigación con el **propósito** de identificar el porcentaje adecuado de material reciclado para la generación de adoquines, la **metodología** que consideró en su investigación fue de tipo aplicado y nivel explicativo, los **resultados** se identificó que el uso de agregado proveniente de demolición debe ser mayor al 30%, teniendo que el empleo del 50% se obtiene 41 MPa, de resistencia a compresión y beneficios en la absorción de los adoquines, teniendo un porcentaje de 6,42%, alcanzando a cumplir los lineamientos reglamentarios, por lo que **concluye** que los materiales reciclados permite obtener adoquines que se encuentran dentro de las exigencias de la NTP 399.611.

2.1.3. A nivel regional y local

Anampa y Bernaola (2019), que desarrollaron su estudio con la **finalidad** de identificar la influencia de los restos de pavimento en la elaboración de adoquines, la **metodología** empleada comprendió al nivel explicativo y enfoque cuantitativo, teniendo como **resultado**, que los agregados reutilizados, cuentan con porcentajes mínimos del 31,3% de desgaste, lo que no impide su reutilización en la construcción de pavimentos rígidos, ya que brinda el 75,6% de resistencia a diferencia del concreto elaborado con material convencional, lo que le llevó a **concluir** que el uso de agregado reciclado permite mitigar no solo la contaminación, sino que también permite un mejor manejo de los restos obtenidos de las demoliciones.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El concreto

2.2.1.1. Definición del concreto

Está comprendido por una mezcla compuesta de arena, piedras, cemento y agua, que es empleado en los procesos de construcción, ya que cuando presenta solidificación, presenta alta resistencia que permite ser utilizado en la construcción de suelos y paredes, en la región Latinoamericana es conocido como mortero (Yirda, 2023)-

Por otro lado, se le conoce como el compuesto de materiales que cuenta con característica ligante, denominado agregado, que es empleado para la nivelación de superficies (Chavez Beraun, 2019, pág. 27)

La NTP 339.047, (2006) la conceptualizan como el conglomerado entre compuestos finos, gruesos y aditivos artificiales que brinden mayor solidez

Lovon y Lovon (2019), mencionaron que el concreto, debe contener tres componentes fundamentales: cemento, agua y agregado, ya que es utilizado de manera convencional en la industria constructiva (p.13).

2.2.1.2. Propiedades del concreto

Es esencial tener en cuenta que las propiedades del hormigón están estrechamente ligadas a las proporciones de los materiales que lo componen a la hora de ser analizados, que normalmente se determina por la calidad, densidad y cantidad de la pasta (Jordán y Viera, 2014, pág. 12).

Propiedades fundamentales

Considerando lo señalado por Jordán y Viera (2014), estas propiedades se encuentran conformadas por las características de consistencia, fluidez, trabajabilidad, exudación y contenido de aire, además del tiempo que el concreto tarda en fraguar (p.12).

Las propiedades con las que cuenta el concreto endurecido son:

- resistencia al desgaste y a la cavitación
- cambios de volumen y apariencia
- propiedades térmicas y acústicas
- Impermeabilidad
- durabilidad, resistencia mecánica
- propiedades elásticas

a) Trabajabilidad

Dávila (2019) comprende a la prestación ante la manipulación que presenta el concreto, principalmente cuando este se encuentra fresco o recién preparado, así como para su transportabilidad

Dávila (2019) citó a Civil Geekes (2011) mencionó que el concreto es considerado trabajable en función a su transportabilidad, teniendo como método de trabajabilidad el Slump

b) Consistencia

Para identificar cuál es el comportamiento físico que presenta el concreto fresco, se utiliza el Slump test, mediante el cual, se determina la consistencia que presenta el preparado (Dávila, 2019).

Dávila (2019) citó a Morales (S.F.), que indicó que la consistencia comprende a la capacidad que presenta el concreto, para desplazarse en todos los espacios del encofrado, presentando influencia de la cantidad utilizada de los componentes, así como su tamaño y forma, utilizando el proceso Abrams para medir la consistencia.

c) Segregación

Escobedo et, al. (S.F.), quienes fueron citados por Dávila (2019), indicaron que esta característica se generada por la carencia de viscosidad de la mezcla, ya que cuenta con partículas muy gruesas que inhiben la distribución uniforme, por la alta concentración y granulometría

d) Exudación

Es el comportamiento que se genera a partir del ascenso hidráulico de la mezcla durante el proceso de fraguado (Dávila, 2019), y puede ser calculado a partir de la siguiente fórmula:

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

e) Contracción

Dávila (2019) lo define como la disminución del volumen de la mezcla por la evaporación del agua gracias a la presencia de componentes químicos (p.12), ya que

el comportamiento siempre tenderá a la contracción, en tanto, es preponderante considerar acciones que permitan evitar la figuración.

f) Impermeabilidad

Para López, (2017), corresponde a la capacidad que presenta la mezcla para evitar el flujo de fluidos altamente líquidos, que comprende a ser una propiedad fundamental para la elaboración de mezclas, ya que se evita el deterioro de estructuras por exceso de líquidos.

g) Durabilidad

Según Rivera (2014), es la capacidad de resistencia al intemperismo, o condiciones tanto mecánicas como atmosféricas al que el concreto se encuentra expuesto, siendo la durabilidad dependiente de la calidad de los insumos que se empleen en la obtención de la mezcla.

h) Resistencia a la compresión

De acuerdo a Dávila (2019), es la propiedad que determina la calidad de las mezclas y de los insumos o agregados que se emplea en la elaboración del concreto, la cual se encuentra en función a la cantidad de agua y cemento utilizados, además de la relación con la edad del concreto (p.13).

i) Peso unitario (IVTP 339.046)

Dávila (2019) cita a Ramírez (2016), quien indicó que es la relación que presenta el volumen y magnitud que tiene el agregado, el cual depende de los insumos que se empleen, tiene como componentes el peso suelto unitario y el peso unitario compacto.

j) Permeabilidad

Capacidad de migración del agua contenida en el concreto según la presión al que este se encuentra expuesto (Dávila, 2019), siendo causa del deterioro y corrosión de estructuras, toda vez que cuanto mayor cantidad de fluidos genera porosidad en las estructuras.

k) Resistencia mecánica

Es aquella propiedad que se determina bajo el comportamiento de los materiales de construcción, principalmente del comportamiento del cemento endurecido como de la calidad de agregados, toda vez que se encuentra determinada por la capacidad de adherencia que presenta la pasta (Caysahuana, 2015).

l) Resistencia a abrasión

De acuerdo a Dávila (2019), es la habilidad de resistencia que presentan las superficies al desgaste por la actividad mecánica, por lo que se relaciona directamente al tipo de agregado que se emplea en los acabados de las superficies.

2.2.1.3. Características

Según Lovon y Lovon (2019) son:

- Alta maleabilidad, lo que permite la dispersión del material en el encofrado.
- Alta resistencia a la compresión
- Alta resistencia al fuego
- Resistencia a la permeabilidad de agua

2.2.1.4. Componentes del concreto

2.2.1.4.1. Cemento

a. Cemento Portland

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana NTP 334.009 un material adquirido a partir de la pulverización de Clinker, que se encuentra comprendido por silicato hidráulicos de calcio, contenidas de sulfato de calcio, equivalente a:

$$\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$$

Según Velasquez (2019), es producido a partir del pulverizado de Clinker, que le otorga capacidades de cohesión y adhesión, dotándole de capacidad de resistencia alta a partir de los 28 días.

Este tipo de cemento, cuenta con alto compuesto de silicatos de calcio, y refuerza su capacidad si entro del proceso de molienda, es adicionado el sulfato de calcio (Galicia y Velásquez, 2016).

2.2.1.4.2. Tipos del cemento Portland

Los tipos de cemento portland se clasifican según Galicia y Velásquez (2016).de la siguiente manera:

Tipo I: que es empleado en la elaboración de obras generales, que exigen el uso de concreto sujeto a los factores agresivos como los sulfatos o agua.

Tipo II: utilizado en obra de acción moderada, que requiere hidratación de acuerdo a los sulfatos climas cálidos.

Tipo III: empleado para obras que deben cumplir con la característica de alta resistencia inicial.

Tipo IV: tipo de cemento que genera resistencia a la velocidad y calor de hidratación

Tipo V: cementos que desarrollan resistencia a la acción de sulfatos

2.2.1.4.3. El Agua

Para Lovon y Lovon (2019), el agua que deben ser utilizadas en la preparación de concreto, no deben contener sabores u olores (p.15).

Mediante la NTP 339.088, se determina que el agua adecuada a utilizar en la construcción, debe ser el de característica potable, por lo que debe cumplir los siguientes requisitos (NTP 339.088, 2006, p. 9):

Tabla 1
Requisitos para agua de mezcla

N°	Límite permisible	Descripción
-	300	Cloruro
-	300	Sulfato
-	150	Sales de magnesio
-	1500	Sales solubles totales
-	Mayor 7	PH.

Fuente: tomado de las NTP 339.088

El agua tiene un papel muy importante en la producción de hormigón; Esto está relacionado con la trabajabilidad, durabilidad y propiedades del concreto en sus distintas etapas.

El agua, es elemento prioritario en la elaboración de concreto, ya que facilita el proceso de hidratación del cemento, ocasionando la activación de propiedades y componentes (Galicia y Velásquez, 2016)

2.2.1.4.4. Los agregados

Son partículas inorgánicas que tienen procedencia natural o artificial que deben cumplir límites determinados por la NTP 400.011. Los agregados áridos deben contar

con aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de hormigón. (Lovon y Lovon, 2019).

Normalmente se considera un aditivo en una combinación de arena y piedra con granulometría variable. La composición del hormigón se compone principalmente de áridos y pasta de cemento, que presentan comportamientos distintos. (Galicia y Velásquez, 2016). Los materiales naturales o inorgánicos, como la piedra triturada y la grava, se conocen como áridos.

Tamaño máximo: es resultado del primer tamizado, o tamiz mayor del agregado

Tamaño máximo nominal: proceso por el cual se obtiene el primer retenido del agregado

Módulo de fineza: que se obtiene mediante la granulometría de material, para su determinación se emplea la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\sum \% \text{ Acumulados retenidos} = (1\frac{1}{2}'' , \frac{3}{4}'' , 3/8'' , N^{\circ}4 , N^{\circ}8 , N^{\circ}16 , N^{\circ}30 , N^{\circ}50 \text{ y } N^{\circ}100)}{100}$$

2.2.1.4.5. Clasificación del agregado

a. Según su tamaño

El agregado fino

La calidad del material granular fino incluye su capacidad para soportar el desgaste y ser impermeable a contaminantes como polvo, limo, esquistos o materiales orgánicos. Se requiere un mínimo de 5% de arcilla o limo y 1,5% de materia orgánica. Todos los demás materiales deben dejarse atrás. La gradación debe cumplir con los

estándares establecidos en ASTM C 33 99a y las partículas no deben tener un tamaño mayor a 1/4". (Lovon y Lovon, 2019)

El agregado grueso

Son las que aún se encuentran en el tamiz n.º 4 (4,75 mm), que se produce por la descomposición natural o mecánica de las rocas y satisface el límite NTP.400.037, La norma ASTM-C-33-99a establece asimismo una progresión de condiciones para su grado; para nuestra exploración consideramos el tamiz n.º 05 para la grava pesada.

De acuerdo a Bravo et al. (2023), los áridos fabricados mediante trituración mecánica se componen de piedras de varios tamaños, mientras que los áridos triturados a mano se componen únicamente de piedras de un solo tamaño y sus características hacen que estos materiales sea utilizados de diferentes formas en la industria de la construcción

El hormigón

El hormigón, es el material que se compone a partir de la mezcla de materiales aglutinantes, materiales áridos, agua y demás aditivos que se endurecen con el tiempo y la exposición al ambiente, que al ser un material plástico en estado fresco, se utilizan diversas formas y tamaños de formas o encofrados para proporcionar diferentes formas (Juarez et al., 2023)

Es el material enmarcado por una combinación de arena y roca, este material mezclado en extensiones erráticas se rastrea normalmente en el casco del mundo y se utiliza a medida que se separa en la cantera (Torre, 2004).

- **Áridos naturales:** clasificados según su origen: extraídos, seleccionados y procesados a través de procesos geológicos naturales que existen en el planeta desde hace miles de años.
- **Áridos sintéticos:** formados mediante la transformación de materiales naturales en productos secundarios que pueden utilizarse en la producción de hormigón con un tratamiento adicional.

2.2.1.4.6. Propiedades del agregado

a. Propiedades físicas

Densidad: en él influyen la porosidad del material y el peso específico de sus componentes sólidos. El grosor total es especialmente significativo en situaciones en las que deben planificarse cementos de bajo o alto peso unitario.

Porosidad: comprende al espacio no implicado por la materia fuerte en la molécula total es una de las principales propiedades del total en vista de su efecto sobre sus diferentes propiedades, puede impactar la solidez del compuesto, la oposición del punto raspado, la resistencia mecánica, las propiedades flexibles, la gravedad explícita, la retención y la penetrabilidad.

Peso unitario: es el resultado de dividir el peso de las partículas por el volumen total, incluidos los huecos. ASTM C 29 y NTP 400.017 normalizan el método para determinarlo.

Porcentaje de vacíos: es la medida del volumen expresada como porcentaje de los espacios entre las partículas del árido. Como su valor es relativo, al igual que el peso unitario, depende de la disposición de las partículas. Para evaluarlo se utiliza la expresión recomendada por ASTM C 29.

$$\%vacios = \frac{(SxW - P.U.C)x100}{SxW}$$

Donde:

S = Peso específico de masa

W = Densidad del agua

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

Humedad superficial de los agregados: es una propiedad crucial porque aumenta el agua de mezcla. Por ello, debe tenerse en cuenta junto con la absorción para realizar los ajustes necesarios en el suministro de la mezcla con el fin de satisfacer las hipótesis asumidas.

La humedad se comunica como se indica en la NTP 339-185.

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{\text{Peso Original de la Muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso Seco}} x 100$$

b. Propiedades resistentes

- **Resistencia:** La obstrucción de los totales depende de su estructura.
- **Tenacidad:** Está directamente relacionada con la flexión, angularidad y textura del material.
- **Dureza:** Protección contra la desintegración, la zona raspada o el desgaste total. Los componentes de las partículas determinan su dureza.
- **Módulo de elasticidad:** es una característica de resistencia frente a la deformación y cambio de tensión que presenta el material concreto.

2.2.1.5. Normas y requisitos de los agregados para el concreto

2.2.1.5.1. Granulometría

Según ASTM C-33 y NTP 400.037, los totales fino y grueso coincidirán con los grados establecidos en la NTP 400.012, por separado.

Tabla 2
Requisitos granulométricos para el agregado grueso

Tamaño Nominal	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"	N.º 4	Nº8	Nº16
	100	90	75	63	50	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18
	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 Nº4	-	-	-	100	95-100	-	35-70	-	10.30-	-	0-5	-	-
1 1/2" a N.º 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 N.º 4	-	-	-	-	-	100	95-100	-	-	-	0-10	0-5	-
3/4" a N.º 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 N.º 4	.	-	-	-	-	.	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5	.
3/8" a N.º 8	-	.	.	.	-	.	.	.	100	85-100	Oct-30	0-10	0-5

Fuente: Tecnología del concreto Flavio Abanto Castillo, 2009, Pág.27.

Tabla 3
Requisitos granulométricos para el agregado fino

Tamiz	Límites totales	% Pasa por los tamices normalizados		
		e	M	F
9.5 mm (3/8")	100	100	100	100
4.75 mm (Nº 4)	89-100	95-100	85-100	89-100
2.38 mm (Nº 8)	65-100	80-100	65-100	80-100
1.20 mm (Nº 16)	45-100	50-85	45-100	70-100
0.6 mm (Nº 30)	25-100	25-60	25-100	55-100
0.30 mm (Nº 50)	5-70	10-30	5-70	5-70
0.15 mm (Nº 100)	0-12	2 - 10	0-12*	0-12*

• Incrementar 15% cuando se trata de agregado fino triturado, excepto cuando se usa para pavimentos de alta resistencia

Fuente: NTP 400,012

Resistencia mecánica

Se encuentra determinada por la Norma Técnica Peruana, que tienen como valores límites:

Tabla 4
Resistencia mecánica

Tipo de Resistencia Mecánica	% Máximo
Abrasión (Método de los Ángeles)	50
Impacto	30

Fuente: Torre A. (2014), curso de tecnología del concreto

El agregado global

Se denomina árido global al material compuesto por árido fino y grueso y cuya granulometría se ajusta a los límites señalados en la tabla siguiente.

Tabla 5
Agregado Global

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa		
	Tamaño nominal 37.5 mm (1 1/2 in)	Tamaño nominal 19.0 mm (3/4 in)	Tamaño nominal 9.5 mm (3/8 in)
50 mm (2")	100	--	---
37.5 mm (1 1/2")	95 a 100	100	---
19 mm (3/4")	45 a 80	95 a 100	---
12.5 mm (1/2")	--	--	100
9.5 mm (3/8")	---	--	95 a 100
4.75 mm (N.º 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2.36 mm (N.º 8)	---	---	20 a 50
1.18 mm (N.º 16)	---	---	15 a 40
600 µm (N.º 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (N.º 50)	---	--	5 a 15
150 µm (N.º 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

Fuente: NTP. 400.037

2.2.1.6. Concreto Reciclado

2.2.1.6.1. Agregado de concreto reciclado

Es el material granulado que se obtiene a partir de la demolición de construcciones preexistentes, considerado como material secundario que presenta características similares al material árido (Lovon y Lovon, 2019).

La calidad del árido reciclado vendrá determinada por su resistencia original y la aplicación que se le haya dado, teniendo en cuenta el proceso de separación. La producción de hormigón reciclado como árido contribuirá a la protección del medio ambiente, sin embargo, el producto con mayor valor es producido a partir de los áridos de mayor refinación. El hormigón reutilizado se contrasta en su mayor parte con los totales regulares y su probabilidad de finalidad es menor, pensando que en las naciones europeas aborda el 6% y el 8% como totales utilizados como totales (Mamani y Tipiana, 2019).

2.2.1.6.2. Concreto reciclado

El expansión de normas específicas que proporcionen moral en el conveniencia de áridos reciclados y abran de este modo las límite al lonja del reciclaje de despojos de obra y explosión requiere la premura de caracterizar el disposición de los áridos reciclados y su hecho en el disposición del granza en forma saludable y endurecido(Lovon y Lovon, 2019).

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

Trabajabilidad

Es el comportamiento que presenta el material al momento de ser manipulado durante su estado más líquido y viscoso (Lovon Bautista & Lovon Jove, 2019).

Peso unitario

Los totales reutilizados tienen un grosor inferior, aunque las variedades de grosor no son tan distintas como las rastreadas en retención. El hormigón con un menor peso unitario tendrá naturalmente una menor densidad de áridos. Según Turben Hansen, el hormigón a base de áridos reciclados tiene una densidad un 5% inferior.

Exudación

Kim et al., llegaron a la conclusión de que el agua de sangrado es absorbida por la pasta de cemento en la superficie de los áridos, razón por la cual el porcentaje de sustitución de árido grueso reciclado disminuye la exudación del hormigón. Debido a la posibilidad de que la retracción plástica provoque fisuras por la rápida evaporación

del agua superficial y un bajo porcentaje de exudación, este factor exigiría un mayor cuidado durante la hidratación del hormigón.

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

Resistencia a la compresión

Muñoz (1975), certificó que es factible obtener hormigón OK de buena calidad utilizando hormigón de desecho como total grueso cuya resistencia será de la solicitud del 90% de la que se obtendría con total típico para una proporción dada de agua/hormigón. (p.36).

Numerosos autores han demostrado que las características de la árida matriz determinan la resistencia del hormigón reciclado en comparación con el hormigón convencional: La absorción es la principal propiedad (Lovon y Lovon, 2019).

2.2.2. Pavimentos

Los pavimentos son estructuras construidas sobre el terreno natural utilizando capas de diversos materiales para que las personas, los animales o los automóviles puedan circular sobre ellos de forma segura, cómoda y económica durante todo el año.

2.2.2.1. Características que debe reunir un pavimento

Entre las características que señala Lovon y Lovon (2019) se tiene:

- Debe ser impermeable a la actividad de los montones forzados por el tráfico.
- Los agentes atmosféricos no deben poder dañarlo.
- Debe tener una textura superficial adecuada a las velocidades previstas de circulación de los vehículos.

- Debe tener una regularidad superficial transversal y longitudinal que proporcione a los usuarios un confort suficiente que proporcione a los usuarios un confort suficiente.
- Debe durar mucho tiempo.
- Debe ser asequible o tener un coste bajo.
- Debe tener el color adecuado para evitar deslumbramientos y reflejos.

2.2.3. Los adoquines

Un adoquín es una piedra o bloque de forma rectangular utilizado en la elaboración de asfaltos. El granito, por su gran resistencia y facilidad de tratamiento, y el basalto, por su dureza y facilidad de corte, han sido los materiales de construcción más comunes. Suele medir 20 centímetros de largo y 15 de ancho, lo que facilita su sujeción con una mano. Los bloques cilíndricos de basalto que se utilizaban para construir las calzadas imperiales romanas en Italia daban al pavimento un color negro. Además, las columnetas cilíndricas prismáticas, a menudo hexagonales, formadas por el lento enfriamiento de la lava de las coladas volcánicas se utilizaron con frecuencia para pavimentar calzadas que atravesaban todo el territorio imperial romano, (Wikipedia, 2012).

