

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

El tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino en la calidad del concreto para pavimento rígido

Para optar : El Grado Académico de Maestro en Ingeniería Civil
Mención en: Ingeniería de Transportes

Autor : Bach. SANABRIA GARAY LIZ ANGELLA

Asesor : Mtro. PAUTRAT EGOAVIL HENRY GUSTAVO

Línea de investigación : Transporte y Urbanismo.

Fecha de inicio : 01/03/2022

Fecha de culminación : 31/05/2023

Huancayo – Perú

Noviembre 2024

JURADO DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Dr. Williams Ronald Olivera Acuña
Presidente



Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed
Miembro



Mg. Jeannelle Sofia Herrera Montes
Miembro



Mtro. Carlos Alberto Gonzales Rojas
Miembro



Dr. Manuel Silva Infantes
Secretario Académico

Asesor:

Mtro. PAUSRAT EGOAVIL HENRY GUSTAVO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración. Agradezco su comprensión, paciencia y sacrificios durante todo el proceso de investigación. También dedico este trabajo a mis profesores y mentores, cuyo conocimiento y guía me han ayudado a crecer académicamente. Sin su orientación y motivación, este logro no habría sido posible. Por último, dedico este trabajo a todas aquellas personas que buscan mejorar la construcción sostenible, promoviendo prácticas más responsables con el medio ambiente. Que este estudio contribuya a la creación de un mundo más sustentable y consciente.

Liz Angella Sanabria Garay.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a cada una de las personas que contribuyeron lográndose así el cumplimiento de esta investigación. Inicialmente, agradezco a mi asesor, por guiarme de forma correcta, por apoyarme constantemente, además por brindarme sugerencias de gran valor en todo el proceso que llevó este proyecto. Su sapiencia y su experimentada carrera fueron idóneos en el proceso y la finalización exitosa de la investigación.

Adicionalmente mi agradecimiento al personal académico de la Universidad Peruana Los Andes quienes me proporcionaron las herramientas necesarias para llevar a cabo esta investigación.

Liz Angella Sanabria Garay

CONSTANCIA DE SIMILITUD



Oficina de
Propiedad Intelectual
y Publicaciones

NUEVOS TIEMPOS
NUEVOS DESAFIOS
NUEVOS COMPROMISOS

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0191 - POSGRADO - 2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**, titulada:

EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY**

Asesor(a) : **Mtro. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL**

Fue analizado con fecha **13/12/2024**; con **185 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

Excluye Citas.

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

Otro criterio (especificar)

X
X
X

El documento presenta un porcentaje de similitud de **18 %**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 13 de diciembre del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
CONSTANCIA DE SIMILITUD	vi
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	x
CONTENIDO DE FIGURAS	xv
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1. Descripción de la realidad problemática	20
1.2. Delimitación del problema	21
1.2.1. Temporal	21
1.2.2. Espacial	21
1.3. Formulación del problema	22
1.3.1. Problema general	22
1.3.2. Problemas específicos	22
1.4. Justificación	23
1.4.1. Social	23
1.4.2. Metodológica	23
1.4.3. Teórica	24
1.5. Objetivos	25
1.5.1. Objetivo general	25
1.5.2. Objetivos específicos	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	26
2.1 Antecedentes	26
2.1.1 Nacionales	26
2.1.2 Internacionales	27
2.2 Bases teóricas o científicas	30
2.2.1 Vidrio	30
2.2.2 El agregado fino como insumo para el pavimento rígido	31
2.2.3 El agregado grueso como insumo para concreto en pavimento rígido	31
2.2.4 Concreto para ser empleado en pavimento rígido	33
2.2.5 Consistencia del concreto	33

2.2.6	Contenido de aire	34
2.2.7	Resistencia a flexotracción del concreto	35
2.3	Marco conceptual	35
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS		37
3.1	Hipótesis general	37
3.2	Hipótesis específicas	37
3.3	Variables	38
3.3.1	Definición conceptual de las variables	38
3.3.2	Operacionalización de las variables	38
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA		39
4.1	Método de investigación	39
4.2	Tipo de investigación	39
4.3	Nivel de investigación	40
4.4	Diseño de la investigación	40
4.5	Población y muestra	40
4.5.1	Población	40
4.5.2	Muestra	42
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
4.6.1	Técnicas de recolección de datos	42
4.6.2	Instrumentos de recolección de datos	43
4.7	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	43
4.8	Aspectos éticos de la investigación	43
CAPÍTULO V: RESULTADOS		44
5.1	Descripción de resultados	48
5.1.1	Variación del asentamiento del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado	48
5.1.2	Variación del asentamiento del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión	51
5.1.3	Variación del contenido de aire del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado	53
5.1.4	Variación del contenido de aire del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión	55
5.1.5	Variación de la resistencia a flexo tracción sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado	57
5.1.6	Variación de la resistencia a flexo tracción del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión	67
5.2	Contrastación de hipótesis	81

5.2.1	Contrastación de hipótesis específica “a”	81
5.2.2	Contrastación de hipótesis específica “b”	83
5.2.3	Contrastación de hipótesis específica “c”	85
5.2.4	Contrastación de hipótesis específica “d”	86
5.2.5	Contrastación de hipótesis específica “e”	87
5.2.6	Contrastación de hipótesis específica “f”	93
	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	102
	CONCLUSIONES	107
	RECOMENDACIONES	111
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
	ANEXOS	115
	Matriz de consistencia	116
	Matriz de operacionalización de variables	118
	Certificados de calibración de equipos empleados en laboratorio	160
	Panel fotográfico	179

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Consideraciones granulométricas del agregado fino para elaborar concreto para pavimento rígido.	31
Tabla 2. Requisitos mínimos del agregado fino para concreto de pavimento rígido.	31
Tabla 3. Consideraciones granulométricas del agregado grueso para elaborar concreto para pavimento rígido.	32
Tabla 4. Requisitos mínimos del agregado grueso para concreto de pavimento rígido.	33
Tabla 5. Interpretación de los valores del asentamiento en el concreto.	34
Tabla 6. Operacionalización de las variables de la investigación.	38
Tabla 7. Número de muestras para la determinación del óptimo contenido de vidrio reciclado triturado.	42
Tabla 8. Número de muestras para la determinación del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado óptimo.	42
Tabla 9. Granulometría del agregado grueso.	44
Tabla 10. Caracterización del agregado grueso.	45
Tabla 11. Granulometría del agregado fino.	45
Tabla 12. Caracterización del agregado fino.	46
Tabla 13. Granulometría del vidrio reciclado y triturado.	47
Tabla 14. Caracterización del vidrio reciclado y triturado.	47
Tabla 15. Dosificación del concreto según el diseño de mezcla.	48
Tabla 16. Asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	49
Tabla 17. Comparación del asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	50
Tabla 18. Asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	51
Tabla 19. Comparación del asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	52