Los adoquines de hormigón son unidades prefabricadas que conforma la capa superficial de los pavimentos articulados, que actualmente la industria de la construcción ha innovado materiales buscando nuevos productos y alternativas

2.2.3.1. Clasificación de los pavimentos con adoquines

Pavimento de adoquines de hormigón.

Para Lovon y Lovon (2019), los adoquines de hormigón que componen su capa de rodadura están sellados con arena entre sus juntas y se colocan sobre una capa de arena.

Pavimento de adoquines de concreto

Pavimento con una capa de rodadura de adoquines de hormigón soportados por arena y sellados con arena en las juntas entre los adoquines. El diseñador estructural del pavimento determina el espesor y los materiales adecuados para esta capa de rodadura que se coloca sobre la estructura base (base y sub base), que junto con la capa de rodadura confiere al pavimento de hormigón la capacidad estructural para funcionar como un pavimento flexible.

Contemplaciones generales sobre los adoquines.

Dado que los adoquines de hormigón están contenidos dentro de los pasos de peatones, así como en los demás lugares de colocación, no existe riesgo de que los esfuerzos cortantes se separen y destruyan la figura geométrica articulada creada por la colocación de los adoquines.

Ventajas de los pavimentos de adoquines.

La ventaja de estos asfaltos radica en que su capa de rodadura se realiza con adoquines de gran tamaño, es decir, piezas pre ensambladas, que pueden ser suministradas tanto en piezas básicas y pequeñas como en piezas enormes y tecnificadas por empresas, agrupaciones locales u organizaciones civiles,

independientemente de la escala o el área de las tareas. Su desarrollo utiliza poco hardware y una tonelada de trabajo cercano.

Diseño de pavimentos de adoquines.

El diseño del pavimento de adoquines es medio de mayor eficiencia para la creación de un pavimento, ya que permite el cumplimiento de la mayoría de requisitos y condiciones establecidas. La determinación adecuada del espesor de las capas y materiales que deben contener el adoquín, permite que el asfalto cuente con una mayor resistencia, además del uso eficiente de los recursos y tiempo empleado en su construcción.

2.2.3.2. Las capas de los pavimentos con adoquín

La capacidad del pavimento para soportar el tráfico, la dureza del suelo y los materiales utilizados para construir estas capas influyen en el grosor de las capas; además, deben ser de una calidad adecuada que brinda soporte frente a la pesadez del tráfico evitando torceduras y deterioros. El grosor de la capa de firme se establece considerando la transitabilidad y calidad de los recursos disponibles a emplearse, así como la firmeza y dureza del suelo.

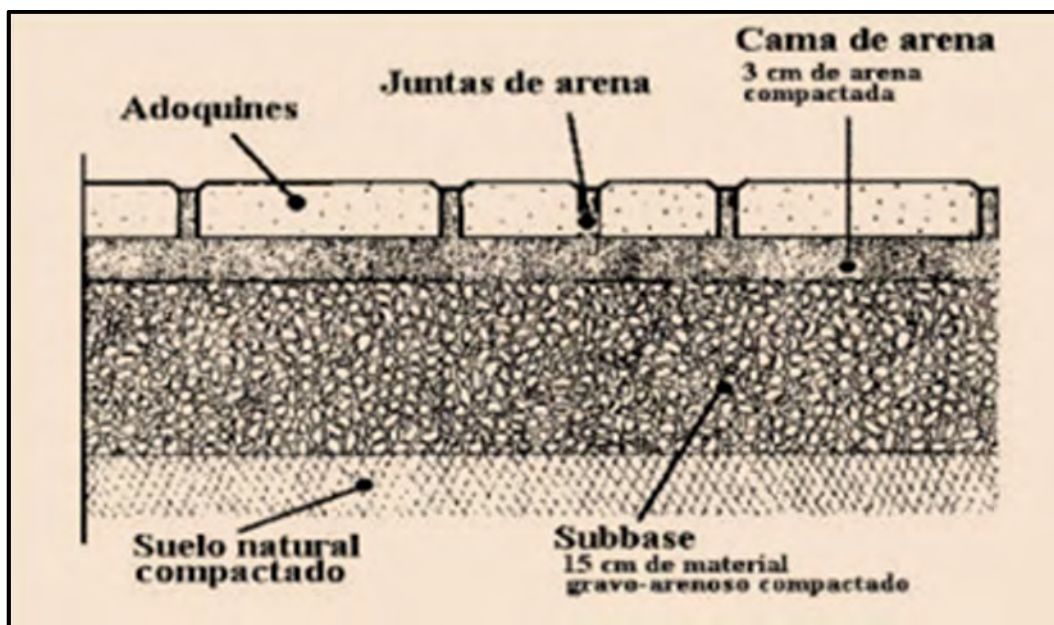
Estas capas son:

- **Capa de adoquín:** el espesor de los adoquines es de 8 cm para todo tránsito normal de peatones, animales o vehículos.
- **Capa de arena:** esta capa está formada por arena suelta, gruesa y limpia, de 4 cm de espesor, que no se compacta antes de la colocación del adoquín.

- **Subsuelo:** el espesor del subsuelo depende del material con el que está construido, la cantidad de tráfico y la calidad del suelo.

Figura 1

Capas sobre dónde va el adoquín



Fuente: Manual de instalación de adoquines

2.2.3.3. Partes del adoquín

Lovon y Lovon (2019), explicaron que los adoquines son productos prefabricados contenidos de hormigón, además que cuenta con paredes que permiten obtener una superficie completa. Sirven como superficie o capa rodante de la pasarela de la que reciben su nombre. Los adoquines tienen las siguientes características:

- La forma del adoquín viene determinada por la cara superior, también denominada capa de rodadura, sobre la que se desplaza el tráfico.
- La cara inferior, que es igual a la superior y es donde se apoya el adoquín sobre la capa de arena.

- Las caras laterales o muros, curvos o rectos, que son verticales y no tienen llaves y crean el volumen y la forma del adoquín.
- Estructuran el volumen y deciden el espesor.
- Bordes o aristas donde se juntan dos paramentos o los quiebros de la cara lateral.
- Bisel, el cual no debe ser superior a 1 cm para tener un mejor aspecto en el adoquín.

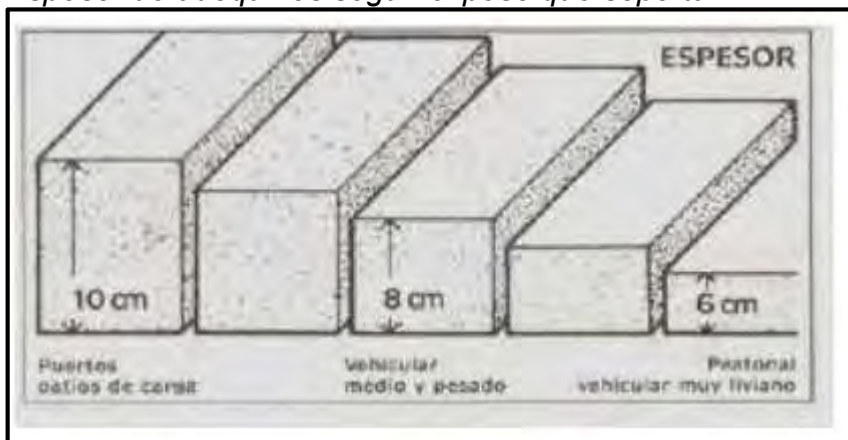
2.2.3.4. Tipos de adoquines

Espesor. Los adoquines se fabrican en espesores de:

- Tipo I - 6 cm para tránsito peatonal.
- Tipo II - 8 cm para vías de tránsito vehicular ligero.
- Tipo III - 10 cm para tránsito vehicular pesado

Figura 2

Espesor de adoquines según el peso que soportan



Fuente: Tomado de la tesis de Lovon y Lovon (2019)

Tabla 6*Resistencia especifica requerida para los adoquines de concreto*

TIPO	ESPESOR (mm)	PROMEDIO (MPa)	MINIMO (MPa)
1	40	31	28
	60	31	28
2	60	41	37
	80	37	33
3	100	35	32
	≥80	55	50

Fuente: Adaptado de Chávez Beraun (2019), Adoquines de concreto elaborados con agregado reciclado para pavimentos en la Esperanza -Amarilis - Huánuco 2018.

- **Tipo 1.**

El pavimento rectangular es el más sencillo, fácil de montar y colocar, y es conocido en todo el mundo por su capacidad de crear un acabado más delicado sobre el asfalto. Mide 10 cm de ancho y 20 cm de largo. Puede tener paredes rectas, paredes onduladas o paredes en ángulo. Los adoquines rectangulares se pueden colocar en forma de espiga, hileras entrelazadas, formas de cesta y otros patrones. Sólo pueden estar dispuestos en forma de espiga o en filas unidas en el sentido de la marcha del vehículo.

Figura 3*Adoquín hexagonales*

Fuente: tomado de WWW. lccg.org.gt

- **Tipo 2.**

Estos adoquines, al igual que los adoquines en forma de "I", no pueden colocarse en espiga, pero pueden levantarse con una mano. Deben colocarse en el sentido de circulación de los vehículos y se colocan en hileras entrelazadas.

- **Tipo 3.**

Estos adoquines sólo pueden colocarse en hileras y no pueden levantarse con una mano debido a su peso y tamaño (al menos 20 cm x 20 cm). Asimismo, debe garantizarse que las líneas se colocan transversalmente a la dirección de la corriente de tráfico. Los adoquines en cruz con forma de trébol pertenecen a esta categoría.

2.2.3.5. Sobre la forma del adoquín

El estado de la extendidora no tiene mucho impacto en la exhibición del asfalto, sin embargo, para la simplicidad de la creación, el transporte y la colocación, pequeñas extendedoras que se pueden conseguir con una mano y son algo así como 25 cm de largo se les gusta para la simplicidad de cuidar de ellos y para evitar que se rompan bajo cargas de tráfico Lovon y Lovon (2019). En la investigación que desarrollamos utilizaremos adoquines de forma hexagonal como se muestra en la figura.

Figura 4*Modelo de adoquines hexagonales estudiados***2.2.4. Marco conceptual**

- a. **Adoquines:** Es una piedra o bloque rectangular moldeado que se utiliza en la elaboración de asfaltos (Wikipedia, 2023).
- b. **Agregado:** Un árido es un conjunto de partículas naturales o manufacturadas que pueden ser tratadas o procesadas. Su tamaño puede variar desde partículas prácticamente indetectables hasta trozos de piedra. Junto con el agua y el hormigón, constituyen la tripleta de fijaciones fundamentales para el ensamblaje del cemento (Yura, 2020).
- c. **Cemento:** Material de cimentación que consiste en una entidad en polvo que, cuando se unió con bebida u otras sustancias, fase una masa blanda que se endurece al contacto con el aire. Se utiliza para emparejar y recubrir huecos y como conglomerante de bloques de grava y mortero.

- d. **cemento Portland:** material para la construcción obtenido de la pulverización de piedra, que es empleado para la construcción como masa de endurecimiento y compactado (UMACON, 2021).
- e. **Demolición:** Es la deconstrucción de la construcción o la construcción contraria.
- f. **Material reciclado:** Material que puede volver a utilizarse después de su primer uso, lo que permite fabricar nuevos materiales y dar a los viejos un nuevo propósito.
- g. **Pavimento:** Soporte para personas, animales o cualquier mueble.
- h. **Santuario Nacional del Ampay:** Es una región donde el territorio de un tipo de animales o un área local de vegetación es salvaguardado con persona elusiva, salvaguarda las Intimpas, asegura y modera los activos de tierra, agua, desarrollos geográficos y las maravillas pintorescas y de escena.

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

El concreto estructural reciclado proveniente de la demolición de viviendas se puede aprovechar significativamente para la reutilización como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

3.1.2. *Hipótesis específica*

- a) La integración del concreto estructural reciclado proveniente de la demolición de viviendas influye en la resistencia a compresión axial de adoquines de concreto $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 7,14 y 28 días a ser reutilizado en tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.
- b) El concreto estructural reciclado proveniente de la demolición de viviendas influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

- c) La mejor dosificación del concreto estructural reciclado para la elaboración de adoquines de concreto es de 30% de material reciclado para ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

3.2. Método

El desarrollo de la investigación, se desarrolló de acuerdo al método hipotético-deductivo, que según Ramos-Galarza (2021), parte de la generación de supuestos que en adelante deben ser comprobados bajo la deducción, en tanto, en el presente se realizó se hizo la integración de agregado material reciclado en porcentajes de 0%, 30%, 50%, 60% y 100% de A.M.R. para el diseño de mezcla de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$.

3.3. Tipo de investigación

La presente, se realizó dentro del tipo aplicado, considerando que Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), lo definen como la investigación que tiene el propósito de solucionar problemas de forma inmediata a partir de la aplicación del conocimiento, de manera sistematizada; en este caso, se utilizó el método ACI, así como el desarrollo de probetas como parte del tratamiento.

3.4. Nivel o alcance de investigación

El estudio se realizó dentro del nivel descriptivo, toda vez que el objetivo fue definir las características y atributos que presentó el uso de material reciclado, además que Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), mencionaron que este alcance sirve para identificar y describir el comportamiento de los elementos estudiados.

3.5. Diseño de investigación

Comprendió al campo experimental, ya que se trabajo con dos grupos de adoquines, los cuales fueron comparados para determinar el efecto del uso del

material reciclado, este diseño, tiene el propósito de demostrar el comportamiento de las variables luego de ser manipuladas de manera intencional, para de este modo analizar los efectos ocasionados (Arias y Covinos, 2021).

Mientras tanto, el enfoque considerado fue el cuantitativo, que de acuerdo a, Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), esta ruta permite obtener resultados cuantificables y determinados mediante la aplicación de la estadística, que en adelante permiten alcanzar los objetivos de la investigación a partir de la contrastación de las hipótesis, y de este modo, obtener conjunto de conclusiones. mediante la estadística para sacar un conjunto de conclusiones, señalo que así es.

3.6. Operacionalización de variables

Variable independiente: concreto estructural Reciclado proveniente de la demolición de viviendas.

Variable dependiente: la elaboración de adoquines de concreto

Tabla 7
Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Independiente: Concreto estructural Reciclado proveniente de la demolición de viviendas.	son obtenidos mediante los procesos de demolición estos materiales serán seleccionados, procesado y almacenados para su reúso (Montiel, J. 2017)	Se realizó mediante el proceso de trituración del concreto estructural reciclado.	Propiedades físicas y Mecánicas	- Granulometría	Ficha de registro de datos para los ensayos de laboratorio
				- Peso unitario	
				- Peso específico	
				- Porcentaje de Absorción	
Dependiente: Elaboración de adoquines de concreto	Los adoquines son piezas de concreto simple que han pasado por un proceso de vibro compactación, asegurando un tránsito más rápido, confortable, seguro, además de ser económicos y tener un mejor comportamiento ante las lluvias (Supermix, 2006)	Se proporciona los porcentajes del concreto estructural reciclado en función al peso total.	Dosificación de material reciclado	- Proporción: 0 % A.M.R. 30% A.M.R. 50% A.M.R. 60% A.M.R. 100% A.M.R.	Ficha de registro de datos para los ensayos de laboratorio
				- Resistencia al desgaste	
				- Resistencia a la compresión axial	

Fuente: Elaboración propia

3.7. Población, muestra y muestreo

3.7.1. Población

Se encuentra comprendido por la existencia de elementos que cumplen características iguales o similares, cumpliendo de este modo un conjunto de requisitos y especificaciones (Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres, 2018).

Para nuestra exploración se considera como población o universo todos los adoquines sustanciales a utilizar en los siguientes ensayos realizados con material reutilizado separado de las secciones, radios y demás estructura de alojamiento que se extrajo 1,20 m³, donde la población será de 75 unidades de adoquines de f'c= 320 kg/cm²

3.7.2. Muestra

Conocido como el subgrupo obtenido de la población, que es determinado mediante métodos probabilísticos o no probabilístico, que además es utilizado para la representación de los elementos que conforman al total de la unidad de análisis.

De acuerdo con la NTP 399.611, en el proyecto de investigación se tomarán muestras de 75 adoquines fabricados con material de demolición reciclado.

Para determinar la cantidad de probetas se va aplicar la siguiente fórmula estadística:

$$N = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

Donde:

N: población

n: muestra

S= desviación estándar

E= margen de error permitido

Z = nivel de confianza, determinado a partir de la tabla siguiente:

Tabla 8
Nivel de confianza

Valor de z	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2.24	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%

$$N = \frac{Z^2 * S^2}{E^2}$$

$$N = \frac{1.96^2 * 7.8^2}{7.8^2}$$

$$N= 4.822$$

Entonces la muestra para los testigos son adoquines de forma hexagonal de 200 cm², es de 5 adoquines.

Asimismo, según la prueba de compresión de la Norma Técnica Peruana (NTP 339.034, 2008), la tolerancia de la resistencia de los cilindros individuales es del 7,8%, lo que confirma que los cilindros realmente fueron desarrollados en condiciones de laboratorio.

Por tanto, este estudio consiste en analizar la influencia del árido reciclado en la fabricación de adoquines de hormigón nuevos. La muestra tiene forma hexagonal y fue seleccionada mediante análisis estadístico con un porcentaje de agregado

reciclado de cero, por lo que también es una muestra probabilística. %, 30%, 50%, 60% y 100% de la AMR.

Tabla 9

Cantidad de probetas a utilizar

Adoquines con material reciclado y	7 días	14 días	28 días
Adoquines con material natural			
Adoquines con material natural al 100%)	5 adoquines	5 adoquines	5 adoquines
Adoquines con material reciclado al 30 %	5 adoquines	5 adoquines	5 adoquines
Adoquines con material reciclado al 50 %	5 adoquines	5 adoquines	5 adoquines
Adoquines con material reciclado al 60 %	5 adoquines	5 adoquines	5 adoquines
Adoquines con material reciclado al 100 %	5 adoquines	5 adoquines	5 adoquines
Sub total	25 adoquines	25 adoquines	25 adoquines
Total	75 adoquines		

Fuente: elaboración propia

El grupo control (GC)

Adoquines con material natural (material reciclado al 0%), se encuentra especificado en la tabla 03.

El grupo experimental (GE)

Adoquines con material reciclado al 30, 50, 60 y 100%, que estamos especificando en la tabla 04, tabla 05, tabla 06 y tabla 07.
















Adoquines con material reciclado al 30 %

Adoquines con material reciclado al 50 %

Adoquines con material reciclado al 60 %
















Adoquines con material reciclado al 100%

Tabla 10
Probetas sobre el grupo control

Edad de ensayo de los adoquines	El grupo control (material reciclado al 0%)				
7 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
14 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
28 días	GE-1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
















Fuente: elaboración propia

Tabla 11
Probetas sobre el grupo Experimental con 30 % de material reciclado

Edad de ensayo de los adoquines	El grupo experimental (material reciclado al 30%)				
7 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
14 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
28 días	GE-1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 

Fuente: elaboración propia

Tabla 12*Probetas sobre el grupo Experimental con 50 % de material reciclado*

Edad de ensayo de los adoquines	El grupo experimental (material reciclado al 50%)				
7 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
14 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
28 días	GE-1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 

Fuente: elaboración propia

Tabla 13*Probetas sobre el grupo Experimental con 60 % de material reciclado*































Edad de ensayo de los adoquines	El grupo experimental (material reciclado al 60%)				
7 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
14 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
28 días	GE-1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 

Tabla 14

Probetas sobre el grupo experimental con 100 % de material reciclado

Edad de ensayo de los adoquines	El grupo experimental (material reciclado al 100%)				
7 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
14 días	GE1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 
28 días	GE-1 	GE-2 	GE-3 	GE-4 	GE-5 

Fuente: elaboración propia

3.7.3. Muestreo

Para determinar la muestra se utiliza una fórmula matemática, que es de tipo probabilístico, Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), señalaron que "una muestra probabilística es un subconjunto de una población, todos cuyos miembros tienen las mismas posibilidades de ser seleccionados

3.8. Técnica e instrumentos

El método utilizado en la investigación es observar los resultados de laboratorio y compararlos con las fuentes de investigación.

En las fuentes de investigación primero tenemos fuentes científicas a nivel internacional y nacionales como son:

- American Society for Testing and Materials (ASTM) o Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.
- American Concrete Institute (ACI) o Instituto Americano del Concreto.
- Normas Técnicas Peruanas (NTP), etc.

Las fuentes utilizadas serán el análisis visual de materiales como el árido fino, árido grueso, cemento, agua y aditivos, así como pruebas de laboratorio sobre la influencia del material reciclado procedente de la demolición de la construcción de viviendas en la ciudad de Abancay, que se utilizará para construir los adoquines. Estos determinarán las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines y el porcentaje adecuado a utilizar.

Para el diseño del hormigón reciclado, al igual que para el hormigón convencional, se necesitará el árido fino, el árido grueso, el cemento y el agua. Además, podemos determinar las diversas aplicaciones del hormigón reciclado basándonos en análisis de laboratorio.

Instrumentos de investigación

Se utiliza una guía de observación de laboratorio porque la investigación es experimental. También hay que realizar múltiples pruebas para averiguar las propiedades de los áridos. Para cada proceso se utiliza un equipo debidamente calibrado para obtener datos fiables. Por último, se completará una investigación similar entre los diseños de surtido de información solicitados y caracterizados satisfactoriamente para el cemento tradicional y el hormigón reutilizado.

3.9. Consideraciones éticas

Para desarrollar la investigación se utilizarán los pasos metodológicos que garantizan la objetividad, veracidad e imparcialidad de los estudios durante la descripción, el muestreo y la aplicación objetiva de los datos estadísticos.