Tabla 20. Variación del contenido de aire con la variación del vidrio reciclado triturado.	53
Tabla 21. Variación del promedio del contenido de aire con el reemplazo del vidrio.	54
Tabla 22. Cuadro de resumen de los datos del contenido de aire con diferentes tiempos de inmersión.	55
Tabla 23. Variación promedio del contenido de aire en función del tiempo de inmersión.	56
Tabla 24. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto patrón.	57
Tabla 25. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.	58
Tabla 26. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.	59
Tabla 27. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.	59
Tabla 28. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	60
Tabla 29. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.	61
Tabla 30. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	61
Tabla 31. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto patrón.	62
Tabla 32. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.	63
Tabla 33. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.	64
Tabla 34. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.	64
Tabla 35. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	65

Tabla 36. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.	66
Tabla 37. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	66
Tabla 38. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.	68
Tabla 39. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.	69
Tabla 40. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.	69
Tabla 41. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.	70
Tabla 42. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.	71
Tabla 43. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.	71
Tabla 44. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.	72
Tabla 45. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.	73
Tabla 46. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.	74
Tabla 47. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.	75
Tabla 48. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.	76
Tabla 49. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.	77

Tabla 50. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.	77
Tabla 51. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.	78
Tabla 52. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.	79
Tabla 53. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.	80
Tabla 54. Prueba de normalidad de datos para la hipótesis específica “a”.	82
Tabla 55. Prueba de normalidad de datos para la hipótesis específica “a”.	82
Tabla 56. Comparaciones por parejas de grupos para la hipótesis específica “a”.	83
Tabla 57. Prueba de normalidad de datos para la hipótesis específica “b”.	84
Tabla 58. Resumen de prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b”	84
Tabla 59. Prueba de la normalidad de datos para el contenido de aire y cantidad de vidrio reciclado triturado.	85
Tabla 60. Verificación de la hipótesis “c”, mediante el método de Kruskal – Wallis.	86
Tabla 61. Resumen de la prueba de Kruskal – Wallis de la hipótesis “c”.	86
Tabla 62. Prueba de la normalidad de datos para el contenido de aire y tiempo de inmersión de vidrio reciclado triturado.	86
Tabla 63. Verificación de la hipótesis “d”, mediante el método de Kruskal – Wallis.	87
Tabla 64. Resumen de la prueba de Kruskal – Wallis de la hipótesis “d”.	87
Tabla 65. Prueba de normalidad de datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días.	88
Tabla 66. Prueba de normalidad de datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días.	88
Tabla 67. ANOVA de un factor para la resistencia a flexo tracción a los 7 días.	88
Tabla 68. ANOVA de un factor para la resistencia a flexo tracción a los 28 días.	88
Tabla 69. Comparación con Tukey para la hipótesis específica “a”.	90
Tabla 70. Grupos semejantes para la resistencia a flexo tracción a los 7 días.	91

Tabla 71. Comparación con Tukey para la resistencia a flexo tracción a los 28 días.	92
Tabla 72. Grupos semejantes para la resistencia a flexo tracción a los 28 días.	93
Tabla 73. Prueba de normalidad de datos para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	93
Tabla 74. Prueba de normalidad de datos para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	94
Tabla 75. ANOVA de un factor para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	94
Tabla 76. ANOVA de un factor para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	94
Tabla 77. Comparación con Tukey para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	96
Tabla 78. Grupos semejantes para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	98
Tabla 79. Comparación con Tukey para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	99
Tabla 80. Grupos semejantes para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.	101
Tabla 81. Operacionalización de las variables.	118

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de vidrio.	30
Figura 2. Distribución granulométrica del agregado grueso.	44
Figura 3. Distribución granulométrica del agregado fino.	46
Figura 4. Distribución granulométrica del vidrio reciclado triturado.	47
Figura 5. Dosificación de materiales para la mezcla de concreto.	48
Figura 6. Asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	49
Figura 7. Comparación del asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	50
Figura 8. Asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	52
Figura 9. Comparación del asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	53
Figura 10. Variación del contenido de aire por la incidencia del vidrio reciclado.	54
Figura 11. Esquema de la dispersión, ante la variación del vidrio reciclado como parte del agregado.	55
Figura 12. Variación del contenido de aire en función de la variación del tiempo de inmersión.	56
Figura 13. Comportamiento del contenido de aire en función del tiempo de inmersión del vidrio reciclado.	57
Figura 14. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto patrón.	58
Figura 15. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.	58
Figura 16. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.	59
Figura 17. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.	60

Figura 18. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	60
Figura 19. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.	61
Figura 20. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	62
Figura 21. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto patrón.	63
Figura 22. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.	63
Figura 23. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.	64
Figura 24. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.	65
Figura 25. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.	65
Figura 26. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.	66
Figura 27. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.	67
Figura 28. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.	68
Figura 29. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.	69
Figura 30. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.	70
Figura 31. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.	71
Figura 32. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.	71

Figura 33. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.	72
Figura 34. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.	72
Figura 35. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.	74
Figura 36. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.	75
Figura 37. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.	76
Figura 38. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.	76
Figura 39. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.	77
Figura 40. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.	78
Figura 41. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.	79
Figura 42. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.	80
Figura 43. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.	81

RESUMEN

El objetivo del estudio fue analizar el efecto del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto de manera parcial del agregado fino en la calidad del concreto para que fuera empleado como pavimento rígido. Se llevó a cabo una sustitución del agregado fino por vidrio reciclado triturado bajo proporciones variantes (0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 %) y se sometió el vidrio a diferentes tiempos de inmersión (0, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 y 6 horas). Se midieron el asentamiento, el contenido de aire y resistencia a la flexión (con edades de 7 y 28 días). Los resultados mostraron que no hubo cambios significativos respecto al asentamiento al igual que con el contenido de aire al utilizar el vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino. Sin embargo, se observó un incremento en la resistencia a la flexión cuando se consideró reemplazar el 40 % del agregado fino bajo la inmersión de 3.5 horas, con un aumento del 16.23 %. En conclusión, el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado al actuar como parte del agregado fino hace que el concreto presente una mejor calidad. Se encontró que al reemplazar el 40 % del agregado fino y utilizar un tiempo de inmersión de 3.5 horas, se logró un incremento significativo en la resistencia a la flexión sin afectar el asentamiento ni el contenido de aire. Estos hallazgos sugieren que el uso de vidrio reciclado triturado puede ser una opción viable y sostenible en la construcción de pavimentos rígidos.

Palabras clave: tiempo de inmersión, vidrio reciclado triturado, resistencia, pavimento rígido.

ABSTRACT

The objective of the study was to analyse the effect of immersion time of crushed recycled glass as a partial substitute for fine aggregate on the quality of concrete to be used as rigid pavement. A substitution of fine aggregate by crushed recycled glass was carried out under varying proportions (0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 % and 50 %) and the glass was subjected to different immersion times (0, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 and 6 hours). Settlement, air content and flexural strength were measured (at ages 7 and 28 days). The results showed that there was no significant change with respect to the slump as well as the air content when using crushed recycled glass as a partial substitute for fine aggregate. However, an increase in flexural strength was observed when considering replacing 40 % of the fine aggregate under the 3.5 hour immersion, with an increase of 16.23 %. In conclusion, the immersion time of the crushed recycled glass acting as part of the fine aggregate makes the concrete present a better quality. It was found that by replacing 40 % of the fine aggregate and using an immersion time of 3.5 hours, a significant increase in flexural strength was achieved without affecting slump or air content. These findings suggest that the use of crushed recycled glass can be a viable and sustainable option in rigid pavement construction.