3.10. Técnica de procesamiento de datos

Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), destacaron que el análisis estadístico implica el uso de un programa informático para interpretar datos obtenidos de los métodos de análisis.

Los datos ingresados de la ficha técnica se transferirán a una hoja de cálculo en Excel 2018, con la ayuda del software estadístico SPSS V230. Además, para llegar a una conclusión en esta investigación, utilizaremos tablas estadísticas o tablas que utilizan estadística descriptiva para examinar las características de las variables y sus indicadores.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

En este apartado, se presentan los resultados que fueron hallados a partir de las pruebas de ensayo realizados en laboratorio, considerando que se utilizó agregados reciclados estructural en los porcentajes siguientes: 30%, 50%, 60% y 100%, en tanto, los resultados son:

4.1.1. *Procesamiento de datos*

4.1.1.1. Características del agregado de cantera

El agregado utilizado en la investigación, se obtuvo de la Cantera “Quispe” ubicada en el kilómetro 17+510 de la ciudad de Abancay, dentro de las coordenadas: norte: 8493083, este: 0729290 a una altura de 1780, su modo de operación es a tajo abierto, alcanzando a extraer diariamente 70 m³ de agregado fino y 85 m³ de agregado grueso. Esta cantera, en diferencia de las canteras Murillo y Ballón, cumple con los aspectos que determina la NTP, además que el material reciclado fue procesado en dichas instalaciones.

Obtención del material reciclado.

El material reciclado se obtuvo de la demolición de viviendas ubicado en diferentes calles de la ciudad de Abancay, la demolición lo desarrollo una empresa particular y el material reciclado está formado por las partículas de concreto de vigas, placas, cimientos y columnas. El material se seleccionó cuidadosamente para no mezclar con otros desechos de construcción como tierra, madera, etc. El material reciclado no se recogió de una sola vivienda sino de diferentes viviendas demolidas.

Desarrollo del Ensayo de laboratorio

Luego de la recolección del material reciclado de viviendas se llevó al laboratorio de la empresa. Geomat Serv E.I.R.L., Laboratorio De Mecánica De Suelos, Concreto Y Asfalto Supervisión De Obras Civiles ubicado en el Pasaje Montevideo Mz D Lote N° .4. Urb. Las Américas.

Procesamiento de datos de la cantera

Los resultados se caracterizarán en el siguiente orden primero mostramos la granulometría del agregado fino de la cantera Quispe, en la que mostramos la granulometría que cumple con los tamices para la elaboración de adoquines.

4.1.1.2. Características del Agregado fino

Tabla 15

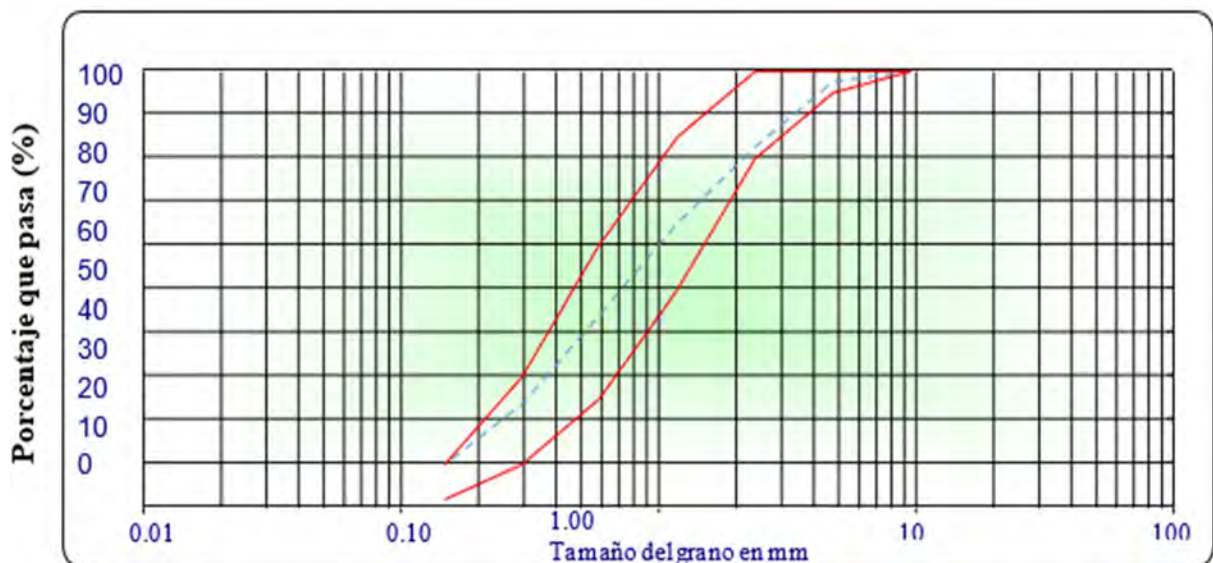
Granulometría del agregado fino de la cantera Quispe

Tamiz N.º (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					
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 100	0.149	120.2	13.9	90.0	10.0	2 - 10
Nº 200	0.074	83.4	9.6	99.6	0.4	

Fuente: elaboración propia

Figura 5

Curva Granulométrico del agregado fino



A partir de la tabla 15 y figura 5, se muestran los resultados referentes a la granulometría que presentó el agregado fino adquirido de la cantera Quispe, que fue

tamizado de acuerdo a las Normas Técnicas: MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27. Obteniéndose que tamaño máximo es 3/8"; el peso total (gr.) es 867.7 y el módulo de fineza es 2.765.

4.1.1.3. Características del agregado grueso

El agregado grueso se extrajo también de la cantera Quispe, en la que observamos el cumplimiento del tamiz para agregado grueso.

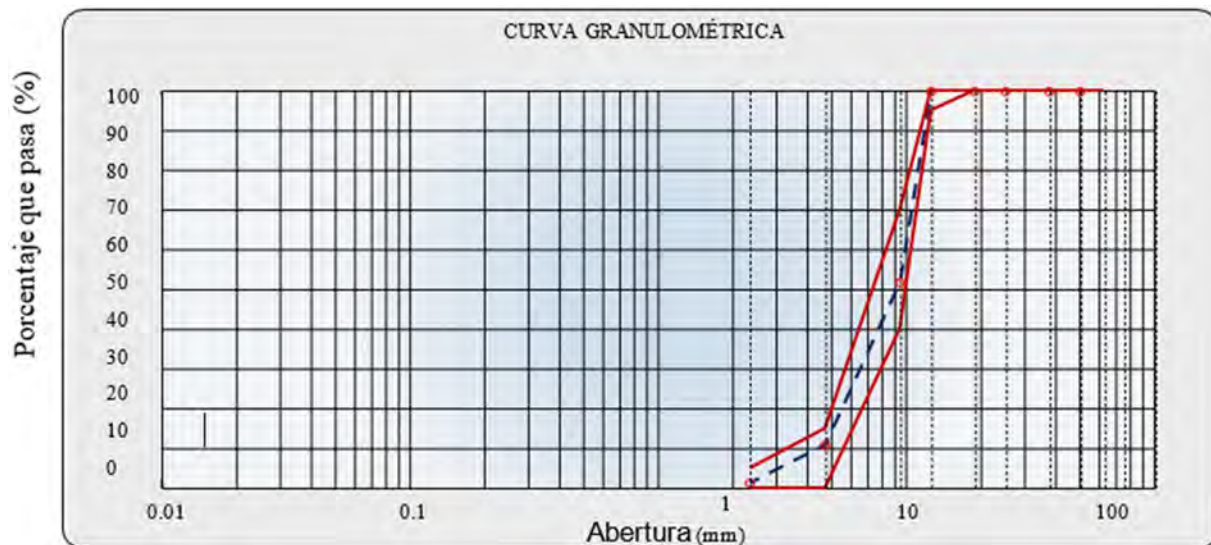
Tabla 16
Granulometría del agregado grueso de la cantera Quispe

Tamiz	Abertura En (mm)	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	AG-1
2 1/2"	63.500					-
2"	50.800					-
1 1/2"	38.100				100.0	-
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	-
3/4"	19.050	0.0	0.0	0.0	100.0	100
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	95 - 100
3/8"	9.525	1232.4	48.3	48.3	51.7	40 - 70
N° 4	4.760	1045.0	40.9	89.2	10.8	0 - 15
N° 8	2.360	245.8	9.6	98.8	1.2	0 - 5
< N°8	Fondo	30.8	1.2	100.0		

Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Curva Granulométrico del agregado grueso



Mediante la tabla 16 y figura 6, se presentan los resultados de granulometría del agregado grueso de la cantera Quispe, empleando la normativa MTC E 204, ASTM C 136, AASHTO T 27, obteniéndose que el Tamaño Máximo es 3/8', el Peso Total (gr.) es 2554.0gr y el Módulo de Fineza es 6.362.

Gravedad específica y Absorción de los Agregados

La gravedad específica es la propiedad en la que se determinó el volumen que ocupa el agregado en diferente mezcla (NTP 400.022, 2013)

Tabla 17
Gravedad Especifica del Agregado Fino

Molde N°		1	2	
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	715.7	715.7	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1215.7	1215.7	
D	Peso 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	Peso 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

En la tabla 17 se evidencian los resultados frente a la Gravedad Específica y absorción del agregado fino según las normas, los cuales cumplen los lineamientos normativos aplicables.

Tabla 18
Gravedad Especifica del Agregado Grueso

Molde N°		1	2	
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	890.0	1015.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	558.0	636.2	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	332.0	378.8	
D	Peso material seco en estufa (105 °C) (gr)	879.0	1002.5	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	321.0	366.3	PROMEDIO
	Pe <u>bulk</u> (Base seca) = D/C	2.648	2.647	2.647
	Pe <u>bulk</u> (Base saturada) = A/C	2.681	2.680	2.680
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.738	2.737	2.738
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	1.251	1.247	1.249

Mediante la tabla 18, se muestran los resultados respecto a la Gravedad Específica y absorción del agregado grueso, se demuestra además el peso material

saturado superficialmente seco, Peso material saturado superficialmente seco, Volumen de masa, Peso material seco en estufa.

Absorción de los Agregados

Los resultados se consideraron los lineamientos de las Normas del Ministerio de Transporte y Comunicación E 205. ASTM C 127. AASHTOT-84.

Resultados de la Gravedad Especifica y absorción del agregado grueso natural

Tabla 19

Resistencia al desgaste del agregado natural

Muestra	1
Gradación	"C"
N.º DE ESFERAS	12
Tamiz (N.º)	Peso Retenido (Grs.)
3/4"	
1/2"	
3/8"	2,500
1/4"	2,500
Peso Total	5,000
Material Retenido Tamiz N.º 12	3,544
Material Pasante Tamiz N.º 12	1,456
Porcentaje de desgaste	29.1

Fuente: Elaboración propia

La tabla 19 muestra los resultados de la pulidora de Los Ángeles y, como muestra la tabla, la tasa de desgaste es del 29,1%.

Pesos unitarios del agregado

El peso unitario del agregado se determinó según la densidad de masa del agregado, bajo condiciones suelto y condiciones compactado, además se calculó el vacío existente entre las partículas en agregados finos y gruesos, según lo estipulado por la normativa.

Procedimiento para determinar el peso unitario

Se llenó el recipiente a 1/3 del total del molde y se niveló la superficie, compactando la capa con 25 golpes usando la varilla de 3/8" y se distribuyó uniformemente sobre la superficie que se compactó. Luego se llenó el recipiente a los 2/3 del recipiente y se compactó, finalmente se llenó el recipiente y apisonó en la parte superior del recipiente. En el procedimiento para determinar el peso unitario se cumplió las (NTP 400.017, 2011).

Peso unitario del agregado fino

Tabla 20

Análisis del peso unitario del agregado fino Suelto

AGREGADO FINO	PESO UNITARIO SUELTO			
	N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde (gr.)		16425	16474	16405
Peso de molde (gr.)		8691	8691	8691
Peso neto de material (gr.)		7734	7783	7714
Volumen del molde (cm ³)		4871	4871	4871
Peso unitario suelto (gr/cm ³)		1.588	1.598	1.584
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm³)			1.590	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 21*Análisis del peso unitario del agregado fino Compactado*

AGREGADO FINO		PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo		1	2	3
Peso material + molde	(gr.)	17285	17345	17372
Peso de molde	(gr.)	8691	8686	8691
Peso neto de material	(gr.)	8594	8659	8681
Volumen del molde	(cm3)	4871	4871	4871
Peso unitario compactado	(gr/cm3)	1.764	1.778	1.782
PROMEDIO DE PESO	(gr/cm3)		1.775	
UNITARIO				

Fuente. Elaboración propia

Tabla 22*Análisis del peso unitario del agregado grueso suelto*

AGREGADO GRUESO		PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo		1	2	3
Peso material + molde	(gr.)	15856	15882	15860
Peso de molde	(gr.)	8687	8687	8687
Peso neto de material	(gr.)	7169	7195	7173
Volumen del molde	(cm3)	4871	4871	4871
Peso unitario suelto	(gr/cm3)	1.472	1.477	1.473
PROMEDIO DE PESO	(gr/cm3)		1.474	
UNITARIO				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23*Análisis del peso unitario del agregado grueso compacto*

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO COMPACTADO			
	N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde	(gr.)	16305	16280	16296
Peso de molde	(gr.)	8687	8687	8687
Peso neto de material	(gr.)	7618	7593	7609
Volumen del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
Peso unitario compactado	(gr/cm ³)	1.564	1.559	1.562
PROMEDIO DE PESO UNITARIO	(gr/cm³)		1.562	

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 20, 21, 22 y 23, se muestra los resultados del Peso Unitario De Agregado Fino Suelto y compactado y agregado grueso suelto y compactado MTC E 206, ASTM C 29. Cuyos promedios se muestran en las tablas antes mencionadas.

Más propiedades físicas del agregado natural

Tabla 24*Propiedades físicas del agregado natural*

Descripción	Unidad	Agr. Grueso	Agr. fino
Peso Unitario Suelto	Kg/m ³	1,474	1,590
Peso Unitario Compactado	Kg/m ³	1,562	1,775
Peso Especifico		2.647	2.661
Absorción	%	1.249	1.350
Humedad Natural	%	0.200	0.60
Módulo De Fineza		7.362	2.765
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25*Valor del diseño de mezcla del concreto*

Valor del diseño	
Asentamiento	: 0 - 2.5 cms.
Tamaño Nominal Máximo	: 3/8"
Agua	: 205 lts/m ³
Aire Total de Mezcla	: 3.0 %
Relación agua/cemento	
Diseño de concreto F'c	= 320 kg/cm ²
F'cr	= 340 kg/cm ²
a/c	= 0.494
Cemento Requerido	= 205/0.494 = 415
T.N.M.	= 3/8"

Fuente: Elaboración propia

Volumen de Agregado Grueso por unidad de Volumen de Concreto

$$M_f = 2.76$$

$$f_p = 0.460$$

$$\text{Peso del Agregado Grueso} = 719 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 26*Volumen Absoluto de los Materiales por m³*

Volumen Absoluto de los Materiales por m ³			
Cemento	=	$\frac{415}{3.110 \times 1000}$	= 0.1330
Agua	=	$\frac{205}{1000}$	= 0.2050
Aire	=	$\frac{3.0}{100}$	= 0.0300
Ag. Grueso	=	$\frac{719}{2647}$	= 0.2714
Ag. Fino	= 1	- 0.639	= 0.3605

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27*Peso de diseño de los Materiales*

Peso de diseño de los materiales:					
Cemento				= 415	kg/m ³
Ag, Grueso				= 719	kg/m ³
Ag, Fino	0.361	x	2661.021505	= 959	kg/m ³
Agua de Diseño				= 205	lt/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28*Corrección por Absorción y Humedad*

Corrección por Absorción y humedad:					
Cemento	:			= 415	kg/m ³
Ag, Grueso	:	719	x	1.002	= 720 kg/m ³
Ag, Fino	:	959	x	1.006	= 965 kg/m ³
Agua de Diseño	:			205	lt/m ³
				205 -	-15
				= 219.73	lt/m ³

Fuente: Elaboración propia

Volumen Aparente de los Agregados por M3

Cemento : $\frac{415}{42.5} = 9.76 \text{ pie}^3$

42.5

Ag, Grueso : $\frac{25436.08}{1474} = 17.26 \text{ pie}^3$

1,474

Ag, Fino : $\frac{34099.78}{1590} = 21.45 \text{ pie}^3$

1,590

Agua de Diseño : = 219.73 lt/m³

Proporción en Peso:

415 : 720 : 965 : 219.73

415 415 415 415

1 : 1.7 : 2.3 : 0.53 lt/kg. cem

Proporción en Volumen:

9.76 : 17.26 : 21.45 : 220

9.76 9.76 9.76 9.76

1 : 1.8 : 2.2 : 22.50 lt/bsa

Tabla 29

Dosificación para testigos de concreto

Dosificación para testigos de concreto						
		viga	viga v:	0.0062		
			0.0147			
Materiales		Para .4	Para 3.0	7.3	1	1.5
		0.0248	0.0186	0.046	0.0062	0.012
	Cemento kg	10.291	7.719	19.089	2.573	5.146
	Agregado Grueso kg	17.855	13.391	33.118	4.464	8.927
	Agregado Fino kg	23.936	17.952	44.398	5.984	11.968
	Agua L	5.449	4.087	10.108	1.362	2.725
	Air Mix 200 Euco gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	MR 370 Euco gr	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Características del Agregado reciclado de viviendas

El concreto reciclado proviene de restos de viviendas de concreto de cimientos, placas, vigas o columnas, fue triturado y pasado por los tamices para obtener el agregado fino y agregado grueso donde se obtuvo la granulometría siguiente:

Ensayo de granulometría de material reciclado

Resultados de granulometría Agregado fino

Tabla 30

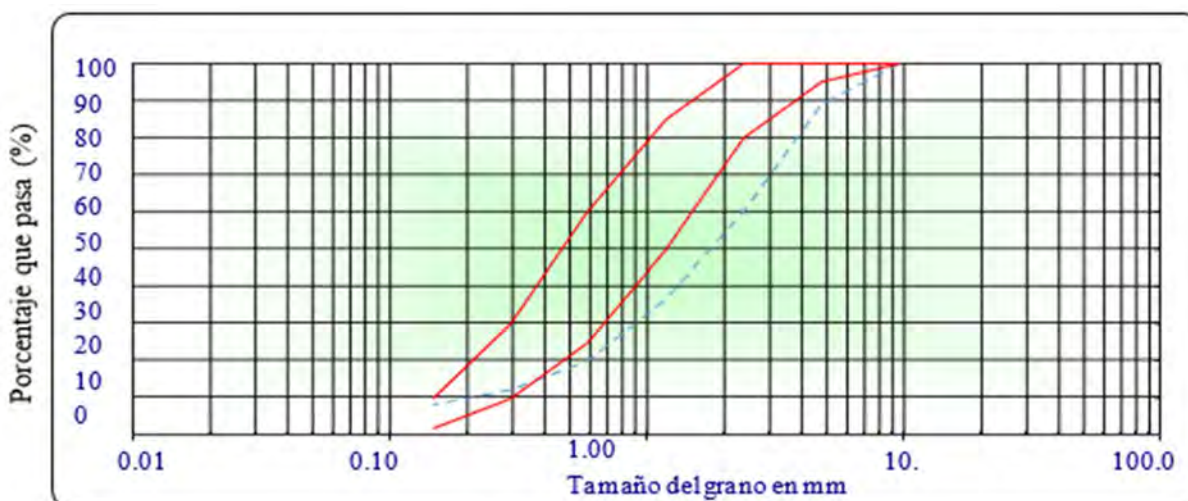
Análisis del agregado fino de material reciclado

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					
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
N° 4	4.760	132.8	8.4	10.9	89.1	95 - 100
N° 8	2.380	457.0	28.8	39.8	60.2	80 - 100
N° 10	2.000					
N° 16	1.190	375.0	23.7	63.5	36.5	50 - 85
N° 20	0.840					
N° 30	0.590	263.3	16.6	80.1	19.9	25 - 60
N° 40	0.420					
N° 50	0.297	123.5	7.8	87.9	12.1	10 - 30
N° 80	0.177					
N° 100	0.149	62.4	3.9	91.8	8.2	2 - 10
N° 200	0.074	38.5	2.4	94.2	5.8	

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Curva Granulométrico del agregado fino reciclado



En la tabla 30 mostramos el Análisis Granulométrico por Tamizado del Agregado fino, determinándose que el Tamaño Máximo es 3/8 y el Peso Total (gr.) es 1584.7 y Modulo de Fineza es 3.739.