Keywords: immersion time, crushed recycled glass, strength, rigid pavement.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Globalmente, el concreto es muy popular en la industria de la construcción por las diversas ventajas que otorga como la accesibilidad, disponibilidad y economía; donde su fabricación requiere mezclar un material aglutinante como el cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y opcionalmente añadidos; sin embargo, emplear agregados genera un impacto medioambiental (Rahman y Uddin, 2018) como la degradación de los cursos de agua por la erosión de lechos de ríos (Mishra, Thakur y Gupta, 2020), ante ello surge la opción técnica y eco amigable del empleo del vidrio triturado o en polvo, que tan solo en la India se producen 4 millones de residuos al año, como parte del agregado para la fabricación del concreto sin perjudicar sus propiedades.

A nivel de Latinoamérica, se tiene que la producción de residuos de vidrio puede alcanzar hasta las 12 toneladas mensuales, sumándose a esto la creciente demanda de concreto, implicando la explotación y utilización de productos naturales, tal como menciona Vargas (2015), en consecuencia, el reemplazo del agregado fino por el material que ha sido reciclado por el vidrio resulta ser una opción ideal para reducir el aprovechamiento de recursos de la naturaleza y al mismo tiempo asegurar el buen desempeño del concreto cuando se encuentra en un estado endurecido y el estado fresco.

En el contexto nacional, ante tal problemática se busca opciones no convencionales para la elaboración de concreto como el empleo de vidrio reciclado que, por lo general es arrojado a depósitos de residuos sólidos o a los ríos (Segura et al., 2022), pues diversas investigaciones han demostrado su viabilidad como reemplazo de los agregados pétreos y el cemento.

En la provincia de Huancayo, no se observa algún uso alternativo del vidrio reciclado específicamente para que se logre fabricar concreto, más por el contrario se recurre a la extracción de agregados de los principales ríos como Mantaro y Cunas, esto a pesar que es posible encontrar el vidrio en diferentes formas como botellas, ventanas, parabrisas, bombillas, etc., y que al considerarlo como reemplazo del agregado se estaría desarrollando concretos ecológicos.

Asimismo, Segura et al. (2022) mencionan que, la absorción inicial de agua por el vidrio es casi nula, lo cual se va modificando en el transcurso del mezclado, dándose una alteración de la trabajabilidad, en tal situación, esta investigación además de buscar el contenido óptimo de vidrio (considerando variaciones de 10 a 50 % con intervalos de 10 %) para reemplazarlo en la elaboración de concreto determinará el tiempo idóneo de inmersión del mismo en agua (variando desde 3 a 6 horas con intervalos de 30 min), a fin de asegurar el correcto comportamiento del concreto considerado que logre alcanzar un valor mínimo de $f'c$: 280 kg/cm² respecto a su resistencia a flexotracción para ser parte del pavimento rígido.

1.2. Delimitación del problema

1.2.1. Temporal

Fue desarrollada durante los meses de marzo a diciembre de 2022 y desde enero hasta mayo del año 2023, tiempo considerado inicialmente con la redacción del plan de tesis, la adquisición de materiales para la elaboración del concreto, las pruebas experimentales en laboratorio y la elaboración (redacción) de la tesis.

1.2.2. Espacial

Se desarrolló la investigación en el distrito de Chilca, que se ubica en la provincia de Huancayo en el departamento de Junín. Esta elección se basa en la necesidad de llevar a

cabo la investigación en un contexto específico y representativo para obtener resultados relevantes y aplicables a esa área geográfica en particular. Lográndose tener en cuenta las condiciones locales, los materiales disponibles y las características propias de la región, lo que puede influir en los resultados y en las recomendaciones prácticas que se deriven del estudio.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo interviene el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino en la calidad del concreto para pavimento rígido?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo varía el asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido?
- b) ¿Cómo varía el asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido?
- c) ¿Cómo varía el contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido?
- d) ¿Cómo varía el contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido?
- e) ¿Cómo varía la resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido?
- f) ¿Cómo varía la resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido?

1.4. Justificación

1.4.1. Social

El objetivo principal de esta investigación es buscar alternativas sostenibles en la elaboración de concreto para pavimento rígido, con el propósito de reducir el uso de agregados naturales y promover el reciclaje de vidrio. Además, se pretende establecer aquella influencia del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado en las propiedades del concreto, sin comprometer su calidad y rendimiento en las losas de pavimento rígido. Este enfoque busca impulsar prácticas más respetuosas con el medio ambiente y fomentar la economía circular al reutilizar materiales reciclados en la construcción de infraestructuras viales.

1.4.2. Metodológica

Es dable mencionar que, la metodológica de este estudio se fundamenta en la necesidad de evaluar y comprender el impacto del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado actuando como un sustituto del agregado fino de manera parcial en el comportamiento del concreto destinado a pavimento.

Asimismo, el hecho de elegir las variables como: asentamiento, contenido de aire y resistencia a flexión como parámetros de evaluación se debe a que son indicadores clave en el concreto respecto a la eficacia y el rendimiento cuando se aplique en pavimento rígido. Estas mediciones permitirán determinar si el uso del vidrio reciclado triturado afecta negativamente estas propiedades del concreto o si, por el contrario, puede mejorarlas.

El diseño experimental de reemplazar progresivamente el agregado fino con variados porcentajes del material proveniente de vidrio reciclado triturado y someterlo ante diferentes tiempos de inmersión permitirá establecer relaciones de causa-efecto y evaluar cómo estas

variables interactúan entre sí. Esto proporcionará información relevante sobre la influencia del tiempo de inmersión en el vidrio reciclado y cómo afecta a la resistencia a la flexión del concreto.

La elección de los intervalos de tiempo de inmersión y los porcentajes de reemplazo del agregado fino se basa en una combinación de consideraciones prácticas y la necesidad de abarcar un rango representativo de condiciones para obtener resultados significativos y relevantes.

En resumen, la justificación metodológica de este estudio se basa en la necesidad de evaluar de manera sistemática y rigurosa el impacto del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado en la aptitud del conglomerado de concreto, utilizando variables de medición relevantes y un diseño experimental que permita obtener conclusiones válidas y confiables.

1.4.3. Teórica

La justificación teórica de este estudio radica en la necesidad de abordar los desafíos ambientales y promover la sostenibilidad en la construcción mediante la disminución del empleo de agregados naturales y la reutilización de material reciclado como el vidrio. Además, busca contribuir al avance en la construcción sostenible, optimizar las propiedades mecánicas del concreto y fomentar la economía circular, cerrando el ciclo de vida de los materiales y minimizando el impacto ambiental. Esta investigación se enmarca en la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles en la construcción de pavimento rígido, bajo la finalidad de acentuar la calidad del concreto y promover prácticas más responsables y respetuosas con el medio ambiente.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Analizar cómo interviene el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino en la calidad del concreto para pavimento rígido.

1.5.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la variación del asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.
- b) Establecer la variación del asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido.
- c) Determinar la variación del contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.
- d) Establecer la variación del contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido.
- e) Determinar la variación de la resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.
- f) Determinar la variación de la resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido.

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Nacionales

Segura et al. (2022) lograron efectuar el artículo de investigación “Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto” bajo el fin de analizar los efectos del empleo del vidrio reciclado en el concreto. Para el cumplimiento del mismo elaboraron probetas donde sustituyeron 25 y 50 % del cemento y de los agregados por vidrio con tamaño máximo nominal (TMN) de 17 mm y elaborar concreto con un $f'c$ de 210 kg/cm^2 y continuar así con la medición de la resistencia a compresión. En cuanto a los resultados encontraron que, la resistencia a compresión al reemplazar en 25 y 50 % del agregado por vidrio se incrementó en 7.95 y 3.95 %; a diferencia de que al reemplazar el cemento en los mismos porcentajes se incrementó la resistencia a compresión en 22.53 % y 10.16 %. Concluyeron consecuentemente que, resulta realizable sustituir tanto al material pétreo como el cemento por polvo de vidrio, por tanto se incrementa la resistencia a compresión.

Ochoa (2018) desarrolló la investigación “Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos” con la finalidad de encontrar cuál es la influencia del vidrio reciclado molido a modo de reemplazo del agregado fino para una mezcla de concreto para actuar como pavimento rígido. En consecuencia, reemplazó 10, 20 y 30 % del agregado fino por vidrio reciclado para elaborar un concreto de $f'c$ de 175, 210 y 280 kg/cm^2 prorrogando así a medir el asentamiento, peso unitario, contenido de aire y resistencia a compresión. Como parte de los resultados se tiene respecto al concreto de $f'c$: 175 kg/cm^2 con reemplazo del agregado fino por vidrio, la reducción del asentamiento en hasta 25 %, reducción del peso unitario en

hasta 0.12 %, reducción del contenido de aire en 5 % e incremento de la resistencia a compresión en hasta 12.28 %; en cuanto al concreto de $f'c$: 210 kg/cm² se presentó una disminución en el asentamiento y peso unitario en 62.50 y 2.50 %, incremento de aire y resistencia a compresión en 25 y 8.86 %; mientras que, en el concreto $f'c$: 280 kg/cm² obtuvo la reducción del asentamiento y peso unitario en 87.50 y 0.44 %, además de incrementos de aire y resistencia a compresión en 25 y 8.50 %. Concluyó que, la sustitución del agregado fino por vidrio trae consigo reducir el asentamiento del concreto representándolo como poco trabajable; no obstante, con 30 % en todos los casos la resistencia ha sido mejorada.

Córdova (2018) realizó la investigación “Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo” cuyo objetivo fue analizar al concreto simple de alta resistencia donde se adicionó polvo de vidrio. Por consiguiente, experimentó con diferentes tamaños de vidrios que pasen la malla de 0.15, 0.075 mm y menor a 0.075 mm, para continuar con la medición de la resistencia a compresión de concretos elaborados con adición de 2.5, 5 y 10 % de polvo de vidrio para un $f'c$ de 385, 420 y 455 kg/cm². Como resultados obtuvo que, el concreto diseñado para un $f'c$ de 385, 420 y 455 kg/cm² presentó mayor resistencia a los 28 días con 10 % de polvo de vidrio pasante de la malla de 0.15 mm, tanto en el curado en laboratorio, por aspersión, por membrana impermeable y compuesto curador. En consecuencia, concluyó que es factible la adición del polvo de vidrio en el concreto porque mejora sus propiedades mecánicas y mantiene sus propiedades físicas.

2.1.2 Internacionales

Mishra, Thakur y Gupta (2020) en el artículo científico “Sustitución parcial del agregado fino por polvo de vidrio en el concreto” consideraron como objetivo analizar la consecuencia del proceso de sustituir el agregado fino por polvo de vidrio en el concreto. En tal situación,

emplearon polvo de vidrio de un tamaño menor a 150 μm que fue pulverizado durante 45 minutos, para continuar con la sustitución en 5, 10 y 15 % en relación del peso de la mezcla para un concreto M20, prosiguiendo con las pruebas a compresión (después de 4, 7 y 28 días). Entonces, lo resultante que se encontró fue que, la resistencia a compresión cuando se sustituyó el 10 % del agregado fino se redujo en 10.40 %, mientras que con 15 % se redujo en 10.96 %. Finalmente, concluyeron que a pesar que se reduce la resistencia, ésta es mínima resultante factible para elaborar concreto porque se reduciría los costos de producción.

Elaqra, Abou y Rustom (2019) elaboraron el artículo científico “Efecto del nuevo método de mezcla del polvo de vidrio como sustituto del cemento en el comportamiento mecánico del concreto” a fin de proceder con la evaluación de los efectos en la reutilización de residuos provenientes del polvo de vidrio (producido desde la trituración) como sustitución del cemento. Utilizaron cuatro porcentajes de polvo de vidrio tales como 0, 10, 20 y 30 %, procediendo a emplear dos métodos de mezcla, el primer método de mezcla convencional, en el que el polvo de vidrio fue añadido con el cemento y los agregados, y como segundo método, el polvo de vidrio se disolvió en agua antes de añadirlo al cemento y los agregados. Como resultados encontraron que, el asentamiento se incrementó a medida que se incrementaba la sustitución del polvo de vidrio en el concreto, ante el hecho de contar con más agua libre en la estructura, provocando un aumento de la cantidad de agua, lo que llevó a tener una densidad reducida y que se absorba más agua; simultáneamente a la resistencia a compresión, para las mezclas que se denominan como convencionales disminuyó al aumentar el polvo de vidrio a una edad temprana, más a los 90 días, la mayor resistencia a la compresión se obtuvo para el 20 % de polvo de vidrio; asimismo, referente al nuevo método de mezcla mostró una mayor resistencia a la compresión que el método de mezcla convencional, pues con 10 % de polvo de vidrio logró incrementar la resistencia a compresión en 130 % respecto a lo encontrado para la mezcla patrón. Finalmente,

concluyeron que el aumento de la resistencia a compresión con el nuevo método de mezclado estaría dado por la hidrólisis del polvo de vidrio en iones libres de SiO_2 , CaO y Na_2O en el agua.

Elaqra et al. (2019) en “Efecto del tiempo de inmersión del polvo de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto que contiene polvo de vidrio como sustitución del cemento”, artículo científico, donde la finalidad recayó en el análisis del efecto del tiempo para la inmersión del polvo de vidrio en el agua antes de mezclarlo en el concreto sobre sus propiedades. Ante esto, consideraron seis tiempos de inmersión (0, 1, 2, 3, 6 y 12 h) con diferentes cantidades de polvo de vidrio para el reemplazo del material cementante 0, 2.5, 5, 10 y 20 %. Como resultados encontraron que, inmediatamente después de poner el polvo de vidrio en el agua, la trabajabilidad del concreto disminuyó con el aumento del contenido del polvo de vidrio, mientras que, al incrementar el tiempo de inmersión, la trabajabilidad del concreto aumentó con la cantidad del material de vidrio que se empleó; asimismo, en cuanto a la resistencia a compresión encontraron mejores resultados al reemplazar el 2.5 y 5 % de polvo de vidrio con un tiempo de inmersión de 3 y 6 horas. Concluyeron que, la densificación de la zona de transición entre los agregados y la pasta que se da por el cemento conduce a que el concreto cuente con mayor resistencia específicamente a compresión, que al contar con un curado prologando la acentuación de la resistencia se correlaciona con la progresión de la reacción puzolánica del polvo de vidrio.