Resultado de Granulometría de agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera

Tabla 31

Granulometría de agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera

TAMIZ N.º (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	

Fuente: Elaboración propia

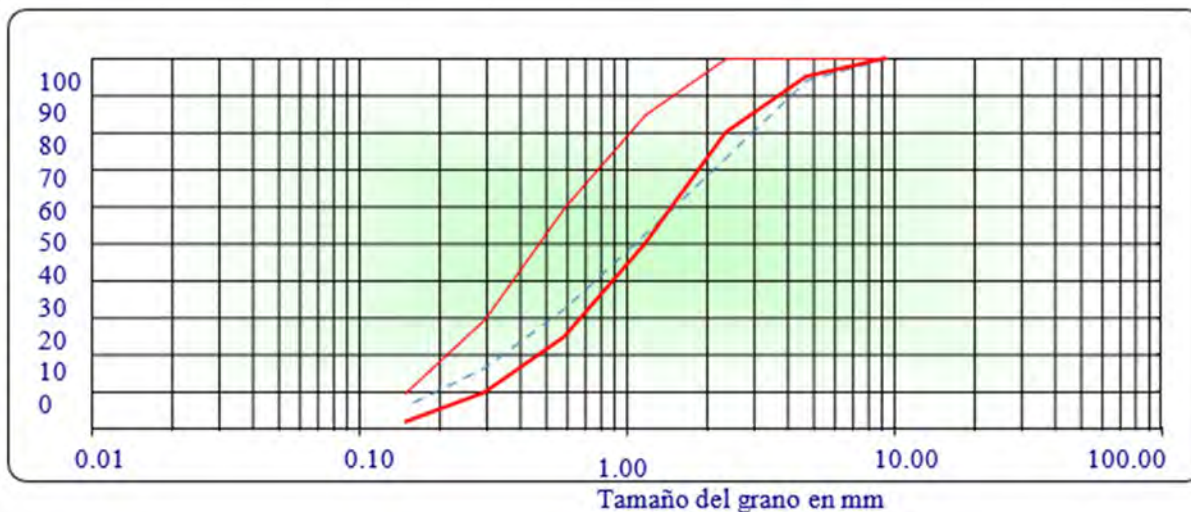
Tabla 32

Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Tamaño Máx.	: 3/8"
Peso Total (gr.)	: 1014.03
Módulo de Fineza	: 3.235

Figura 8

Curva granulométría del agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera



Resultado de Granulometría de agregado fino con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera

Tabla 33

Granulometría de agregado fino con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera

TAMIZ N.º (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
Nº 4	4.760	70.8	6.2	7.8	92.2	91 - 95
Nº 8	2.380	276.9	24.2	32.1	67.9	65 - 80
Nº 10	2.000					
Nº 16	1.190	252.3	22.1	54.2	45.8	40 - 85
Nº 20	0.840					
Nº 30	0.590	219.9	19.3	73.4	26.6	25 - 60
Nº 40	0.420					
Nº 50	0.297	151.9	13.3	86.7	13.3	10 - 30
Nº 80	0.177					
Nº 100	0.149	94.2	8.2	95.0	5.0	2 - 10
Nº 200	0.074	57.6	5.0	100.0	0.0	

Fuente: Elaboración propia

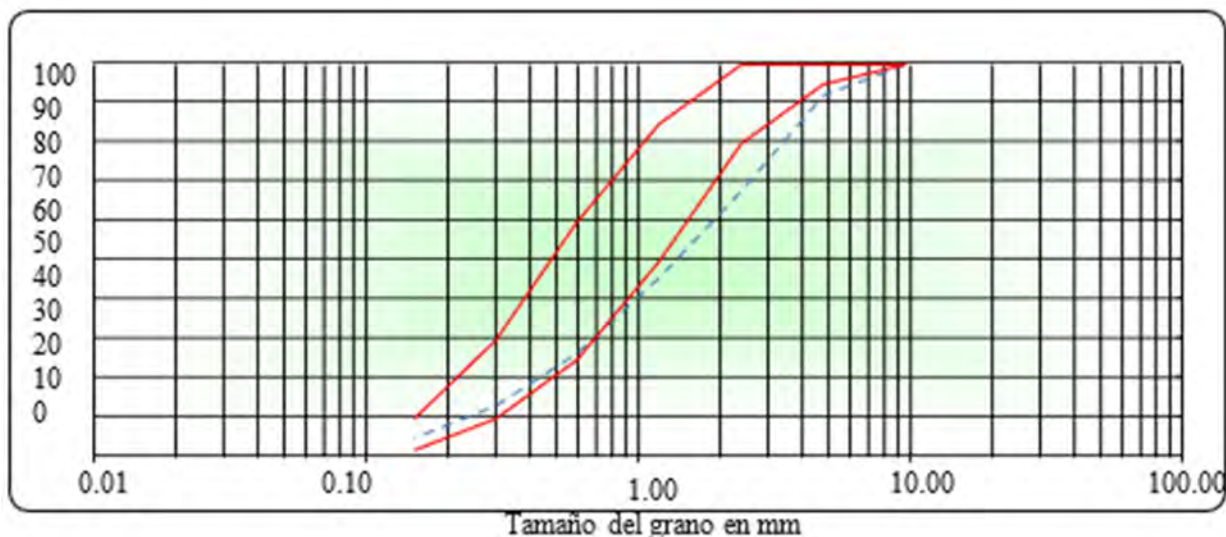
Tabla 34

Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado fino con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Tamaño Máx.	: 3/8"
Peso Total (gr.)	: 1141.81
Módulo de Fineza	: 3.491

Figura 9

Curva granulometría del agregado fino con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera

**Tabla 35**

Granulometría de agregado fino con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera

TAMIZ N.º (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	1.8	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
N.º 40	0.420					
Nº 50	0.297	141.6	11.2	89.5	10.5	10 - 30
N.º 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	

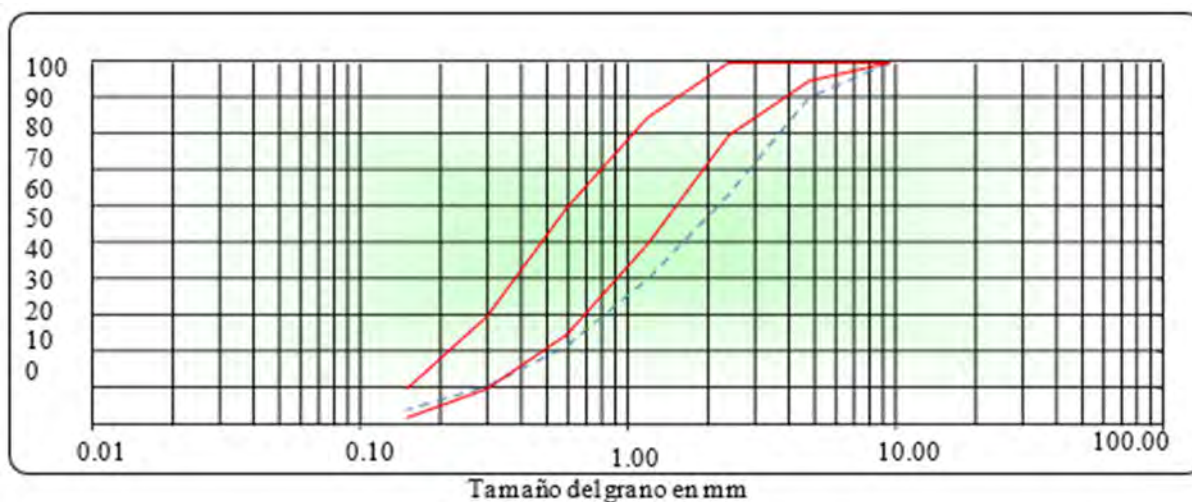
Tabla 36

Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado fino con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera

DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
Tamaño Máx.	: 3/8"
Peso Total (gr.)	: 1269.59
Módulo de Fineza	: 3.695

Figura 10

Curva granulométría del agregado fino con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera



Resultados de granulometría del Agregado grueso reciclado

Tabla 37

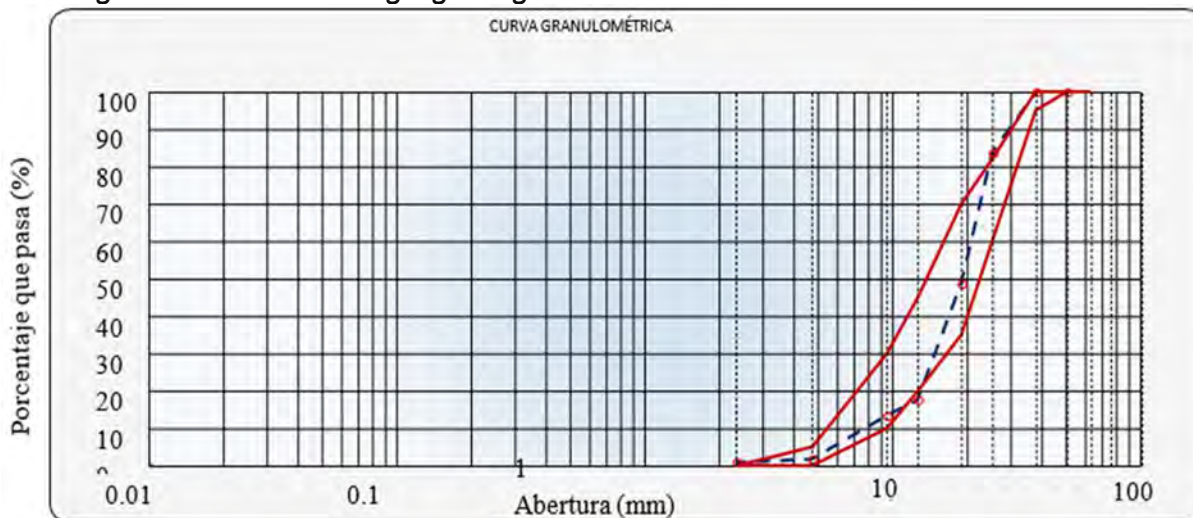
Análisis del agregado grueso de material reciclado

Tamiz	Abertura En (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Ag-4
1"	25.400					-
3/4"	19.050					100
1/2"	12.700				100.0	95 - 100
3/8"	9.525	167.0	6.5	6.5	93.5	40 - 70
N° 4	4.760	2041.0	79.9	86.5	13.5	0 - 15
N° 8	2.360	170.0	6.7	93.1	6.9	0 - 5
< N°8	Fondo	176.0	6.9	100.0		

En los resultados del agregado grueso de material reciclado mostraron que el tamaño Máximo es 3/8", el Peso Total (gr.) es 2554.0 gr y el Módulo de Fineza se obtuvo 5.861.

Figura 11

Curva granulométrica del agregado grueso de material reciclado



Resultados de Granulometría del agregado grueso reciclado

Tabla 38

Granulometría del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% 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	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		

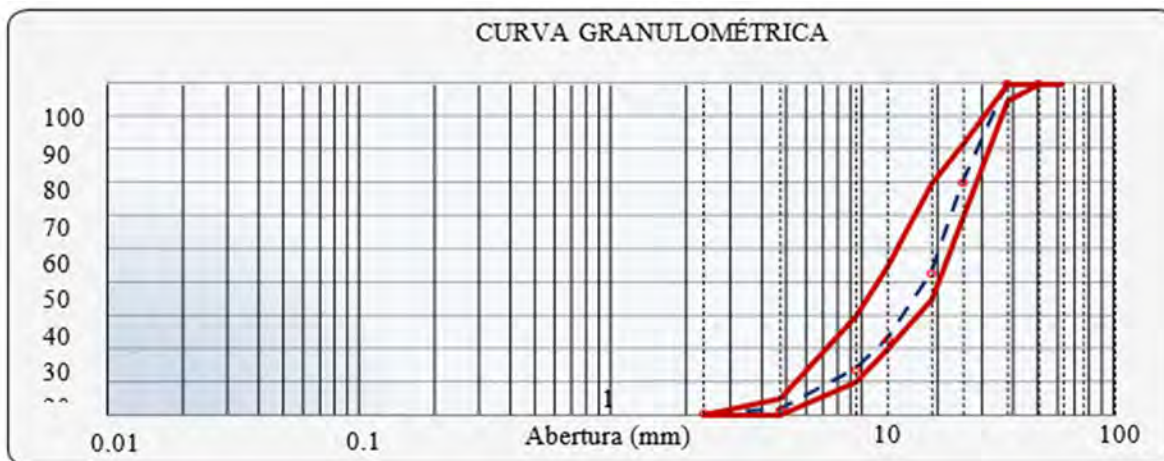
Tabla 39

Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Tamaño Máx.	1"
Peso Total (gr.)	17494.0 gr.
Módulo de Fineza	7.406

Figura 12

Curva granulométrica del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera



Resultados de Granulometría del agregado grueso con adición 30% m. reciclado +70% m. cantera

Tabla 40

Granulometría del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% 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	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		

Fuente: Elaboración propia

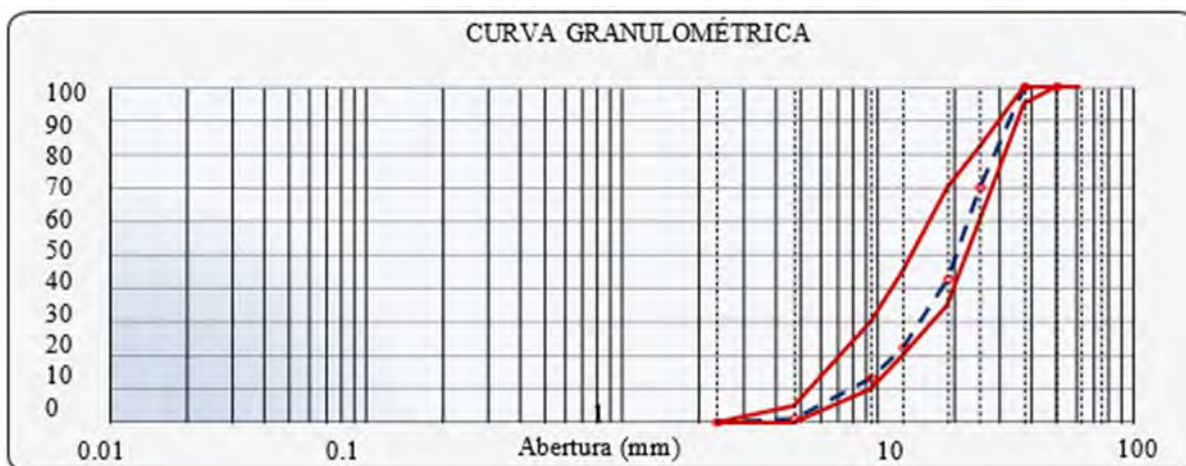
Tabla 41

Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Tamaño Máx.	: 1"
Peso Total (gr.)	: 17434.0 gr.
Módulo de Fineza	: 7.428

Figura 13

Curva granulométrica del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera



Resultados de Granulometría del agregado grueso con adición 50% m. reciclado +50% m. cantera

Tabla 42

Granulometría del agregado grueso con adición 60% m. reciclado +40% 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		

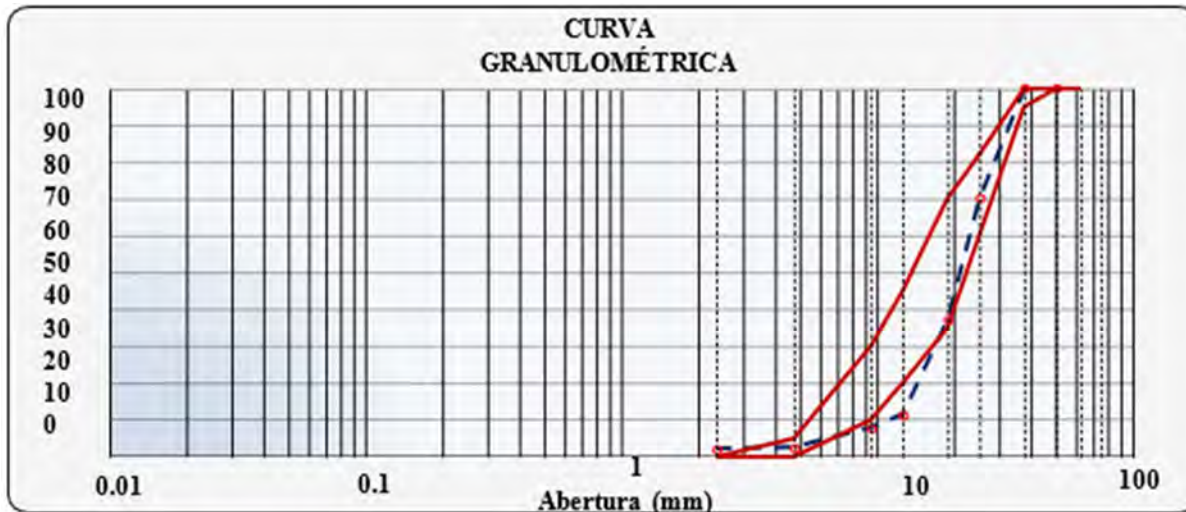
Tabla 43

Tamaño máximo, peso total y módulo de firmeza del agregado grueso con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		
Tamaño Max.	:	1"
Peso Total (gr.)	:	17534.0gr.
Módulo de Fineza	:	7.511

Figura 14

Curva granulométrica del agregado grueso con adición 60% m. reciclado +40% m. cantera



Resistencia al desgaste del agregado reciclado de viviendas

Para alcanzar los resultados, se utilizó la máquina de Abrasión de los Ángeles para la gradación del material, considerando lo solicitado por la norma "MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96".

Tabla 44

Cantera Resistencia al desgaste del agregado reciclado de viviendas

Muestra	: M-1
Muestra	1
Gradación	"C"
Nº De Esferas	12
Tamiz (Nº)	Peso Retenido (Grs.)
3/8"	2,500
1/4"	2,500
Peso Total	5,000
Material Retenido Tamiz Nº 12	3,256
Material Pasante Tamiz Nº 12	1,744
Porcentaje De Desgaste	34.9

Fuente: Elaboración Propia

A partir de la tabla 44 se pone en evidencia el resultado de la resistencia de desgaste, donde la tasa de salida es del 34,9%.

Ensayo de Gravedad Especifica de material reciclado

Resultados de la Gravedad especifica del agregado fino

Tabla 45

Gravedad Especifica del Agregado Fino del concreto reciclado de viviendas

Molde N°		1	2	
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	300.0	300.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	723.0	712.6	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1023.0	1012.6	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	899.2	889	
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm ³)	123.8	123.6	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	277.5	277.7	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm ³)	101.3	101.3	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.242	2.247	2.244
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.423	2.427	2.425
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.739	2.741	2.740
	% de absorción = ((A - F) / F) * 100	8.108	8.030	8.069

Fuente: Elaboración propia

Resultados de la Gravedad especifica del Agregado grueso

Tabla 46

Gravedad Especifica del Agregado Grueso del concreto reciclado de viviendas

Molde N°		1	2	
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	681.0	745.7	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	399.0	437.0	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	282.0	308.7	
D	Peso material seco en estufa (105°C) (gr)	630.0	689.9	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	231.0	252.9	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.234	2.235	2.234
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.415	2.416	2.415
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.727	2.728	2.728
	% de absorción = (A - D) / D * 100	8.095	8.088	8.092

Las Tablas 45 y 46 muestran los resultados de gravedad específica y absorción para agregados finos y gruesos según normas (MTC E 205, ASTM C 127, AASHTO T – 84).

Análisis del Peso unitario del agregado reciclado de viviendas

Resultado del Peso unitario del agregado fino

Tabla 47

Análisis del peso unitario del agregado fino Suelto del concreto reciclado de viviendas

	AGREGADO FINO	PESO UNITARIO SUELTO		
		1	2	3
N° de ensayo				
Peso material + molde	(gr.)	15235	15318	15275
Peso de molde	(gr.)	8691	8691	8691
Peso neto de material	(gr.)	6544	6627	6584
Volumen del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
Peso unitario suelto	(gr/cm ³)	1.343	1.361	1.352
PROMEDIO DE PESO UNITARIO	(gr/cm³)	1.352		

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 47 mostramos los resultados del peso unitario del agregado fino suelto y compactado del concreto reciclado de viviendas. Y se analizó el promedio del Peso unitario que se muestra en las tablas mencionadas.

Análisis del Peso unitario del agregado grueso reciclado de viviendas

Resultado del Peso unitario del agregado grueso

Tabla 48

Análisis del peso unitario del agregado fino compactado del concreto reciclado de viviendas

AGREGADO FINO		PESO UNITARIO COMPACTADO		
N° de ensayo		1	2	3
Peso material + molde	(gr.)	16164	16137	16141
Peso de molde	(gr.)	8691	8686	8691
Peso neto de material	(gr.)	7473	7451	7450
Volumen del molde	(cm3)	4871	4871	4871
Peso unitario compactado	(gr/cm3)	1.534	1.530	1.529
Promedio de Peso Unitario (gr/cm3)		1.531		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49

Peso unitario del agregado grueso suelto del concreto reciclado de viviendas

AGREGADO GRUESO		PESO UNITARIO SUELTO		
N° de ensayo		1	2	3
Peso material + molde	(gr.)	14510	14541	14551
Peso de molde	(gr.)	8687	8687	8687
Peso neto de material	(gr.)	5823	5854	5864
Volumen del molde	(cm3)	4871	4871	4871
Peso unitario suelto	(gr/cm3)	1.195	1.202	1.204
PROMEDIO DE PESO UNITARIO (gr/cm3)		1.200		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50*Peso unitario del agregado grueso compactado del concreto reciclado de viviendas*

AGREGADO GRUESO	PESO UNITARIO COMPACTADO			
	N° de ensayo	1	2	3
Peso material + molde	(gr.)	14939	14956	14961
Peso de molde	(gr.)	8687	8687	8687
Peso neto de material	(gr.)	6252	6269	6274
Volumen del molde	(cm ³)	4871	4871	4871
Peso unitario compactado	(gr/cm ³)	1.284	1.287	1.288
PROMEDIO DE PESO UNITARIO	(gr/cm³)	1.286		

Fuente: Elaboración propia

Las tablas 49 y 50, se tiene los resultados del peso unitario del agregado grueso suelto y compactado del concreto reciclado de viviendas. Y se analizó el promedio del Peso unitario que se muestra en las tablas mencionadas.

Tabla 51*Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas patrón al 100% reciclado*

DESCRIPCION	UNIDAD	AGR. GRUESO	AGR. FINO	CEMENTO
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,200	1,352	
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,286	1,531	
Peso Especifico	g/cm ³	2.234	2.249	3.120
Absorción	%	8.092	8.069	
Humedad Natural	%	0.788	1.73	
Módulo de Fineza		7.362	3.739	
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"		

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 51 muestra los resultados para el peso unitario suelto, el peso unitario comprimido, la gravedad específica, la tasa de absorción, la humedad natural, el coeficiente de finura y el diámetro nominal máximo. Esto se llevó a cabo en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de GEOMAT SERV E.I.R.L., supervisora de las obras de construcción. recibir.

Tabla 52 *Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas al 30% reciclado y 70% de cantera*

DESCRIPCION	UNIDAD	PIEDRA	ARENA	CEMENTO
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,392	1,573	
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,479	1,702	
Peso Especifico		2.523	2.537	3.120
Absorción	%	3.302	3.366	
Humedad Natural	%	0.200	0.60	
Módulo de Fineza		7.362	3.055	
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas al 50% reciclado y 50% de cantera

DESCRIPCION	UNIDAD	PIEDRA	ARENA	CEMENTO
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,337	1,561	
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,424	1,653	
Peso Especifico		2.441	2.455	3.120
Absorción	%	4.671	4.710	
Humedad Natural	%	0.200	0.60	
Módulo de Fineza		7.362	3.252	
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Propiedades físicas del agregado reciclado de viviendas al 60% reciclado y 40% de cantera

DESCRIPCION	UNIDAD	PIEDRA	ARENA	CEMENTO
Peso Unitario Suelto	kg/ m ³	1,309	1,555	
Peso Unitario Compactado	kg/ m ³	1,396	1,628	
Peso Especifico	%	2.399	2.414	3.120
Absorción	%	5.355	5.381	
Humedad Natural		0.200	0.60	
Módulo de Fineza		7.362	3.349	
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"		

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.1. Diseño de mezcla de la muestra.

Elaboración de adoquines

Se realizó la dosificación para la elaboración de adoquines de Tipo I yura, el cual es para adoquines que soportan tránsito liviano.

Tabla 55

Diseño mezcla concreto patrón reciclado (ACI 211)

Materiales	Unidad	Cantidad para 1m ³	Cantidad para 15 adoquines
			Vol. Adoquín = 0.0012 m ³
Cemento	kg	415	7.47
Agua	lt	300.44	5.41
Agregado fino	Kg	853	15.34
Agregado grueso	kg	583	10.49

Tabla 56*Diseño de mezcla concreta patrón cantera (ACI 211)*

Materiales	Unidad	Cantidad para 1m ³	Cantidad para 15 adoquines Vol. Adoquín = 0.0012 m ³
Cemento	kg	395	7.11
Agua	lt	272.05	4.90
Agregado fino	Kg	925	16.65
Agregado grueso	kg	643	11.57

Fuente: Elaboración propia

Muestras**Muestra 1 (Muestra patrón cantera)**

Se realizó la primera mezcla M1 en la que se utilizó agregado fino y grueso al 100% natural de la cantera Quispe.

Muestra 2

Se realizó la segunda mezcla M2 en la que se dosificaron el agregado fino y agregado grueso, reemplazando el 30% con agregado de material reciclado. Agregado reciclado grueso 30% y agregado reciclado fino 30%.

Muestra 3

Se realizó la tercera mezcla M3 en la que se dosificaron el agregado fino y agregado grueso, reemplazando el 50 % con agregado de material reciclado. Agregado reciclado grueso 50% y agregado reciclado fino 50%.

Muestra 4

Se realizó la cuarta mezcla M4 en la que se dosificaron el agregado fino y agregado grueso, reemplazando el 60 % con agregado de material reciclado. Agregado reciclado grueso 60 % y agregado reciclado fino 60 %.

Muestra 5

Se realizó la quinta mezcla M5 en la que se dosificaron el agregado fino y agregado grueso, reemplazando el 100% con agregado de material reciclado. Agregado reciclado grueso 100% y agregado reciclado fino 100%.

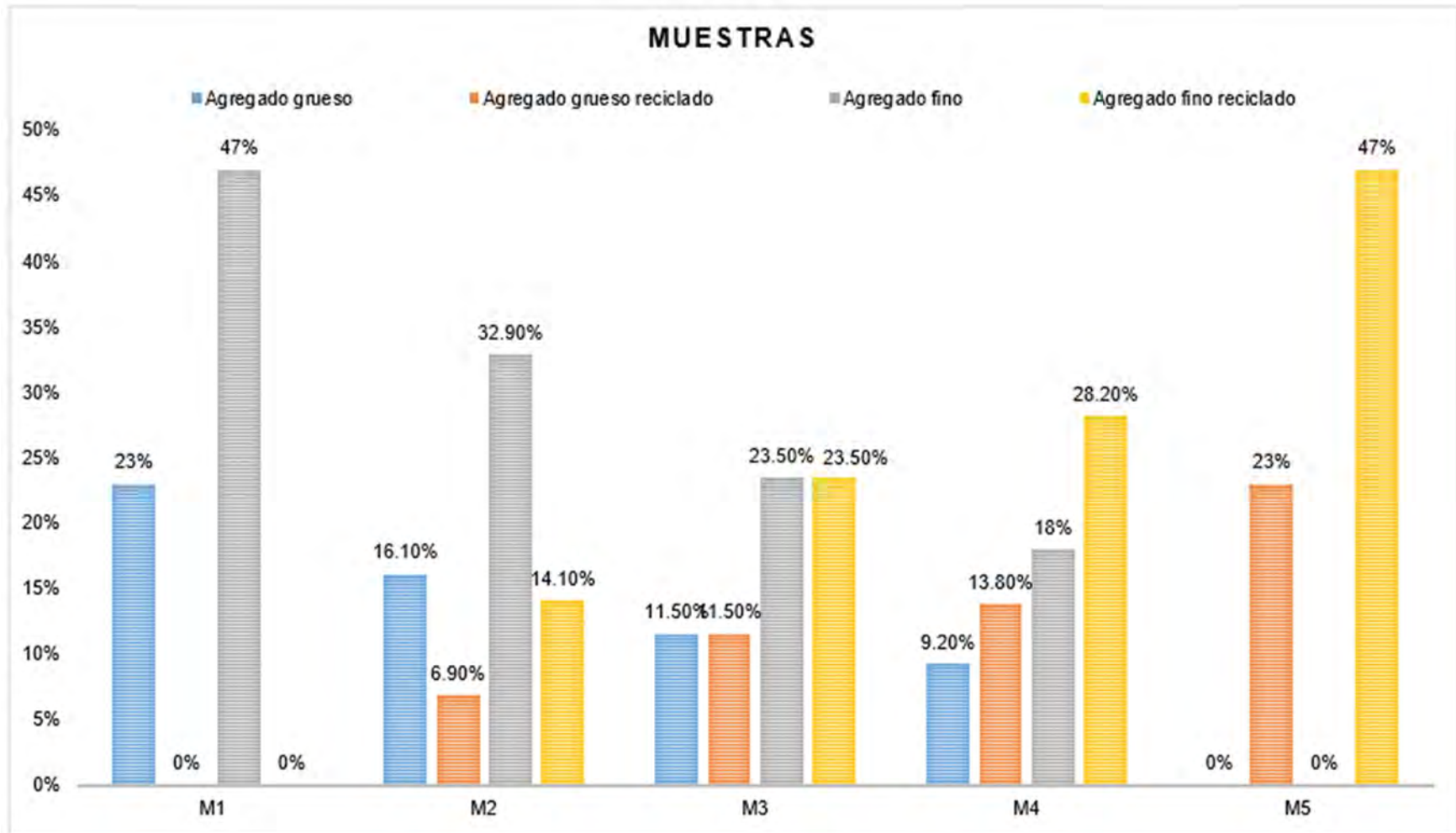
Tabla 57

Dosificación porcentual de M1, M2, M3, M4 y M5. (Adición de agregado Reciclado)

MATERIAL	UND.	M1	M2	M3	M4	M5
		DISEÑO	DISEÑO	DISEÑO	DISEÑO	DISEÑO
		A.M.C. AL	30% A.M.R.	50% A.M.R.	60% A.M.R.	A.M.R. AL
		100%	+ 70%	+ 50%	+ 40%	100%
			A.M.C.	A.M.C	A.M.C	
Cemento	Kg	7.11	7.22	7.29	7.33	7.47
Agua	Lt	4.90	5.05	5.16	5.21	5.41
Agregado grueso	Kg	11.57	8.10	5.79	4.28	0.00
Agregado grueso reciclado	Kg	0.00	3.15	5.25	6.29	10.49
Agregado fino	Kg	16.65	11.66	8.33	6.66	0.00
Agregado fino reciclado	kg	0.00	4.60	7.67	9.20	15.34

Fuente: Elaboración propia

Figura 15
Porcentaje de muestras del agregado fino y grueso



Fuente: Elaboración propia

Tabla 58
Asentamiento de las tres muestras

Muestras	Adición de material reciclado	
	Fino	Grueso
M1		
M1		
M1	0%	0%
M1		
M1		
M2		
M2		
M2	30%	30%
M2		
M2		
M3		
M3		
M3	50%	50%
M3		
M3		
M4		
M4		
M4	60%	60%
M4		
M4		
M5		
M5		
M5	100%	100%
M5		
M5		

Resistencia a la compresión de los adoquines

Para realizar el ensayo se empleó una prensa calibrada, la misma fue utilizada en el GEOMAT SERV E.I.R.L., LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO, LABORATORIO DE SUPERVISIÓN DE OBRA, en este proyecto los adoquines se utilizaron para el tránsito peatonal en aceras. Reserva Nacional Ampay-Abancay y cumple con el estándar de resistencia de 340 kg/cm².

$$R = \frac{P}{L.A.}$$

Donde:

R = Resistencia a compresión

P = Fuerza de ruptura.

L = longitud del adoquín.

A = Ancho del adoquín

Los adoquines deberán tener una resistencia Tipo I según se requiera para lograr una resistencia de kg/cm^2 . La resistencia a la compresión está determinada por la relación entre la fuerza máxima y la superficie neta del pavimento.

Resistencia a la compresión de los adoquines muestra cantera

Tabla 59

Fuerza de compresión del adoquín de M1 o muestra patrón cantera

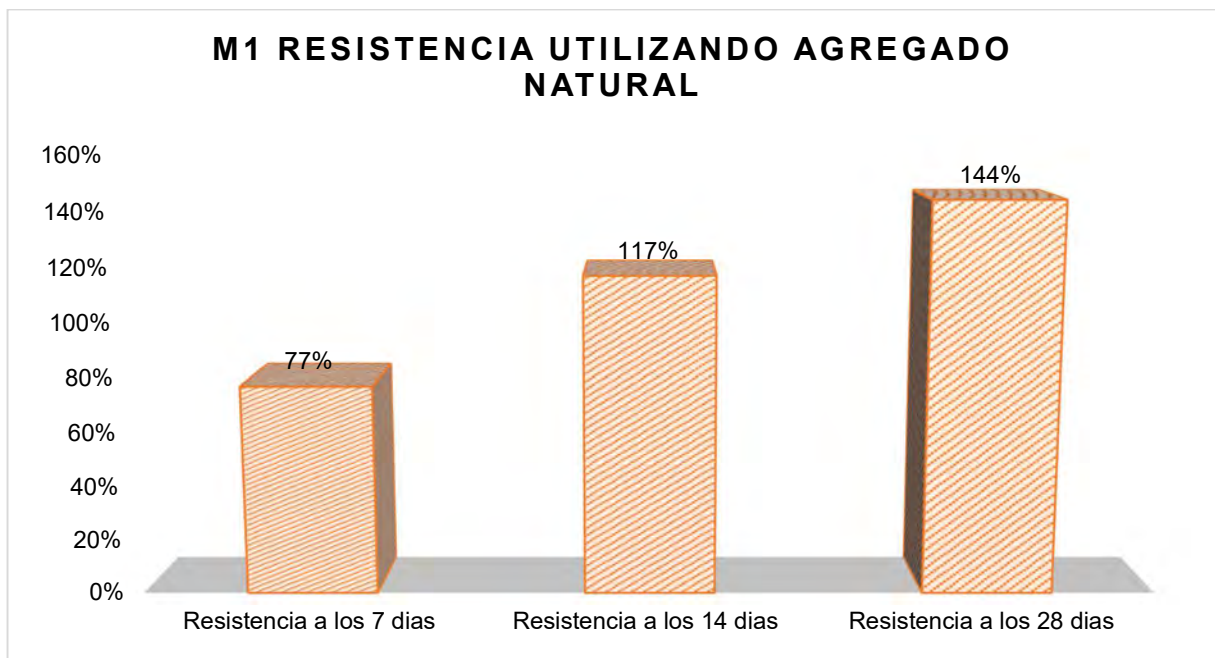
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO M1													
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22													
N.º	N.º	Resist. De	Tipo	Fecha De Ensayo	Edad	Slum	Área	Carga Sometida		Resistencia Alcanzada			
De	De	Especif.	De	Moldeo	Rotura	p	De	Lec.	Lec.	Resist.	Resist.	Resist.	
Ser	Tes	F'c=	Rotur	(Dia)	(Dia)		Testigo	Dial	Correg.			Promedio	
ie	Tig	(Kg/Cm ²)	a			(Dias	(Pulg.	(Cm ²)	(Kn)	(Kg.)	(Kg/Cm ²	(%)	(%)
	O)))		
M1	1	320		01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	496.9	50669.7	250.84	78.39	
M1	2	320		01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	483.6	49313.5	244.13	76.29	
M1	3	320	AXIAL	01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	483.6	50669.7	244.13	76.29	77.24
M1	4	320		01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	483.6	50669.7	250.84	76.29	
M1	5	320		01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	488.4	49802.9	246.55	77.05	
M1	6	320		01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	747.0	76172.8	377.09	117.84	
M1	7	320		01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	738.0	75255.0	372.55	116.42	
M1	8	320	AXIAL	01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	738.0	75255.0	372.55	117.21	117.16
M1	9	320		01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	738.0	75764.9	375.07	117.84	
M1	10	320		01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	743.0	75764.9	375.07	117.21	
M1	11	320		01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	905.0	92284.3	456.85	142.77	
M1	12	320		01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	905.0	92284.3	462.91	144.66	
M1	13	320	AXIAL	01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	917.0	93508.0	456.85	145.92	144.45
M1	14	320		01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	925.0	94323.7	466.95	145.92	
M1	15	320		01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	917.0	93508.0	462.91	144.66	

Fuente: elaboración propia

La Tabla 59 muestra el patrón de pavimentación y los resultados de compactación después de 7, 14 y 28 días usando agregado natural. Su durabilidad aumenta día a día y está dentro de los requisitos de las normas NTP 399.611 y ASTM. C 140-06 establece que la resistencia a la compresión después de 28 días debe ser de aproximadamente 320 kg/cm². Y en la mesa esa resistencia pasa.

Figura 16

Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material de cantera a los 7, 14 y 28 días



Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de los adoquines al agregar 30% de agregado reciclado

Tabla 60

Fuerza de compresión del adoquín de M2

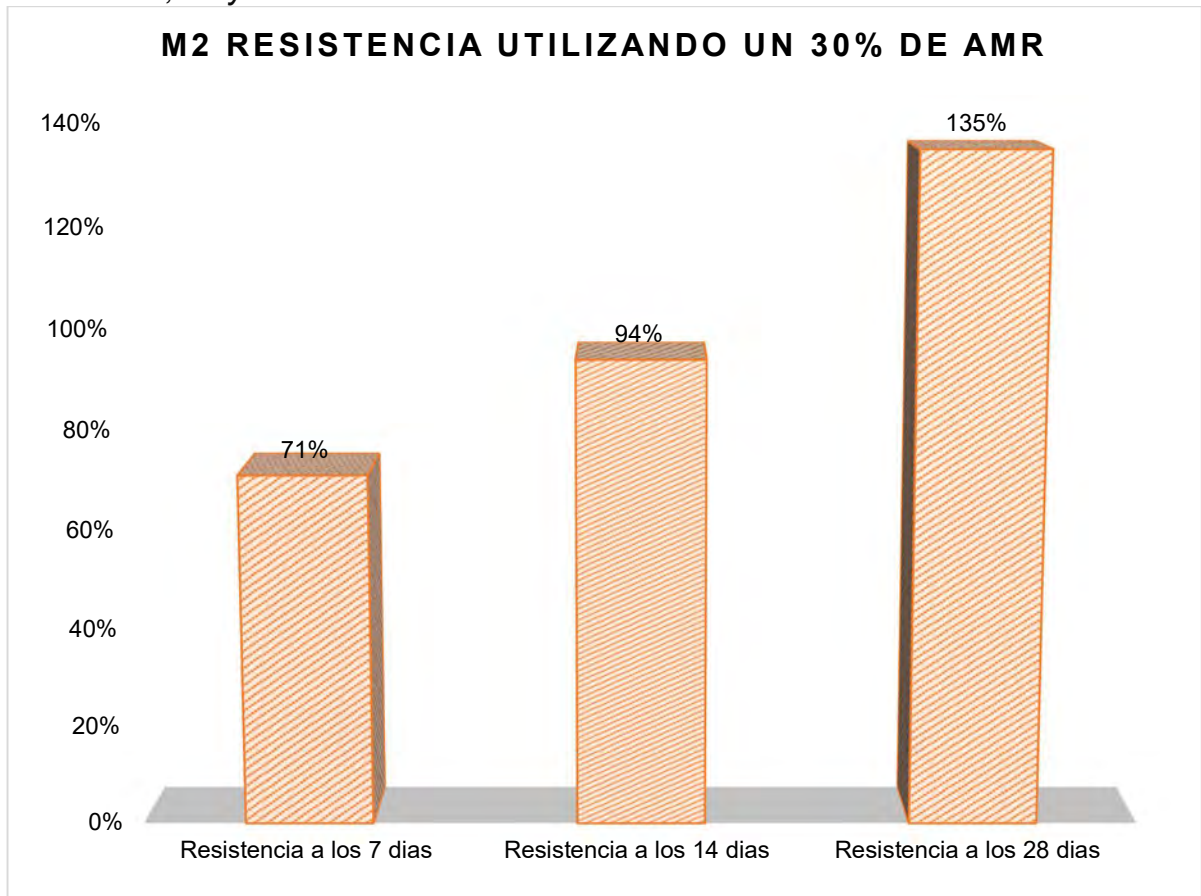
ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO M2														
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22														
N° De Serie	N° De Testigo	Resist. De Especific. F'c= (Kg/Cm ²)	Diseño	Tipo De Rotura	Fecha De Ensayo		Edad (Días)	Slump (Pulg.)	Área De Testigo (Cm ²)	Carga Sometida		Resistencia Alcanzada		
					Moldeo (Dia)	Rotura (Dia)				Lec. Dial (Kn)	Lec. Correg. (Kg.)	Resist. (Kg/Cm ²)	Resist. (%)	Resist. Promedio (%)
M2	1	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	452.1	46101.4	228.22	71.32	
M2	2	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	445.7	45448.7	224.99	70.31	
M2	3	320	30% A.M.R	axial	02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	452.1	46101.4	228.22	71.32	
M2	4	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	445.7	45448.7	224.99	70.31	71.37
M2	5	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	459.5	46856.0	231.96	72.49	
M2	6	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	601.5	61335.9	303.64	94.89	
M2	7	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	594.2	60591.5	299.96	93.74	
M2	8	320	30% A.M.R	axial	02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	601.5	61335.9	303.64	94.89	
M2	9	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	594.2	60591.5	303.64	94.89	94.60
M2	10	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	603.4	61529.7	304.60	95.19	
M2	11	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	864.5	88154.4	436.41	136.38	
M2	12	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	856.2	87308.1	432.22	135.07	
M2	13	320	30% A.M.R	axial	02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	856.2	88154.4	432.22	135.07	
M2	14	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	856.2	87308.1	436.41	136.38	135.77
M2	15	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	861.2	87817.9	434.74	135.86	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 60, se muestra que al agregar 30% de agregado reciclado fino y 30% de agregado reciclado grueso la resistencia del adoquín a los 7, 14 y 28 días va agregándose hasta llegar a un 135% de la resistencia a los 28 días de nacido cumpliendo las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06.