Rahman y Uddin (2018) desarrollaron el artículo científico “Investigación experimental del concreto con polvo de vidrio como sustitución parcial del cemento” con el objetivo de estudiar los efectos de la sustitución parcial del cemento por polvo de vidrio en el concreto. Por consiguiente, sustituyeron parcialmente el cemento por polvo de vidrio en porcentajes variables, como 10, 20 y 30 % para elaborar probetas de concreto que fueron sometidas a pruebas de resistencia después de 7, 14 y 28 días para tracción y compresión, para comparar

lo resultante con lo desarrollado convencionalmente. Los resultados indicaron que el polvo de vidrio de desecho puede ser empleado como un buen sustituto del cemento hasta un tamaño de partícula inferior a 75 μm , pues al sustituir 20 % del cemento por polvo de vidrio la resistencia a compresión fue mayor en 6.12 %, a diferencia de la resistencia a tracción fue mayor en 3.05 % con 30 % de polvo de vidrio. Concluyeron que es factible la sustitución del cemento por polvo de vidrio al presentar mayor resistencia a compresión y tracción.

2.2 Bases teóricas o científicas

2.2.1 Vidrio

Sustancia sólida, frágil, sobre fundida, amorfa, cuya composición es sílice (SiO_2) proveniente de la arena silícea, la misma que para ser fundida se emplean altas temperaturas (Ochoa, 2018). Asimismo, Segura et al. (2022) menciona que el vidrio se encuentra conformado por 43 % de arena, 19 % de soda, 16 % de dolomita, 9 % de feldespatos, 12 % de casco y 1 % de otros agregados que otorgan al vidrio el color. Entre los tipos de vidrio se tiene a los vidrios sódico – cálcico, vidrio de plomo, vidrios de borosilicato y vidrios de sílice, los cuales se detallan en la siguiente figura:

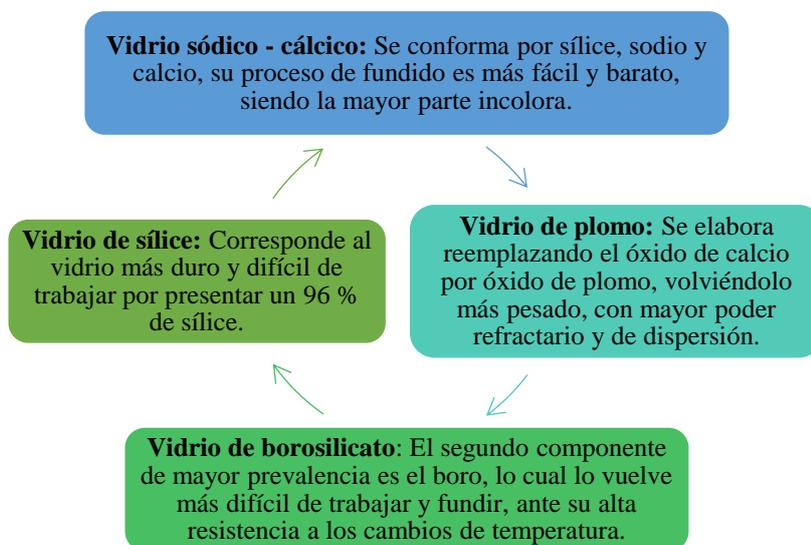


Figura 1. Tipos de vidrio.

Fuente: En base a lo considerado por Córdova (2018).

2.2.2 El agregado fino como insumo para el pavimento rígido

Los mínimos requerimientos de granulometría que debe cumplir el agregado según el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013) que pasa desde a partir del tamiz con tamaño 9.5 mm hasta 150 μm , se especifica en:

Tabla 1. Consideraciones granulométricas del agregado fino para elaborar concreto para pavimento rígido.

Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal (mm)	Alternativo	
9.5	3/8"	100
4.75	N° 4	95 - 100
2.36	N° 8	80 - 100
1.18	N° 16	50 - 85
600 μm	N° 30	25 - 60
300 μm	N° 50	10 - 30
150 μm	N° 100	2 - 10

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

Otros aspectos que establece el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013), a considerar es especificado a continuación:

Tabla 2. Requisitos mínimos del agregado fino para concreto de pavimento rígido.

Ensayo	Norma NTP	Requisitos	
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo ≥ 3000 msnm	Sulfato de sodio	400.016	10
	Sulfato de magnesio	400.016	15
Índice de plasticidad	339.129	No plástico	
Equivalente de arena	$f_c \leq 210 \text{ kg/cm}^2$	339.146	65
	$f_c > 210 \text{ kg/cm}^2$	339.146	75
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo	400.015	3	
Carbón y lignito, % máximo	400.023	0.5	
Material que pasa el tamiz N° 200	400.018	3	
Color más oscuro permisible	400.024	Igual a muestra patrón	
Contenido de sulfatos	400.042	1.2	
Contenido de cloruros	400.042	0.1	
Absorción de agua, % máximo	400.022	4	

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

2.2.3 El agregado grueso como insumo para concreto en pavimento rígido

Los mínimos requerimientos granulométricos a cumplir el agregado pétreo que pasa desde el tamiz de tamaño 90 mm hasta 1.18 mm, se especifica a continuación:

Tabla 3. Consideraciones granulométricas del agregado grueso para elaborar concreto para pavimento rígido.

Huso	Tamaño nominal	Porcentaje que pasa													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 µm
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 a 37.5 mm			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 a 25 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 a 4.75 mm				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37.5 a 19 mm					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	37.5 a 4.75 mm					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 a 12.5 mm						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25 a 9.5 mm						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 a 4.75 mm						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19 a 9.5 mm							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19 a 4.75 mm							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12.5 a 4.75 mm								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 a 2.36 mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 a 1.18 mm									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4.75 a 1.18 mm														

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

Adicionalmente, otros aspectos que establece el Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013), a considerar en el material pétreo grueso se detalla a continuación:

Tabla 4. Requisitos mínimos del agregado grueso para concreto de pavimento rígido.

Ensayo		Norma NTP	Requisitos
Desgaste en la máquina de Los Ángeles		400.019 y 400.020	40
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo \geq 3000 msnm	Sulfato de sodio	400.016	12
	Sulfato de magnesio	400.016	18
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		400.023	0.5
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo		ASTM D 5821	60
Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo		400.04	15
Contenido de sulfatos		400.042	1.2
Contenido de cloruros		400.042	0.1

Fuente: Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (MTC, 2013).

2.2.4 Concreto para ser empleado en pavimento rígido

Se debe dar el cumplimiento a ciertos parámetros en cuanto a calidad referidos a la consistencia, contenido de aire y resistencia para que se dé cabida a ser empleado como pavimento (MTC, 2013).

2.2.5 Consistencia del concreto

Segura et al. (2022) menciona que la consistencia es el grado de humedad de la mezcla de concreto, que por lo general se condiciona por la cantidad de agua presente, para su determinación se emplea el ensayo de Slump por medio del cono de Abrahams.