Figura 17

Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 30% a los 7, 14 y 28 días



Fuente: Elaboración propia

Resistencia a la compresión de los adoquines al agregar 50% de agregado reciclado

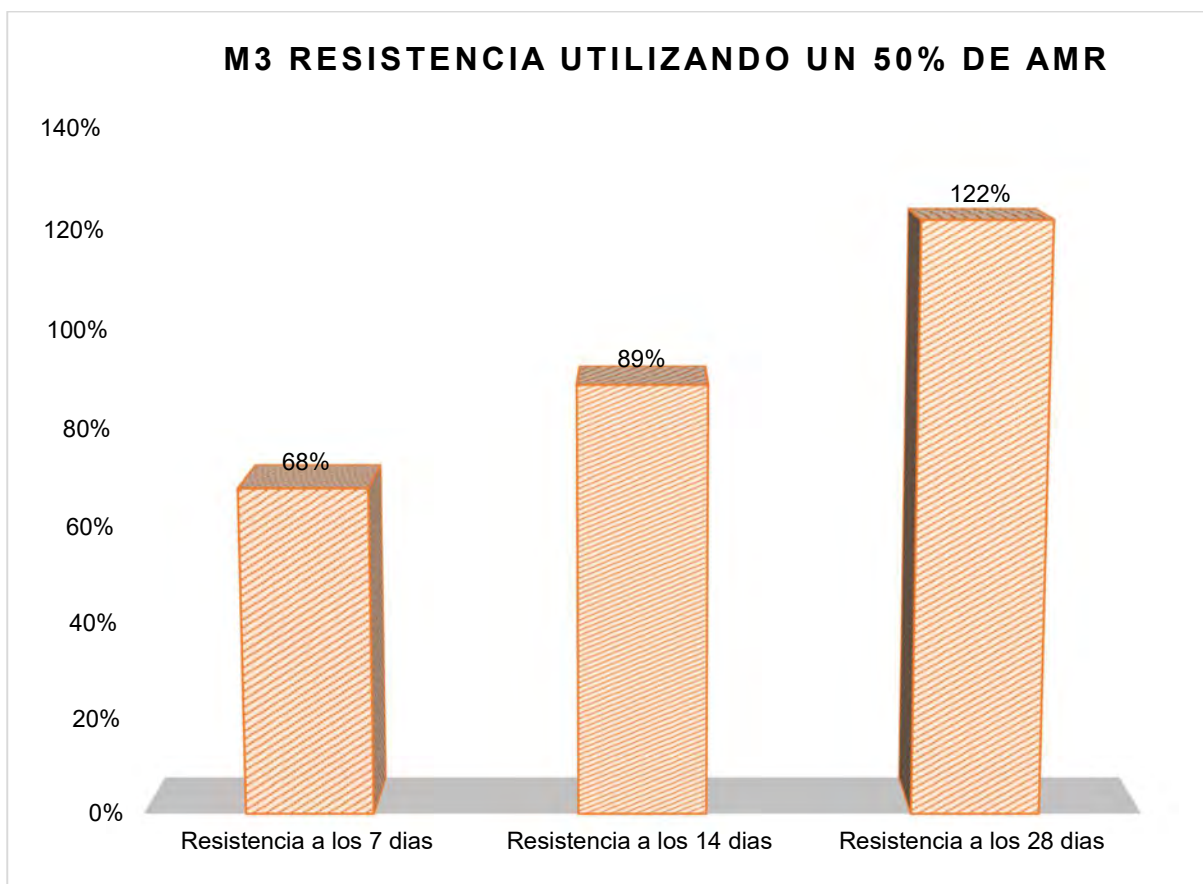
Tabla 61
Fuerza de compresión del adoquín de M3

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO M3 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22														
N° De Serie	N° De Testigo	Resist. De Especific. F'c= (Kg/Cm ²)	Diseño	Tipo De Rotura	Fecha De Ensayo		Edad (días)	Slu mp (Pulg.)	Área Testigo (cm ²)	Carga Sometida		Resistencia Alcanzada		
					Moldeo (Dia)	Rotura (Dia)				Lec. Dial (kn)	Lec. Correg. (kg.)	Resist. (kg/cm ²)	Resist. (%)	Resist. Promedio (%)
M3	1	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	431.4	43990.5	217.77	68.05	
M3	2	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	438.5	44714.5	221.36	69.17	
M3	3	320	50% A.M.R.	axial	02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	437.8	44725.4	222.11	69.40	68.81
M3	4	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	436.6	44685.1	219.87	68.70	
M3	5	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	435.8	44439.2	220.00	68.75	
M3	6	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	570.2	58144.2	287.84	89.95	
M3	7	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	564.5	56897.4	286.54	89.54	
M3	8	320	50% A.M.R.	axial	02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	563.8	56875.5	285.91	89.34	89.74
M3	9	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	565.4	57654.7	285.42	89.19	
M3	10	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	574.8	58613.3	290.16	90.68	
M3	11	320			02/05/2022	16/05/2022	28	1	202.0	777.4	79154.4	391.52	122.35	
M3	12	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	778.5	79384.9	392.99	122.81	
M3	13	320	50% A.M.R.	axial	02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	781.7	79885.1	393.45	122.95	122.82
M3	14	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	784.5	79996.7	396.02	123.76	
M3	15	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	774.8	79007.6	391.13	122.23	

En la Tabla 61, los resultados de compactación después de 28 días de la pavimentadora usando agregado con 50% de agregado fino reciclado y agregado grueso están dentro de los requisitos, con un límite elástico que alcanza el 122% a más de 320 kg/cm². Las normas NTP 399.611 y ASTM C 140-06 establecen que la resistencia a la compresión después de 28 días debe ser de aproximadamente 320 kg/cm².

Figura 18

Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 50% a los 7, 14 y 28 días.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 62

Fuerza de compresión del adoquín de M4 Resistencia a la compresión de los adoquines al agregar 60% de agregado reciclado

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO M4 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22														
N° de serie	N° de testigo	resist. de especific. f'c= (kg/cm ²)	diseño	tipo de rotura	fecha de ensayo		edad	slu mp	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 (%)
M4	1	320	60% A.M.R	axial	02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	394.5	40227.8	199.15	62.23	63.02
	2	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	398.5	40635.7	201.17	62.86	
	3	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	394.5	41339.3	204.65	63.95	
	4	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	394.5	40227.8	199.15	62.86	
	5	320			02/05/2022	09/05/2022	7	1	202.0	405.4	41339.3	204.65	63.95	
M4	6	320	60% A.M.R	axial	02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	524.5	53484.1	264.77	82.74	82.69
	7	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	518.4	52862.1	261.69	81.78	
	8	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	524.5	53484.1	264.77	82.74	
	9	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	518.4	52862.1	261.69	81.78	
	10	320			02/05/2022	16/05/2022	14	1	202.0	529.7	54014.4	267.40	83.56	
M4	11	320	60% A.M.R	axial	02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	689.5	70309.4	348.07	108.77	108.02
	12	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	684.7	69820.0	345.64	108.01	
	13	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	689.5	70309.4	348.07	108.77	
	14	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	684.7	69820.0	345.64	108.01	
	15	320			02/05/2022	30/05/2022	28	1	202.0	680.1	69350.9	343.32	107.29	

Fuente: Elaboración propia

Mediante la tabla 62, se presenta el resultado frente a la resistencia a compresión a los 28 días de elaboración de los adoquines, donde se utilizó el 60% de agregado fino y grueso reciclado, llegando a obtener resultados que cumplen con los requisitos mínimos para ser empleados para el concreto resistente de tipo I.

Figura 19

Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 60% a los 7, 14 y 28 días

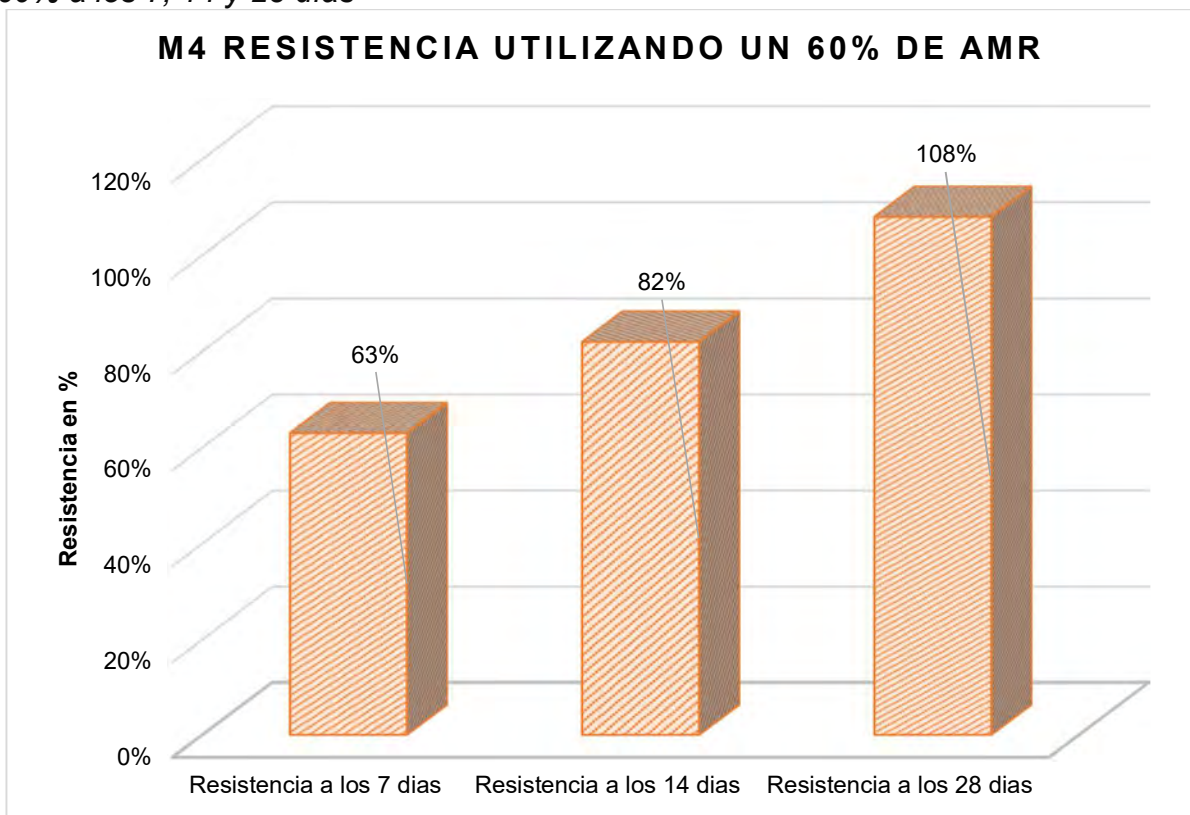


Tabla 63

Fuerza de compresión del adoquín de M5 Resistencia a la compresión de los adoquines al agregar 100% de agregado reciclado

ENSAYOS A COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO M5														
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 704, ASTM C 39, AASHTO T 22														
N.º 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 (%)
M5	1	320			01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	378.0	38545.3	190.82	59.63	
M5	2	320			01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	373.0	38035.4	188.29	58.84	
M5	3	320	A.M.R.	axial	01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	378.0	38545.3	190.82	59.63	59.68
M5	4	320			01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	373.0	38035.4	188.29	58.84	
	5	320			01/05/2022	08/05/2022	7	1	202.0	384.0	39157.1	193.85	60.58	
M5	6	320			01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	527.3	53769.6	266.19	83.18	
M5	7	320			01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	520.4	53066.0	262.70	82.09	
M5	8	320	A.M.R.	axial	01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	527.3	53769.6	266.19	83.18	82.97
M5	9	320			01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	520.4	53066.0	262.70	82.09	
	10	320			01/05/2022	15/05/2022	14	1	202.0	530.1	54055.1	267.60	83.62	
M5	11	320			01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	610.8	62284.3	308.34	96.36	
M5	12	320			01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	609.9	62192.5	307.88	96.21	
M5	13	320	A.M.R.	axial	01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	610.8	61325.7	308.34	96.36	95.81
M5	14	320			01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	609.9	62284.3	307.88	96.21	
	15	320			01/05/2022	29/05/2022	28	1	202.0	601.4	61325.7	303.59	94.87	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior, se muestra que al agregar un 100% de agregado fino y 100% de agregado grueso, la resistencia del adoquín no cumple con los parámetros establecidos por las normas aplicables al tipo I de concreto.

Figura 20

Incremento de resistencia en porcentajes del Adoquín con material reciclado con 100% a los 7, 14 y 28 días

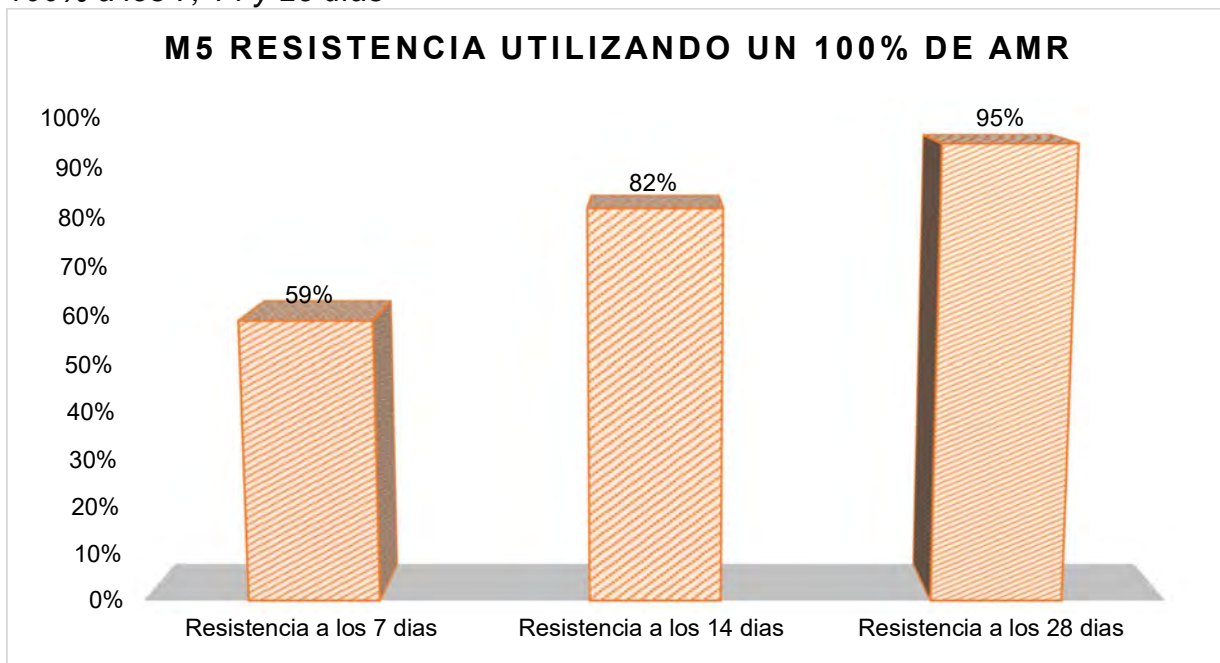


Tabla 64

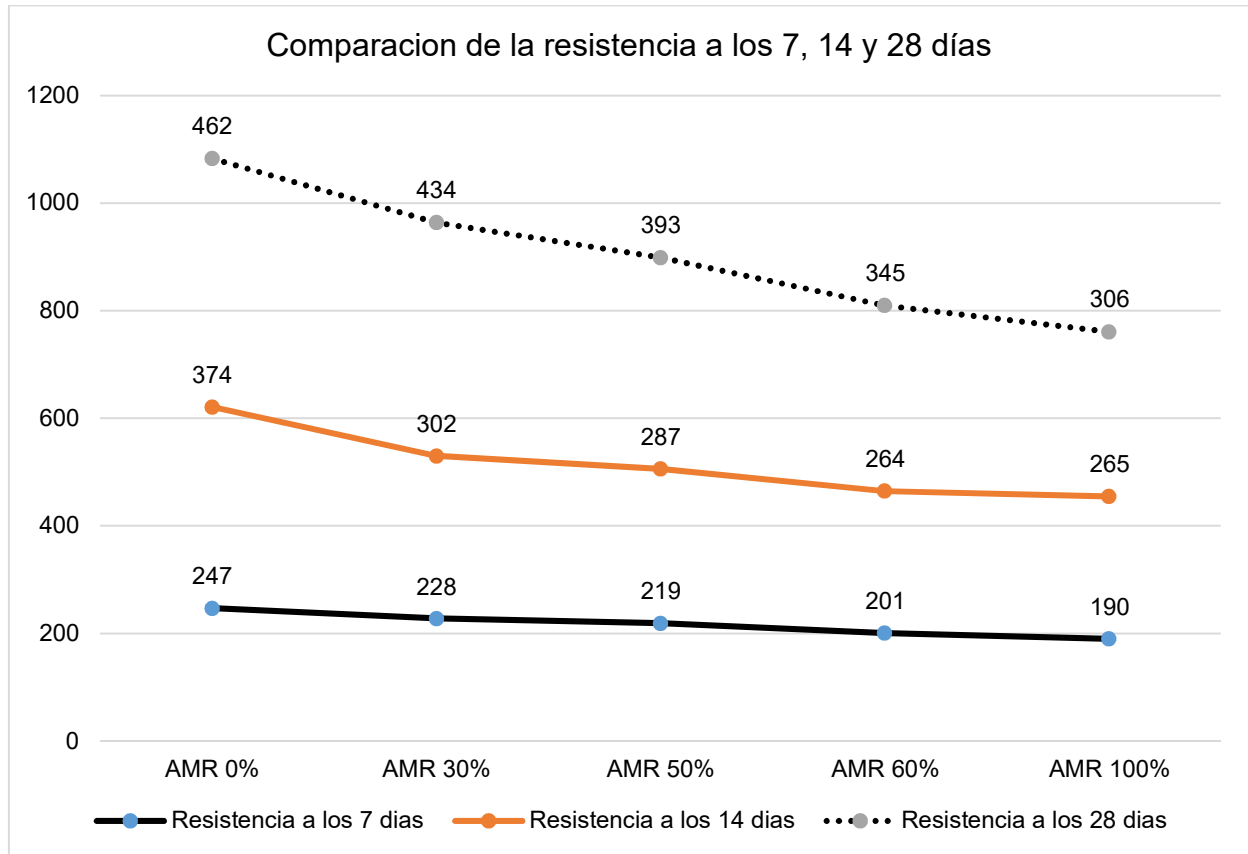
Promedio de la comparación de resistencias a compresión a los 7, 14, y 28 días

	AMR 0%	AMR 30%	AMR 50%	AMR 60%	AMR 100%
Resistencia a los 7 días	247	228	219	201	190
Resistencia a los 14 días	374	302	287	264	265
Resistencia a los 28 días	462	434	393	345	306

Fuente: Elaboración propia

Figura 21

Comparación de la resistencia del adoquín con material reciclado a los 7, 14 y 28 días.



Donde:

- Agregado de material reciclado al 0% (AMR 0%)
- Agregado de material reciclado al 30% (AMR 30%)
- Agregado de material reciclado al 50% (AMR 50%)
- Agregado de material reciclado al 60% (AMR 60%)
- Agregado de material reciclado al 100% (AMR 100%)

4.2. Discusión de resultados

I. Discusión de resultado del objetivo específico OE1.

Frente al primer objetivo específico, se obtuvieron los siguientes resultados:

- A los 7 días la resistencia promedio a compresión axial de concreto patrón fue de $f'c = 462.20 \text{ kg/cm}^2$ y con las integraciones de 30%, 50%, 60% y 100% de agregado estructural reciclado se obtuvieron las resistencias a compresión axial de los adoquines en promedio de $f'c = 228 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 220 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 202 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 190 \text{ kg/cm}^2$ de manera respectiva.

- A los 14 días, la resistencia promedio a compresión axial de adoquín de concreto patrón fue de $f'c = 462.20 \text{ kg/cm}^2$ y con las integraciones de 30%, 50%, 60% y 100% de agregado estructural reciclado se obtuvieron las resistencias a compresión axial de los adoquines en promedio de $f'c = 303 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 287 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 264 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 265 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

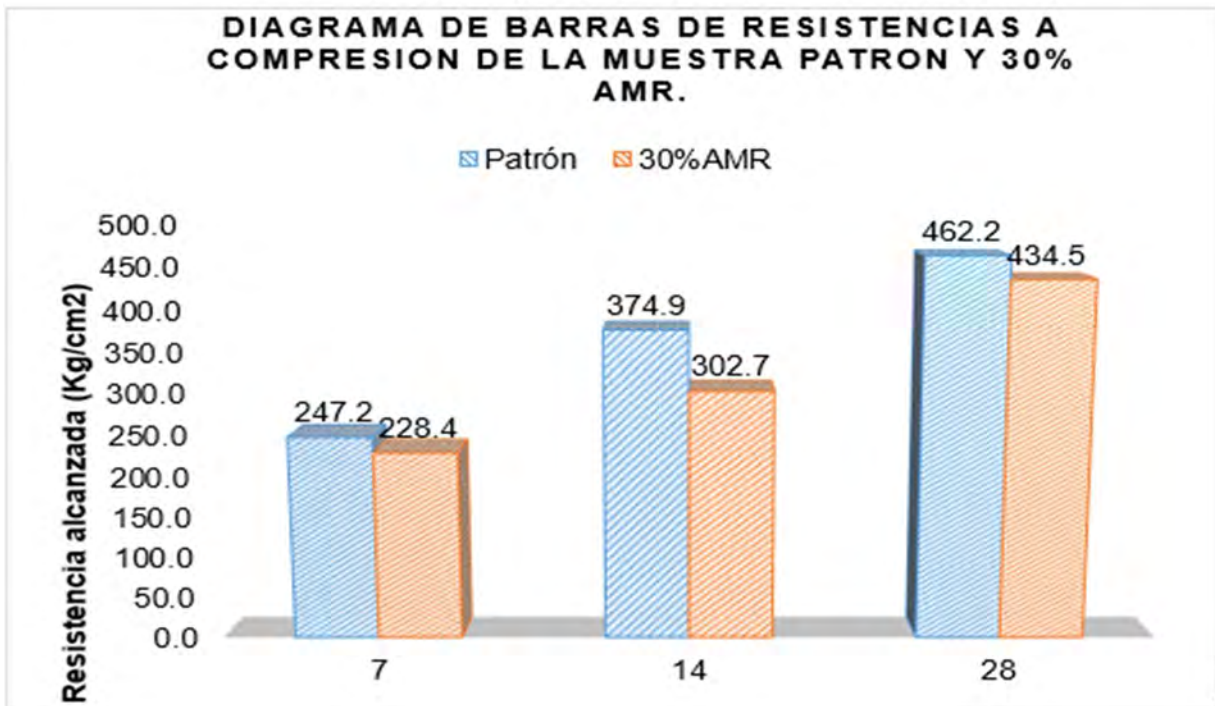
- A los 28 días, la resistencia promedio a compresión axial de concreto patrón fue de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ y con las integraciones de 30%, 50%, 60% y 100% de agregado estructural reciclado se obtuvieron las resistencias a compresión axial de los adoquines en promedio de $f'c = 434 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 393 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 345 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 306 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.