Asimismo, la interpretación de los valores del asentamiento se especifica en:

Tabla 5. Interpretación de los valores del asentamiento en el concreto.

Consistencia	Asentamiento (mm)	Ejemplo de tipo de construcción	Sistema de colocación	Sistema de compactación
Muy seca	0 - 20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantallas de cimentación.	Con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración extrema, puede requerirse presión.
Seca	20 - 35	Pavimentos.	Pavimentadoras con terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
Semi seca	35 - 50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Media (plástica)	50 - 100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas y cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
Húmeda	100 - 150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
Muy húmeda	150 - 200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos in situ.	Tubo embudo tremie.	Secciones altamente reforzadas sin vibración.
Super fluida	Más de 200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante o autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: Rivera (2007).

2.2.6 Contenido de aire

Rivera (2007) menciona que esta característica representa el aire se introduce en forma de burbujas en el momento de dosificar y mezclar el concreto, al mismo que suele denominarse como aire atrapado, de encontrarse en considerables cantidades la resistencia del concreto tiende a reducirse, además que podría afectar su durabilidad.

Sin embargo, de introducirse el aire al concreto como esferoides cuyos diámetros se encuentran entre 0.07 a 1.25 mm, que asegura el incremento de la plasticidad de la mezcla (mayor manejabilidad), la reducción de la exudación y su segregación, además que en el

estado endurecido se incrementa la resistencia a acciones de deshielo y congelamiento, en consecuencia a una mejor durabilidad (Rivera, 2007).

2.2.7 Resistencia a flexotracción del concreto

Sánchez (2000) menciona que se mide esta propiedad en concretos que serán empleados en pavimentos, para lo cual se debe realizar el ensayo de flexión a vigas de sección cuadrada con 50 cm de largo y 15 cm en cada lado.

Las especificaciones técnicas para construcción (MTC, 2013) menciona que, la aceptación de la calidad del concreto se debe considerar la resistencia a flexotracción a los 7 y 28 días, para lo cual ningún valor del ensayo debe ser más de 2 kg/cm^2 menor a la resistencia a flexión para lo cual fue diseñado, mientras que el promedio de cuatro especímenes consecutivos debe ser mayor o igual a esta.

2.3 Marco conceptual

Durabilidad del concreto. – Es el tiempo de servicio que se da bajo determinadas condiciones ambientales, siendo un factor influyente la permeabilidad del concreto (Metha y Monteiro, 2008).

Impermeabilidad. – Es la capacidad del concreto para dejar que filtre a través de él mismo al aire y agua (Segura et al., 2022).

Resistencia a compresión del concreto. - Ochoa (2018) menciona que en concreto, representa a la máxima resistencia ante una carga axial a la cual es capaz de soportar un espécimen a una edad de 28 días, es así que, se mide en MPa, lb/pulg² y kg/cm².

Segregación. – Es la descomposición del concreto, específicamente entre el agregado grueso y el mortero (Segura et al., 2022).

Textura del agregado. – Son las características de la superficie de los agregados, pudiendo ser pulida, mate, suave o áspera, y que pueden influir directamente en las propiedades del concreto (Sánchez, 2000).

CAPÍTULO III:

HIPÓTESIS

A continuación, se muestra aquellas hipótesis y las variables identificadas, además definir las conceptualmente, operacionalmente y su respectiva operacionalización:

3.1 Hipótesis general

El tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino mejora la calidad del concreto para pavimento rígido.

3.2 Hipótesis específicas

- a) El asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.
- b) El asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.
- c) El contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.
- d) El contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.
- e) La resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.
- f) La resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.

3.3 Variables

3.3.1 Definición conceptual de las variables

Variable independiente (X): vidrio reciclado triturado. – Corresponde a una sustancia sólida, frágil, sobre fundida, amorfa, cuya composición es sílice (SiO₂) proveniente de la arena silíceo, la misma que para ser fundida se emplean altas temperaturas (Ochoa, 2018).

Variable dependiente (Y): calidad del concreto. – Fue realizada la medición de acuerdo al cumplimiento de los requerimientos de consistencia, presencia de aire y resistencia a flexotracción según especificaciones técnicas generales para construcción del (MTC, 2013).

3.3.2 Operacionalización de las variables

Seguidamente, se presenta la tabla donde se muestra la operacionalización del estudio que investiga la relación entre el uso de vidrio reciclado triturado como variable independiente y la calidad del concreto como variable dependiente, además de sus dimensiones, indicadores y unidades de medida:

Tabla 6. Operacionalización de las variables de la investigación.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	
Variable independiente (X): vidrio reciclado triturado	Cantidad de vidrio reciclado triturado	Dosificación en relación al contenido de agregado fino	Porcentaje	
	Tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado	Variación del tiempo en el cual el vidrio se encuentra sumergido en el agua antes	Horas	
Variable dependiente (Y): calidad del concreto	Asentamiento	Asentamiento	cm	
	Contenido de aire	Contenido de aire	%	
	Resistencia	Resistencia a flexo tracción a los 7 días	Resistencia a flexo tracción a los 7 días	kg/cm ²
		Resistencia a flexo tracción a los 28 días	Resistencia a flexo tracción a los 28 días	kg/cm ²

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Método de investigación

Se empleó la metodología científica con la finalidad de garantizar la validez, además de la objetividad de los resultados obtenidos. Al seguir el método científico, se estableció hipótesis claras y específicas sobre el impacto del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado en las propiedades del concreto para que sea utilizado en losas de pavimento rígido. Luego ha sido diseñado un experimento controlado que permitió recopilar datos medibles y reproducibles. Estos datos fueron analizados y evaluados de manera objetiva, utilizando herramientas y técnicas estadísticas adecuadas. La aplicación del método científico asegura la confiabilidad de los resultados y permitiría realizar conclusiones fundamentadas y respaldadas por la evidencia. Además, el método científico también implicó la revisión de la literatura existente sobre el tema, lo cual proporcionó un marco teórico sólido y una base de conocimiento para contextualizar y fundamentar el estudio.

4.2 Tipo de investigación

Este estudio se clasifica como una investigación aplicada debido a que tiene como objetivo principal abordar un problema concreto y proporcionar soluciones prácticas y aplicables en el campo de la construcción de pavimento rígido. El estudio busca evaluar el impacto del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado en las propiedades del concreto, con la finalidad de determinar si puede ser utilizado como parte parcial del agregado fino de manera efectiva sin comprometer la calidad del concreto. Los resultados obtenidos de este estudio podrían ser directamente aplicados en la práctica de ingeniería civil y en la toma de decisiones relacionadas con la construcción sostenible y la gestión de materiales reciclados.

4.3 Nivel de investigación

Se empleó un nivel explicativo en este estudio para comprender las relaciones causales entre las variables analizadas. El objetivo principal es explicar cómo el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado en su actuar como parte sustitutoria del material fino afecta la eficacia del concreto en términos de asentamiento, contenido de aire y resistencia a la flexión. Al utilizar tal nivel, se buscó identificar y comprender las relaciones de causa y efecto, y determinar el impacto específico de la variable independiente (tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado) en aquellas variables dependientes (como asentamiento, contenido de aire y resistencia a la flexión). Esto permitió proporcionar una explicación clara y fundamentada de los resultados obtenidos, brindando información valiosa sobre cómo optimizar el uso del vidrio reciclado en la construcción de pavimento rígido.