A continuación, el gráfico de los diagramas de barras permite evidencias la forma en la que el concreto estructural reciclado influye en la resistencia a compresión axial de adoquines de concreto $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ respecto a un adoquín patrón de $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ a la edad de 7, 14 y 28 días.

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 30% de AMR

Figura 22

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 30% de AMR

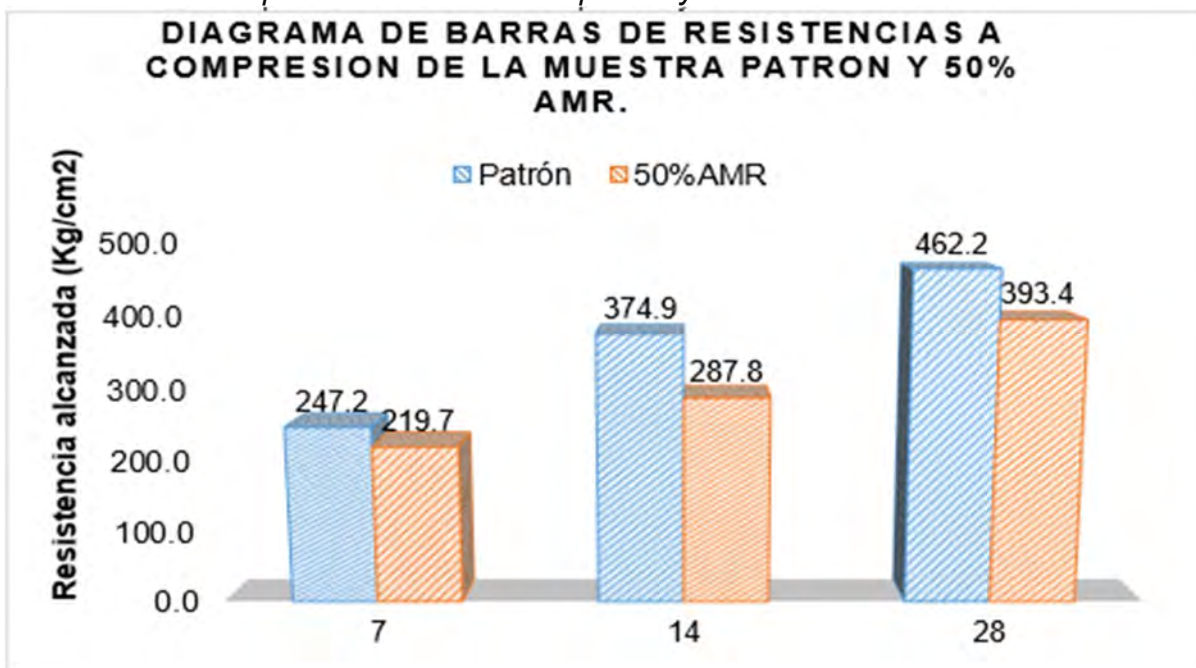


La muestra estándar alcanza una resistencia a la compresión de 462 kg/cm² el día 28 de fraguado frente al 30% de AMR, y cuando se sustituye el 30% de AMR se observa una resistencia media de 434 kg/cm².

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 50% de AMR

Figura 23

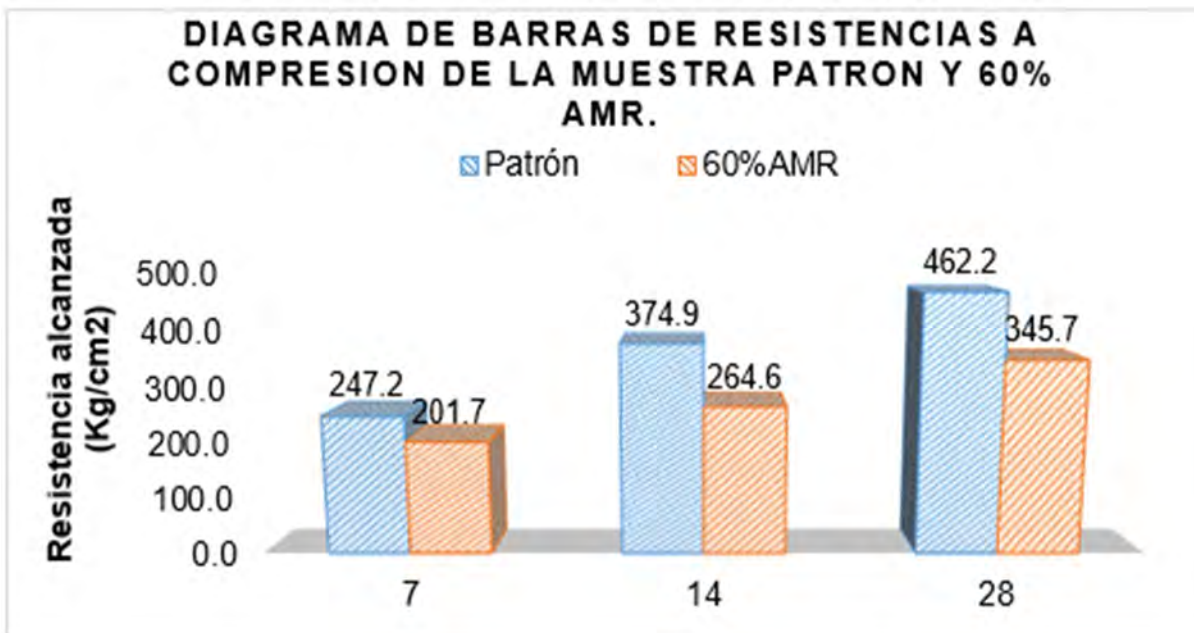
Resistencia a compresión de la muestra patrón y 50% de AMR.



Los resultados indican que la muestra patrón alcanza una resistencia a la compresión de 462.2 kg/cm² el día 28 de fraguado frente al 50% de AMR, y cuando se adiciona el 50% de AMR, la muestra patrón alcanza una resistencia media de 393.3 kg/cm².

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 60% de AMR**Figura 24**

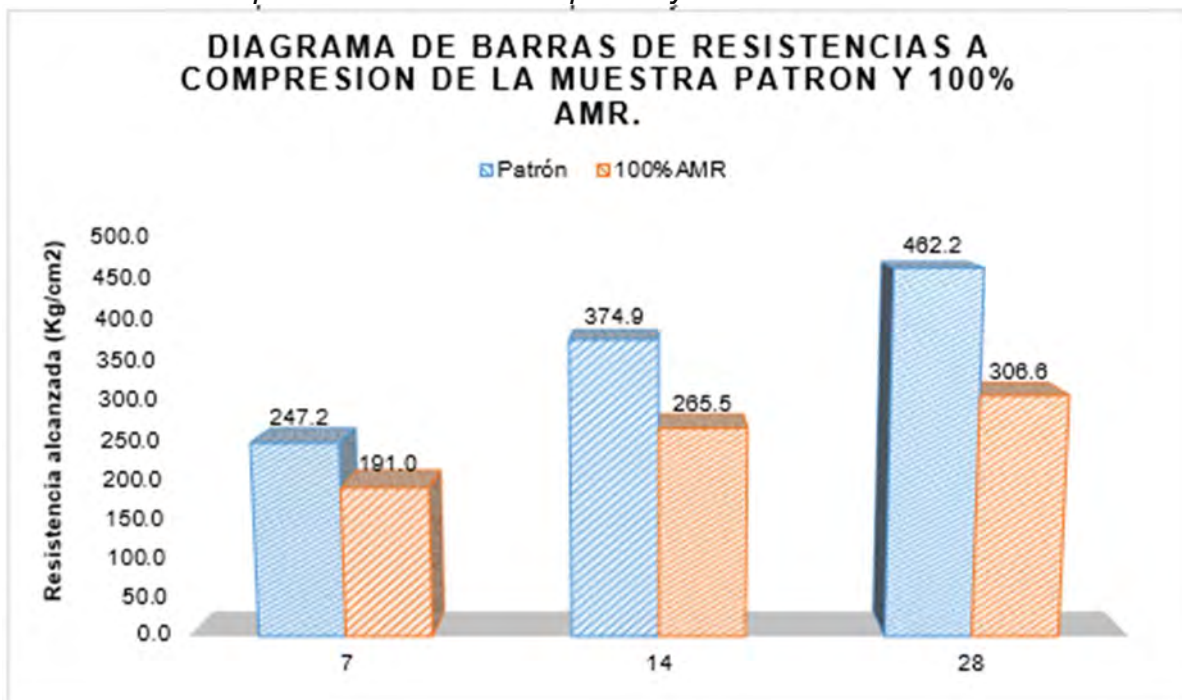
Resistencia a compresión de la muestra patrón y 60% de AMR.



Los resultados muestran que la muestra patrón alcanza una resistencia a la compresión de 462.2 kg/cm² al día 28 de fraguado frente al 60% de AMR, y al sustituir el 60% de AMR alcanza una resistencia media de 345.7 kg/cm².

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 100% de AMR**Figura 25**

Resistencia a compresión de la muestra patrón y 100% de AMR.

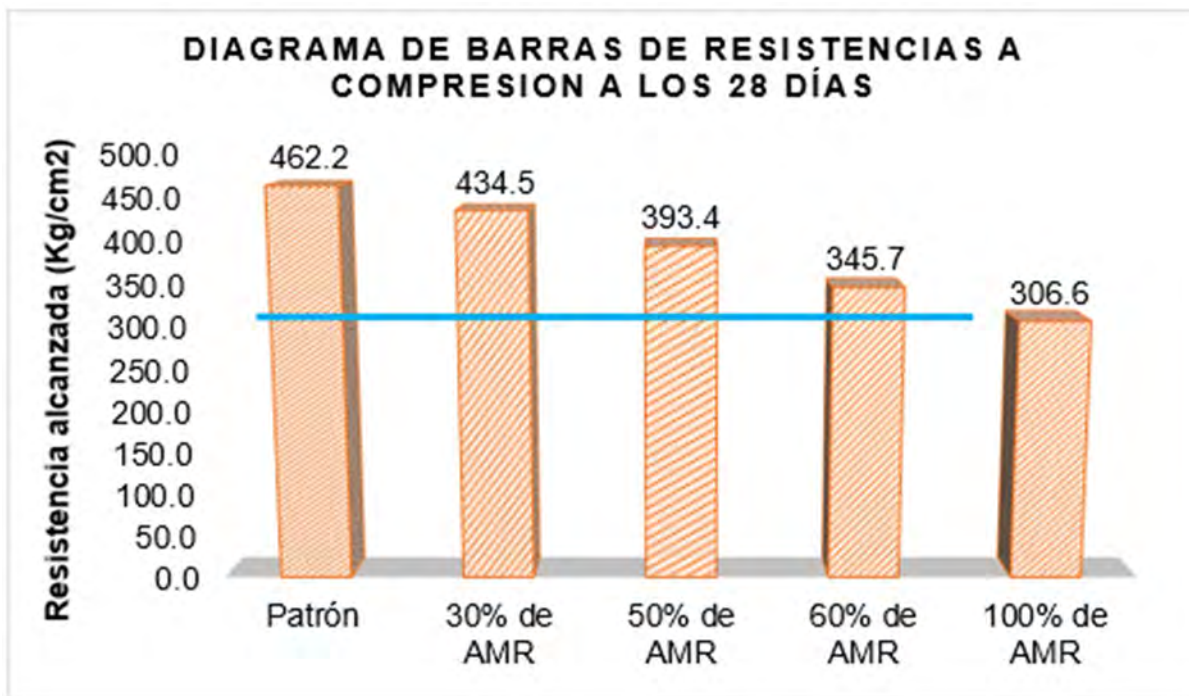


De acuerdo con los resultados, la muestra estándar alcanza una resistencia a la compresión de 462.2 kg/cm² en el día 28 de fraguado, mientras que usando 100 por ciento AMR como reemplazo, se obtiene una resistencia promedio de 306.6 kg/cm².

Resistencia a compresión de la muestra patrón, 30%, 50%, 60% y 100% de AMR a los 28 días

Figura 26

Resistencia a compresión de la muestra patrón, 30%, 50%, 60% y 100% de AMR a los 28 días



Los diagramas de barras demuestran que las resistencias encontradas por los porcentajes de sustitución de 30%, 50%, 60% y 100% en comparación con la muestra estándar son variables, al igual que los porcentajes de sustitución de A. M. R, se utilizaron en nuestro estudio para reemplazar el agregado natural en el concreto A.M.R tiene un comportamiento dentro del NTP de hasta 30%, 50% y 60%, respectivamente. Sin embargo, no alcanza la resistencia necesaria, según la NTP, aun reemplazando el agregado con material 100% reciclado.

Resultados que presentan coincidencias con los de **Ramos** (2018), en su Investigación, quien determino las resistencias obtenidas a los 28 días incorporando agregado reciclado son de adoquín patrón 0% (396.1 kg/cm²). Estos resultados nos

indica que la adición en mayor porcentaje disminuye la resistencia y no cumple con la norma técnica peruana kg/cm^2

II. Discusión de resultados del objetivo específico OE2.

- De los resultados obtenidos después de realizar los ensayos del laboratorio del agregado estructural reciclado, se tiene que las propiedades físicas como se muestra en la tabla N° 23 y N° 50 y las propiedades mecánicas como se observa en el tabla N° 18 Y N° 43, donde las propiedades cumplen y se encuentran dentro de los parámetros que rige la norma técnica peruana, por ello se obtiene las resistencias después de realizar la compresión axial de adoquines de concreto, donde cumplen con las resistencia de diseño de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$, adicionando en proporciones de 30%, 50% y 60% de agregado estructural reciclado.

Resultados que presentan similitud con los que **Velásquez** (2019) presentó, quien identificó que las propiedades físico-mecánicas del adoquín de concreto elaborado con material reciclado, empleado para la construcción del tránsito peatonal alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 330 kg/cm^2 , lo que cumple con los requisitos de la norma técnica peruana 399.611, que establece que la resistencia mínima debe ser de 320 kg/cm^2 . la norma técnica peruana 399.611, que indica que la resistencia mínima debe ser 320 kg/cm^2 .

III. Discusión de resultado del objetivo específico OE3.

- Teniendo en cuenta después de realizar en ensayo de compresión axial a los adoquines de concreto la resistencia máxima alcanzada fue a los 28 días, donde se obtuvieron la resistencia promedio de los adoquines de concreto

patrón es de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$, y la resistencia a las sustituciones de 30%, 50%, 60% y 100% con agregado estructural reciclado son de $f'c= 434 \text{ kg/cm}^2$, $f'c= 393 \text{ kg/cm}^2$, $f'c= 345 \text{ kg/cm}^2$, $f'c= 306 \text{ kg/cm}^2$, respectivamente, por ende de los resultados obtenidos de la resistencia a compresión axial de los adoquines, la integración o sustitución del agregado material reciclado es de 30% de AMR, ya que alcanzo una resistencia de $f'c= 434 \text{ kg/cm}^2$, llegando al 135.78% con respecto al concreto patrón de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$ como se muestra en la tabla N° 58.

Resultados que al ser confrontados con los de **Inocente (2020)**, quien identificó que el óptimo porcentaje de adición de agregado reciclado es de 20% y 40%, además cercanas o mayores al 60% no cumplen con la norma técnica peruana que es mínimo de $f'c= 320 \text{ kg/cm}^2$.

Sin embargo, estos resultados no coinciden con los datos que obtuvo **Ramos (2018)**, en su estudio, una tasa óptima de adición de agregado reciclado del 10% logró un resultado de compactación de $f'c= 321 \text{ kg/cm}^2$, mientras que el 0% y el 10% de agregados reciclados

4.3. Prueba de hipótesis

En la prueba de hipótesis se hará uso de la prueba t-Student, y se seguirá de la siguiente forma siguiente:

$$H_0: U_1=U_2$$

$$H_1: U_1 \neq U_2$$

Estadístico de Prueba

$$t = \frac{x_1 - x_2}{\sqrt{\frac{Sc^2}{n_1} + \frac{Sc^2}{n_2}}}$$

Donde:

t = Estadístico t calculado

x_1 ; x_2 = medias muestrales

Sc^2 = Varianza común.

$$Sc^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

Que sigue una distribución t con n_1+n_2-2 grado de libertad

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) si $t > t(1-\frac{\alpha}{2}, (n_1+n_2-2))$ (valor crítico)

Hipótesis General

H_1 = El análisis de la reutilización del concreto estructural como adoquines de concreto cumple las normas para ser reutilizado en los caminos de herradura, Abancay 2022.

H_0 = El análisis de la reutilización del concreto estructural como adoquines de concreto no cumple las normas para ser reutilizado en los caminos de herradura, Abancay 2022.

$H_0: U_1 = U_2$

$H_1: U_1 \neq U_2$

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 30%

Tabla 65

Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 30% con AMR

Datos de rotura		
Edad	Muestra patrón	30% AMR
28 días	456.85	436.41
	462.91	432.22
	456.85	432.22
	466.95	436.41
	462.91	434.74

Grado de significancia = 0.05

Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de Student)

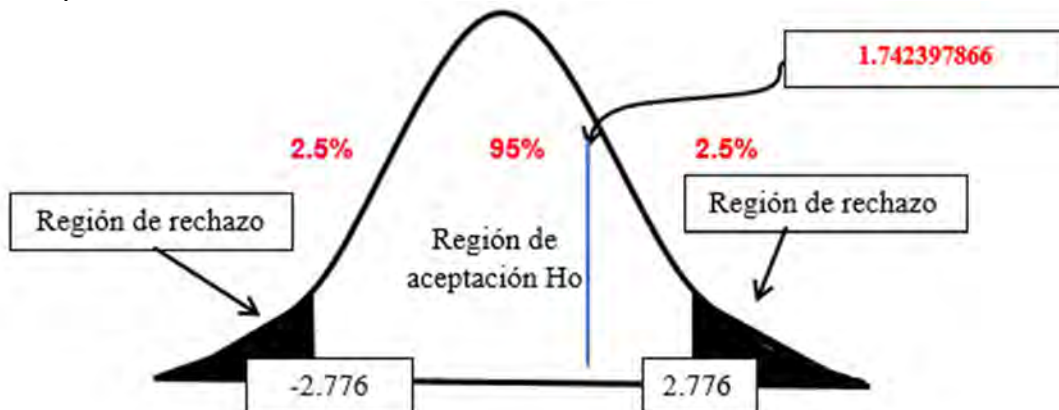
Tabla 66

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales con 30% de AMR

	Muestra Patrón	30% de AMR
Media	462.2366667	434.4566667
Varianza	25.84253333	4.449233333
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	15.14588333	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	1.742397866	
P($T \leq t$) una cola	0.000471667	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P($T \leq t$) dos colas	0.000943335	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Fuente: Elaboración propia

Figura 27
Campana de Gauss del 30% de AMR.



Los resultados de la Campana de Gauss determinan que el valor estadístico se encuentra dentro del parámetro de aceptación, entonces, la prueba se acepta al sustituir 30 % de AMR., por otro lado, cumple las normas para la elaboración de adoquines de concreto ya que el promedio de la resistencia a los 28 días es de 434 (kg/cm²) y esta cifra es mayor a la resistencia de especifica $f'_c = 320$ (kg/cm²) y está dentro de las NTP.

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 50%

Tabla 67

Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 50% con AMR.

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	50% A.M.R
28 días	456.85	391.52
	462.91	392.99
	456.85	393.45
	466.95	396.02
	462.91	391.13

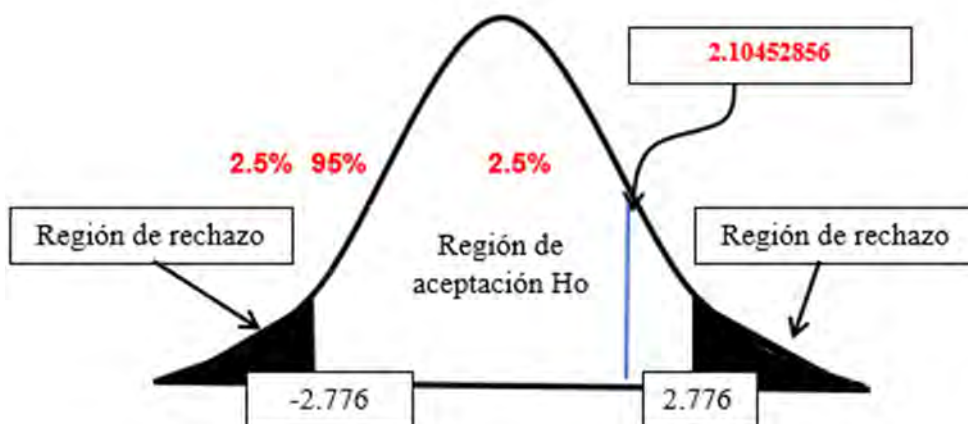
Grado de significancia = 0.05

Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de Student)

Tabla 68*Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales 50% AMR*

	Muestra patrón	50% A.M.R
Media	462.2366667	393.38
Varianza	25.84253333	6.0921
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	15.96731667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	2.10452856	
P(T<=t) una cola	1.48986E-05	
Valor crítico de t (una cola)	2.131846786	
P(T<=t) dos colas	2.97972E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2.776445105	

Fuente: Elaboración propia

Figura 28*Campana de Gauss del 50% de AMR*

Los resultados muestran que el valor estadístico t está dentro de la región de aceptación, entonces, la prueba se acepta al sustituir 50% de AMR., por otro lado, cumple las normas para la elaboración de adoquines de concreto ya que el promedio

de la resistencia a los 28 días es de 393 (kg/cm²)" y esta cifra es mayor a la resistencia de específica $f'_c = 320$ (kg/cm²)" y está dentro de las NTP.