4.4 Diseño de la investigación

Se optó por un diseño experimental, porque en concordancia con los que se especificó en la operacionalización de las variables se modificó la cantidad de agregados finos por vidrio reciclado triturado así como el tiempo de inmersión del mismo para fabricar concreto que actuara como losas de pavimento rígido; adicionalmente, se procedió a medir la calidad del concreto para determinar aquellas variaciones presentadas por el experimento.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

Fue considerada y estuvo dada por el concreto diseñado para un $f'c$: 280 kg/cm² para actuar en losas de pavimento rígido considerando la sustitución parcial del material fino por vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.

Lo cual estará representados por los siguientes grupos experimentales:

GC	$-$	O_1
GE_1	X_1	O_2
GE_2	X_2	O_3
GE_3	X_3	O_4
GE_4	X_4	O_5
GE_5	X_5	O_6
GE_6	X_6	O_7
GE_7	X_7	O_8
GE_8	X_8	O_9
GE_9	X_9	O_{10}
GE_{10}	X_{10}	O_{11}
GE_{11}	X_{11}	O_{12}
GE_{12}	X_{12}	O_{13}

Donde:

GC : es el grupo control representado por el concreto sin vidrio reciclado triturado.

GE : corresponde a los grupos experimentales.

$X_{1, 2, 3, 4, 5}$: es el tratamiento representado por el reemplazo en 10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 % del agregado fino por vidrio reciclado triturado.

$X_{6, 7, 8, 9, 10, 11, 12}$: es el tratamiento representado por el tiempo de inmersión del vidrio en 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 y 6 horas.

O_{1, 2, 3, 4,5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13} : son las observaciones, que representan a la consistencia, contenido de aire y resistencia a flexotracción pasado los 7 y 28 días en cada uno de los grupos experimentales.

4.5.2 Muestra

La muestra, obtenida mediante una forma de muestreo no probabilística intencional o dirigido, estuvo conformada por un total de 182 especímenes, distribuidos según se detalla visualiza en la Tabla 7 y Tabla 8:

Tabla 7. Número de muestras para la determinación del óptimo contenido de vidrio reciclado triturado.

Propiedades a medir	Variación del contenido de agregado fino por vidrio reciclado triturado					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
Consistencia	3	3	3	3	3	3
Contenido de aire	3	3	3	3	3	3
Resistencia a flexotracción a los 7 días	4	4	4	4	4	4
Resistencia a flexotracción a los 28 días	4	4	4	4	4	4

Tabla 8. Número de muestras para la determinación del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado óptimo.

Propiedades a medir	Variación del tiempo de inmersión del vidrio reciclado en el óptimo contenido						
	3 h	3.5 h	4 h	4.5 h	5 h	5.5 h	6 h
Consistencia	3	3	3	3	3	3	3
Contenido de aire	3	3	3	3	3	3	3
Resistencia a flexotracción a los 7 días	4	4	4	4	4	4	4
Resistencia a flexotracción a los 28 días	4	4	4	4	4	4	4

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Técnicas de recolección de datos

La única técnica de recolección de datos correspondió al que se denomina como observación en laboratorio, esto considerando que el diseño de la investigación corresponde a un experimental.

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Ante la aplicación de técnica considerada como observación en laboratorio como técnica para recolectar información se contó con una ficha donde se anotó cada una de las mediciones en laboratorio, la cual estará sujeta a las consideraciones del laboratorio que se seleccione para realizar los ensayos y de las normas técnicas peruanas.

4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se ha recurrido a aquellas técnicas de procesamiento conocidas como parte del estadístico descriptivo e inferencial, el primero para la adecuación de los datos obtenidos en laboratorio a tablas de tabulación y figuras que representen descriptivamente la forma de cómo se comportan las variables medidas, mientras que la segunda se empleó para determinar si las variaciones presentadas por la manipulación de la variable independiente son significativas o no estadísticamente, ante ello se utilizó los programas como Microsoft Excel (procesamiento estadístico descriptivo) y SPSS (procesamiento estadístico inferencial).

4.8 Aspectos éticos de la investigación

Con la ejecución de la investigación no se vio afectada a las personas de diferentes conjuntos étnicos tampoco socio culturales, considerando que su privacidad sea reservada; del mismo modo, cuando se requirió información de personas se procedió con el debido consentimiento informado y expreso. El desarrollo de esta investigación asevero el bienestar social y no se actuó con malicia, asimismo, durante el desarrollo de los diferentes ensayos para determinar las propiedades del concreto se protegió el medio ambiente, así como la biodiversidad; por último, se asegura la responsabilidad de las repercusiones que pueda traer consigo los resultados de esta investigación, además de la veracidad de cada uno de los procesos.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

Inicialmente, se consideró en determinar la granulometría de cada uno de los agregados, además de sus características como humedad, número de caras fracturadas, vacíos, etc. Para proceder con el método ACI 211.1-91 para realizar el diseño.

Ante ello, lo referente al agregado grueso para ser empleado en el concreto de $f'c$ de diseño de 280 kg/cm^2 , lo resultante de granulometría se detallan en la Tabla 9 y Figura 2, desde el tamiz de 2" al tamiz N° 8.

Tabla 9. Granulometría del agregado grueso.

Tamiz	Abertura	Peso retenido (g)	Retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
2"	50.0 mm	0.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	37.5 mm	0.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.0 mm	60.00	3.4	3.4	96.6
3/4"	19.0 mm	115.00	6.5	9.9	90.1
1/2"	12.5 mm	1100.00	62.5	72.5	27.5
3/8"	9.5 mm	400.00	22.7	95.2	4.8
N° 4	4.8 mm	55.00	3.1	98.4	1.6
N° 8	2.4 mm	0.00	0.0	98.4	1.6
Fondo		29.00	1.6	100.0	0.0
		1759.00	100.0		100.0