Prueba de hipótesis a los 28 días con AMR del 60%

Tabla 69

Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 60% con AMR.

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	60% AMR.
28 días	456.85	348.07
	462.91	345.64
	456.85	348.07
	466.95	345.64
	462.91	343.32

Grado de significancia = 0.05

Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de Student)

Tabla 70

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales con 60% M.G.R

	Muestra patrón	60% AMR.
Media	462.236667	345.676667
Varianza	25.8425333	5.64163333
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	15.7420833	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	2.9802407	
P(T<=t) una cola	1.7809E-06	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	
P(T<=t) dos colas	3.5617E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.77644511	

Fuente: Elaboración propia

Figura 29
Campana de Gauss del 60% de AMR



En la figura se muestra que el resultado, está fuera de la región de aceptación, entonces, la prueba se rechaza al sustituir 60% de AMR., por otro lado, cumple las normas para la elaboración de adoquines de concreto ya que el promedio de la resistencia a los 28 días es de $345 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ y esta cifra es mayor a la resistencia de especifica $f'c= 320 \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ y está dentro de las NTP.

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

Tabla 71

Comparación de la resistencia a compresión de la muestra patrón con la muestra con sustitución de 60% con AMR.

Edad	Datos de rotura	
	Muestra patrón	100% AMR.
28 días	456.85	308.34
	462.91	307.88
	456.85	308.34
	466.95	307.88
	462.91	303.59

Grado de significancia = 0.05

Valor de control (t_c) = 2.776 (Según la tabla de valores de T de la distribución de Student)

Tabla 72

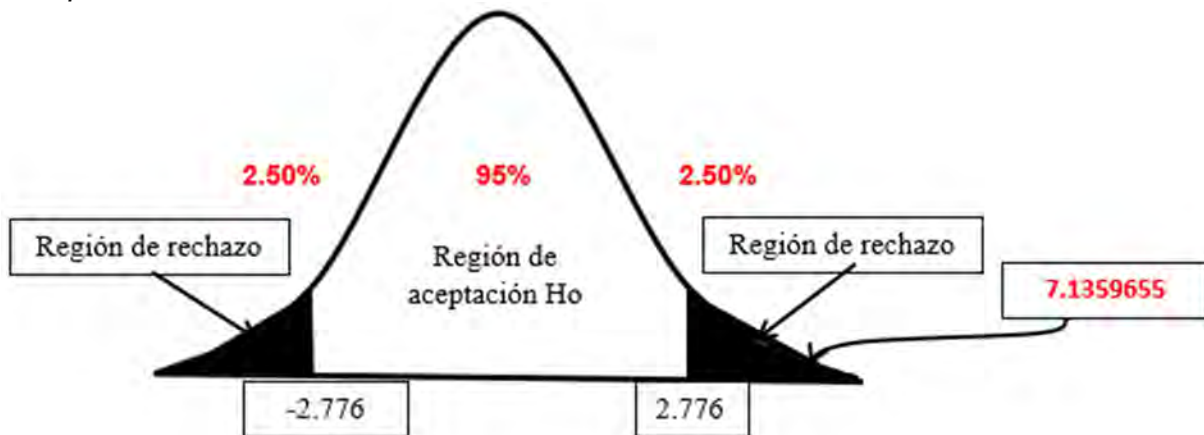
Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales 100% AMR.

	<i>Muestra patrón</i>	<i>100% AMR.</i>
Media	462.236667	306.603333
Varianza	25.8425333	6.86303333
Observaciones	5	5
Varianza agrupada	16.3527833	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	8	
Estadístico t	7.1359655	
P(T<=t) una cola	6.0591E-07	
Valor crítico de t (una cola)	2.13184679	
P(T<=t) dos colas	1.2118E-06	
Valor crítico de t (dos colas)	2.77644511	

Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Campana de Gauss del 100% de AMR



La tabla 30, demuestra el rechazo de la hipótesis, ya que el valor estadístico t está fuera de la región de aceptación, lo que demuestra que al sustituir 100% de AMR., no se cumple las normas para la elaboración de adoquines de concreto ya que el promedio de la resistencia a los 28 días es de 306 (kg/cm²)" y esta cifra es menos a la resistencia de especifica f'c= 320 (kg/cm²)" y no está dentro de las NTP.

Hipótesis específica

H1= El análisis de la utilización del concreto estructural proveniente de la demolición de viviendas de la ciudad de Abancay, es adecuado en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

H0= El análisis de la utilización del concreto estructural proveniente de la demolición de viviendas de la ciudad de Abancay, no es adecuado en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto a ser reutilizado en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022.

H₀: U₁=U₂

H₁: U₁≠U₂

Resumen de las propiedades del agregado

Tabla 73

Comparación de las características del agregado grueso

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	65%MR	100%MPR
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,474	1,392	1,337	1,309	1,200
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,562	1,479	1,424	1,396	1,286
Peso Especifico	Kg/m ³	2.647	2.523	2.441	2.399	2.234
Absorción	%	1.249	3.302	4.671	5.355	8.092
Humedad Natural	%	0.200	0.200	0.200	0.200	0.788
Módulo de Fineza	mm	7.362	7.362	7.362	7.362	7.362
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74*Comparación de las características del agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	65%MR	100%MPR
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,590	1,573	1,561	1,555	1,352
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,775	1,702	1,653	1,628	1,531
Peso Especifico	Kg/m ³	2.661	2.537	2.455	2.414	2.249
Absorción	%	1.350	3.366	4.710	5.381	8.069
Humedad Natural	%	0.60	0.60	0.60	0.60	1.73
Módulo de Fineza	mm	2.765	3.055	3.252	3.349	3.739
Tamaño Nominal	Pulg.	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"
Máximo						

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75*Resumen del Peso unitario suelto del agregado grueso*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MPR
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,474	1,392	1,337	1,309	1,200

Tabla 76*Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado grueso***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00002	4	1,30950	,080732	,040366

Tabla 77*Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario suelto del agregado grueso***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 1.474						
	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00002	-4,075	3	,027	-,164500	-,29296	-,03604

Tabla 78*Comparación del Peso Unitario Compactado agregado grueso*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,562	1,479	1,424	1,396	1,286

Tabla 79*Datos estadísticos sobre el peso unitario Compactado agregado grueso***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00001	4	1,39625	,081184	,040592

Tabla 80*Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso unitario compacto del agregado grueso***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 1.562

	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00001	-4,083	3	,027	-,165750	-,29493	-,03657

Tabla 81*Comparación del Peso Específico agregado grueso*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Peso Específico		2.647	2.523	2.441	2.399	2.234

Tabla 82*Datos estadísticos sobre el peso Específico agregado grueso***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00002	4	2399,25000	121,606949	60,803474

Tabla 83

Resultados obtenidos en el programa SPSS del peso específico del agregado grueso

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 2.647						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00002	39,416	3	,000	2396,603000	2203,09921	2590,10679

Tabla 84

Comparación de la Absorción agregado grueso

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MPR
Absorción	%	1.249	3.302	4.671	5.355	8.092

Tabla 85

Datos estadísticos sobre el Absorción del agregado grueso

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00003	4	5355,00000	2014,434081	1007,217040

Tabla 86

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

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1.249						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00003	5,315	3	,013	5353,751000	2148,33685	8559,16515

Tabla 87

Comparación de la Humedad Natural agregado grueso

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MPR
Humedad Natural	%	0.2	0.2	0.2	0.2	0.788

Tabla 88*Datos estadísticos sobre la Humedad Natural del agregado grueso***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00004	4	198,50000	393,000000	196,500000

Tabla 89*Resultados obtenidos en el programa SPSS de la humedad natural del agregado grueso***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 0.2

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00004	1,009	3	,387	198,300000	-427,05070	823,65070

Tabla 90*Comparación del Módulo de Fineza agregado grueso*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Módulo de Fineza		7.362	7.362	7.362	7.362	7.362

Tabla 91*Datos estadísticos sobre el módulo de firmeza del agregado grueso***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00005	4	7362,00000	,000000 ^a	,000000

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

Tabla 92*Comparación del Tamaño Nominal Máximo agregado grueso*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MPR
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"

Tabla 93*Datos estadísticos sobre la Tamaño máximo del agregado grueso***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00005	4	7362,00000	,000000 ^a	,000000

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

Tabla 94*Comparación del Peso Unitario Suelto agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MPR
Peso Unitario Suelto	kg/m ³	1,590	1,573	1,561	1,555	1,352

Tabla 95*Datos estadísticos sobre el peso unitario suelto del agregado fino***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00001	4	1,5103	,10577	,05288

Tabla 96*Resultados obtenidos en el programa SPSS del Peso unitario suelto del agregado fino***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 1.590

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00001	-1,508	3	,229	-,07975	-,2480	,0885

Tabla 97*Comparación del Peso Unitario Compactado agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Peso Unitario Compactado	kg/m ³	1,775	1,702	1,653	1,628	1,531

Tabla 98*Datos estadísticos sobre el peso unitario compacto del agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00002	4	1,6285	,07190	,03595

Tabla 99*Resultados obtenidos en el programa SPSS del Peso unitario compacto del agregado fino*

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1.775						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00002	-4,075	3	,027	-,14650	-,2609	-,0321

Tabla 100*Comparación del Peso Específico agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Peso Especifico		2.661	2.537	2.455	2.414	2.249

Tabla 101*Datos estadísticos sobre el peso específico del agregado fino*

Estadísticas para una muestra				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00003	4	2413,7500	121,15383	60,57691

Tabla 102*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
VAR00003	39,80	3	,000	2411,08900	2218,3062	2603,8718

Tabla 103*Comparación del Absorción agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Absorción	%	1.35	3.366	4.71	5.381	8.069

Tabla 104*Datos estadísticos sobre la Absorción del agregado fino***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00004	4	4321,7500	3209,65350	1604,82675

Tabla 105*Resultados obtenidos en el programa SPSS del Absorción del agregado fino***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 1.35						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00004	2,692	3	,074	4320,40000	-786,8750	9427,6750

Tabla 106*Comparación del Humedad Natural agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	25%MR	45%MR	65%MR	100%MP R
Humedad Natural	%	0.6	0.6	0.6	0.6	1.73

Tabla 107*Datos estadísticos sobre la Humedad Natural del agregado fino***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00005	4	47,7500	83,50000	41,75000

Tabla 108*Resultados obtenidos en el programa SPSS del Humedad Natural del agregado fino***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 0.6						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00005	1,129	3	,341	47,15000	-85,7171	180,0171

Tabla 109*Comparación del Módulo de Fineza agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Módulo de Fineza		2.765	3.055	3.252	3.349	3.739

Tabla 110*Datos estadísticos sobre la Modulo de firmeza del agregado fino***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00006	4	3348,7500	287,48609	143,74304

Tabla 111*Resultados obtenidos en el programa SPSS del Módulo de Firmeza del agregado fino***Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 2.765						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
VAR00006	23,278	3	,000	3345,98500	2888,5305	3803,4395

Tabla 112*Comparación del Tamaño Nominal Máximo agregado fino*

DESCRIPCION	UNIDAD	MPC	30%MR	50%MR	60%MR	100%MP R
Tamaño Nominal Máximo	Pulg.	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"	3/8"

Tabla 113*Datos estadísticos sobre la Tamaño máximo del agregado fino***Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
VAR00005	4	7362,00000	,000000 ^a	,000000

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

CONCLUSIONES

1. GENERAL: De los resultados obtenidos en el laboratorio determinamos que, el material estructural reciclado proveniente de la demolición de viviendas es aprovechable significativamente, para la reutilización en la elaboración de adoquines de concreto, debido a que las resistencias alcanzadas cumplen con los parámetros de la NTP.
2. De los resultados obtenidos en el laboratorio con las integraciones en porcentajes de concreto estructural reciclado en 30%, 50%, 60% y 100%, se determina la influencia con los valores promedios que se obtuvieron de la resistencia a compresión axial de los adoquines a la edad de 7, 14 y 28, cuyos valores se muestran en la tabla N° 57, N° 58, N° 59, N° 60 y N° 61.
3. De los resultados que se obtuvieron en el laboratorio se conoce que las propiedades físicas y mecánicas del agregado estructural reciclado se muestran en la tabla N° 50 y la tala N° 43 donde la resistencia al desgaste del agregado estructural reciclado es de 34.90% sin embargo, estos no exceden los parámetros permitidos por el MTC, por tanto, determinamos que influyen en las propiedades de los adoquines de concreto para tratamiento de caminos de herradura.
4. De los resultados obtenidos en el laboratorio se reconoce que, el porcentaje óptimo de la composición de la mezcla en la elaboración de adoquines de concreto con material estructural reciclado es de 30%, obteniendo los datos de compresión axial a los 28 días, donde alcanzó una resistencia de 434 kg/cm², llegando al 135.78% respecto al adoquín de concreto patrón, este valor cumple a lo establecido en los parámetros de la NTP 339.611, por tanto el porcentaje

mencionado del agregado estructural reciclado es aprovechable para la reutilización en elaboración de adoquines de concreto para tratamientos de caminos de herradura.

RECOMENDACIONES

1. GENERAL: Según los resultados obtenidos en el laboratorio se recomienda utilizar las proporciones del 30%, 50% y 60% de A.M.R. para la elaboración de los adoquines de concreto tipo I, se puede aprovechar en usos no solamente en caminos de herradura, también se puede dar uso en caminos de menor tráfico, en las veredas peatonales y en los parques recreacionales de la ciudad de Abancay, no es recomendable utilizar adoquines donde se use el 100% con A.M.R. Ya que no llega a cumplir los parámetros de la resistencia a compresión axial de acuerdo a las NTP.
2. Para futuras investigaciones se recomienda realizar estudios con adición de aditivos que permita mejorar la resistencia a compresión, para así reutilizar al 100 % el concreto estructural reciclado en elaboración de los adoquines de concreto tipo I para tratamientos de camino de herraduras, veredas peatonales, además poder tener más opciones en la aplicación de este material reciclado para adoquinados de tipo II para tránsito vehicular ligero en las calles de la ciudad de Abancay.
3. Se recomienda realizar el uso de agregado estructural reciclado para mitigar la contaminación del medio ambiente, sin embargo, previo a un estudio de costo que genere utilizar agregado reciclado en obras de pavimentaciones de caminos peatonales.
4. Se recomienda para la reutilización del concreto reciclado proveniente de la demolición de pistas, viviendas y otras construcciones, ubicar zonas de acopio y/o botaderos de los desmontes con la finalidad de mitigar la contaminación ambiental.

ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

Presupuesto

Tabla 114

Presupuesto de la investigación

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Compra de materiales como agregado	Global	Global	S/ 800.00
Pago a laboratorios	Global	Global	S/ 1,000.00
Movilidad de tesista	1 tesistas	S/ 200.00	S/ 200.00
Movilidad de materiales	10 cubos	S/ 100.00	S/ 100.00
Tapeado e Impresión de 100 hojas	100 unidades	S/ 100.00	S/ 100.00
Papel Bond 60gr.	5 millar	S/ 70.00	S/ 70.00
Recargas virtuales	100 horas	S/ 100.00	S/ 100.00
Servicio de internet	2	S/ 100.00	S/ 200.00
Alquiler de cámara	1 cámara	S/ 20.00	S/ 20.00
Refrigerios	1 persona	S/ 10.00	S/ 100.00
Aspectos administrativos			S/ 1,000.00
Otros gastos			S/ 1,000.00
Pagos por tramites universitarios			S/ 1,500.00
Banquete en el día de la graduación			S/ 1,000.00
Total			S/7,190.00

Cronograma de actividades

Tabla 115

Cronograma de actividades

N°	Actividades	2021-2023				
		Set – Dic 21	Ene – Abr 22	May – Jul 22	Ago – Dic 22	Ene – Oct 23
1	Búsqueda de asesor	x				
2	Determinación de tema de investigación	x				
3	Planteamiento del Problema	x				
4	Desarrollo de los objetivos	x				
5	Desarrollo del marco teórico	x				
6	Desarrollo de la Hipótesis	x				
7	Realización de la metodología de Investigación.	x				
8	Administración del Anteproyecto	x				
9	Presentación del Anteproyecto de Investigación		x			
10	Corrección de las Observaciones		x			
11	Aprobación del proyecto de investigación		x			
12	Profundización de marco teórico		x			
13	Trabajo de campo		x			
14	Procesamiento de datos		x			
15	Interpretación de datos		x			
16	Elaboración de conclusiones y recomendaciones			x		
17	Realización del primer borrador del informe			x		
18	presentación del informe de tesis				x	
19	Levantamiento de observaciones					x
20	Aprobación del informe final					x
21	Sustentación del informe final					x

Fuente de financiamiento

La fuente de financiamiento y parte economía de compra de materiales, laboratorios y traslado correrá a cargo del investigador, así como la compra de materiales para determinar el Análisis y evaluación del concreto estructural a ser reutilizado como adoquines de concreto en el tratamiento de caminos de herradura, Abancay 2022

BIBLIOGRAFÍA

- 2025, C. (2019). *Escombros de la construcción llenarían 15 veces el Estadio Nacional para 2025 ¿Qué hacemos para evitarlo?* 05 de Noviembre.
<https://construye2025.cl/2019/11/05/escombros-de-la-construccion-llenarian-15-veces-el-estadio-nacional-para-2025-que-hacemos-para-evitarlo/>
- 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>
- Arias, J., & Covinos, M. (2021). Diseño y metodología de la investigación. In *Enfoques Consulting EIRL*.
<https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Bravo Hidalgo, D., Kessel, O., Bennia, A., Abderraouf Belkadi, A., & Kamel Khouadjia, M. (2023). Experimental investigation of High-Performance Concrete subjected to high temperatures. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1).
<https://doi.org/10.7764/RIC.00056.21>
- Ceballos, S., González, D., & Sánchez, J. (2021). Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RC&D) Generados en la Universidad del Valle Sede Meléndez para la Fabricación de Adoquines. *Investigación, Optimización y Nuevos Procesos En Ingeniería*, 34(1), 1–1.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8003038>
- 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
- Esteban, K. (2018). *Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018* [Tesis de pregrado: Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28021>

Galicia, M., & Velásquez, M. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de la canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f'c=210$ KG/CM²*. [Tesis de pregrado: Universidad Andina del Cusco]. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/348>

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza-Torres, C. P. (2018). Las rutas cuantitativa cualitativa y mixta. In *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*.

Inocente, R. (2020). *Propiedades físicas y mecánicas de adoquines de concreto con la adición de material reciclado de construcción, Los Olivos – 2020* [Tesis de pregrado: Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67187>

Juarez, P., Sanchez, E., & De la Cruz, S. (2023). Use of recycled steel fibers to improve the structural behavior of rigid pavement. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 27(120), 8–18. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i120.727>

Lovon, A., & Lovon, D. (2019). *Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas del adoquín 8 – Tipo II, utilizando agregado grueso procedente del concreto reciclado seleccionado, agregado fino de la Cantera de Cunyac y Vicho, cemento IP y agua potable comparado según la NTP* [Tesis de pregrado: Universidad Andina del Cusco].

https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/2798/Abelardo_Richard_Tesis_bachiller_2018_Part.1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mamani, J., & Tipiana, L. (2019). *Uso del concreto reciclado como agregado y su comportamiento en la resistencia, en adoquines de uso peatonal, Lima 2019* [Tesis de pregrado: Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46518>

Martínez, Y., & Póveda, J. (2015). *Fabricación de adoquín a partir de un sistema de*

aprovechamiento de escombros en obra [Tesis de pregrado: Universidad la Gran Colombia].

[https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4248/Monografia Sistema para Adquines hipervinculada.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/4248/Monografia%20Sistema%20para%20Adquines%20hipervinculada.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pariguamán, A., & Lasso, C. (2017). *Correlación entre las propiedades mecánicas de los adoquines ecológicos fabricados con agregados reciclados y adoquines convencionales*. [Tesis de pregrado: Universidad Central del Ecuador].

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12021>

Portilla, F., & Aysabucha, K. (2020). *Diseño de adoquines con mezclas asfálticas en caliente utilizando agregados reciclados y no reciclados* [Tesis de pregrado: Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/30640>

Ramos-Galarza, C. (2021). Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>

Ramos, J. (2018). *Dosificación del concreto reciclado para el uso en unidades de pavimentos de bajo tránsito, distrito de lince, lima 2018* [Tesis de pregrado: Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25367>

Supermix. (2006). *Adoquines de concreto*.

<https://www.supermix.com.pe/prefabricados/adoquines.html>

Tocto, N. (2020). *Análisis de ciclo de vida comparativo del adoquín para pavimento peatonal reciclado versus el convencional*. Tesis de pregrado: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Velasquez, E. (2019). *Elaboración de adoquines de concreto con material de demolición para tránsito peatonal – Villa El Salvador 2019* [Tesis de pregrado: Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47023>

Venegas, C., & Ucros, R. (2015). *Aprovechamiento de escombros como agregado*

grueso para la fabricación de adoquines estándar [Tesis de pregrado: Universidad de Cartagena]. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.57799/11227/7624>

Wikipedia. (2023). *Adoquín*. 26 de Mayo. <https://es.wikipedia.org/wiki/Adoquín>

Yirda, A. (2023). *Concreto*. 27 de Julio. <https://conceptodefinicion.de/concreto/>

Yura. (2020). *Agregados para la elaboración de concreto*. 20 de Septiembre. <https://www.yura.com.pe/blog/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>