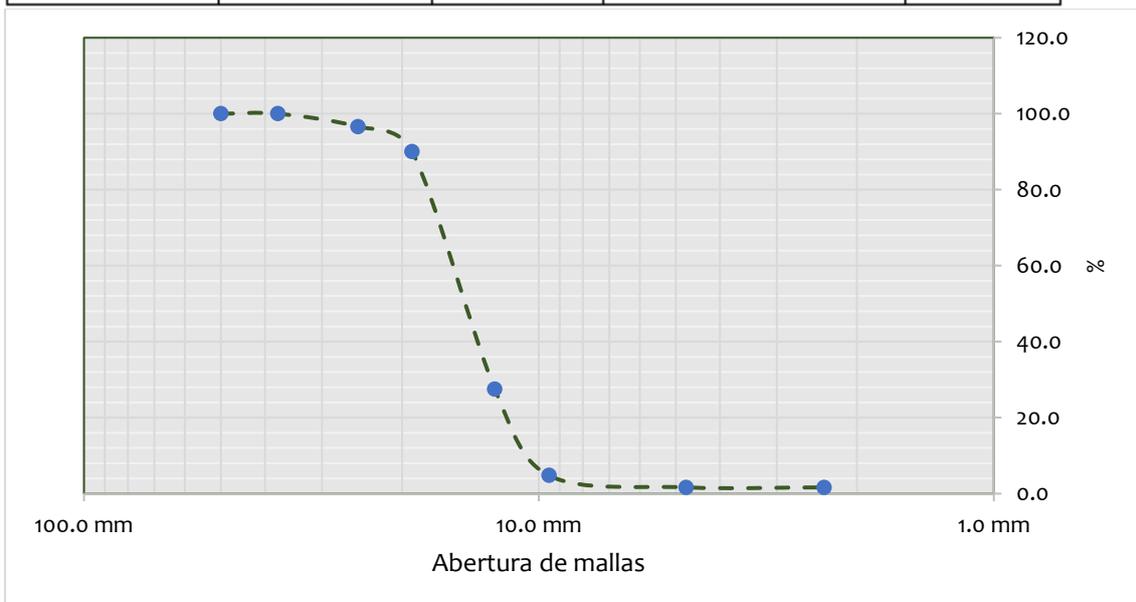


Figura 2. Distribución granulométrica del agregado grueso.

En cuanto a las consecuentes propiedades del agregado grueso que, de acuerdo a las especificaciones técnicas generales para la construcción del Manual de Carreteras, estas se detallan en la Tabla 10:

Tabla 10. Caracterización del agregado grueso.

Característica	Valor
Tamaño máximo	1 1/2"
Tamaño máximo nominal	3/4"
Huso granulométrico	57
Contenido de humedad	0.70%
Pasante de materiales más finos que 75 mm	0.30%
Partículas de arcillas y terrones desmenuzables	0.20%
Partículas livianas del agregado grueso	0.10%
Contenido de cloruros	0.013
Contenido de sulfatos	0.150
Partículas con una o más caras fracturadas	67.00%
Partículas con dos o más caras fracturadas	70.00%
Partículas chatas	12.00%
Partículas alargadas	10.00%
Densidad relativa aparente	2.71 g/cm ³
Absorción	1.0%
Densidad relativa	2.64 g/cm ³
Vacios	47.5%
Vacios en mezcla consolidada	42.7%

Asimismo, en la Tabla 11 y Figura 3 es detallado lo resultante para granulometría del agregado fino natural considerado en la elaboración de las mezclas de concreto:

Tabla 11. Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Abertura	Peso retenido (g)	Retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3/8"	9.50 mm	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75 mm	34.00	2.8	2.8	97.2
N° 8	2.36 mm	130.00	10.6	13.4	86.6
N° 16	1.18 mm	121.00	9.9	23.3	76.7
N° 30	0.60 mm	368.00	30.0	53.3	46.7
N° 50	0.30 mm	263.00	21.5	74.8	25.2
N° 100	0.15 mm	280.00	22.9	97.6	2.4
N° 200	0.07 mm	29.00	2.4	100.0	0.0
Fondo		0.00	0.0	100.0	0.0
		1225.00	100.0		100.0

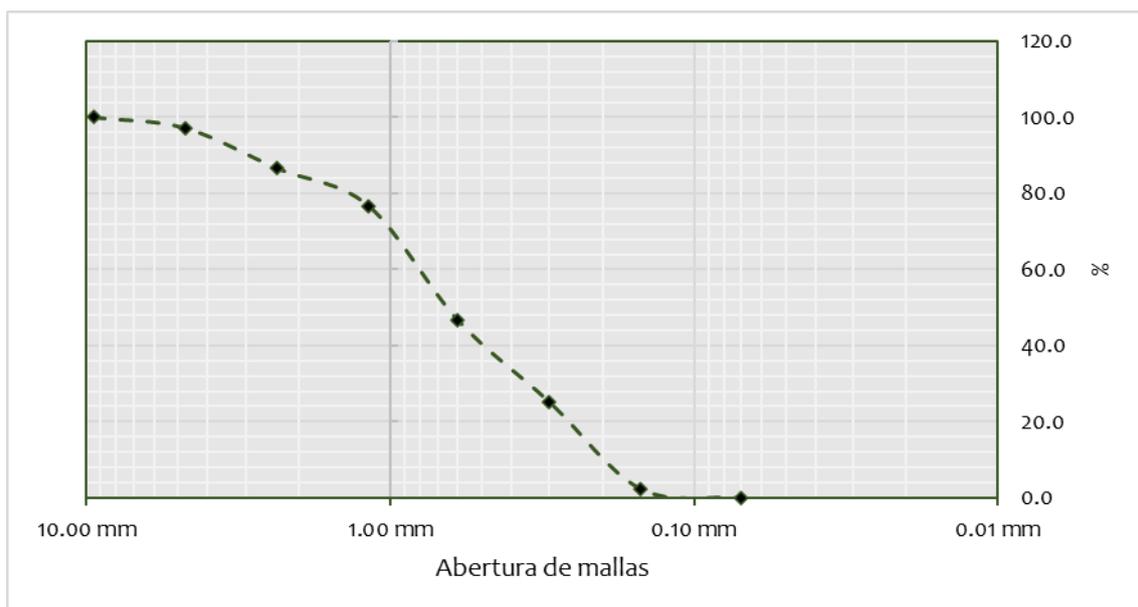


Figura 3. Distribución granulométrica del agregado fino.

En cuanto a las características del agregado fino, a continuación, se detalla cada una de ellas:

Tabla 12. Caracterización del agregado fino.

Característica	Valor
Límite granulométrico	ASTM C33/C33M-18
Contenido de humedad	2.00%
Módulo de fineza	2.65
Pasante de materiales más finos que 75 mm	0.40%
Partículas de arcillas y terrones desmenuzables	0.30%
Partículas livianas del agregado fino	0.20%
Impurezas orgánicas	Nº 1 en la placa orgánica
Contenido de cloruros	0.078
Contenido de sulfatos	0.039
Densidad relativa aparente	2.69 g/cm ³
Absorción	2.1%
Densidad relativa	2.54 g/cm ³
Vacios	42.7%
Vacios en mezcla consolidada	34.5%

Como el vidrio reciclado y triturado fue empleado como parte del agregado fino, ha sido necesaria la determinación de su granulometría, tal como se logra observar en la tabla y figura evidenciándose que el tamiz N° 4 es aquel donde se dio la primera retención:

Tabla 13. Granulometría del vidrio reciclado y triturado.

Tamiz	Abertura	Peso retenido (g)	Retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
3/8"	9.50 mm	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.75 mm	12.00	1.5	1.5	98.5
N° 8	2.36 mm	85.00	11.0	12.5	87.5
N° 16	1.18 mm	173.00	22.3	34.8	65.2
N° 30	0.60 mm	215.00	27.7	62.6	37.4
N° 50	0.30 mm	185.00	23.9	86.5	13.5
N° 100	0.15 mm	74.00	9.5	96.0	4.0
N° 200	0.07 mm	28.00	3.6	99.6	0.4
Fondo		3.00	0.4	100.0	0.0
		775.00	100.0		100.0

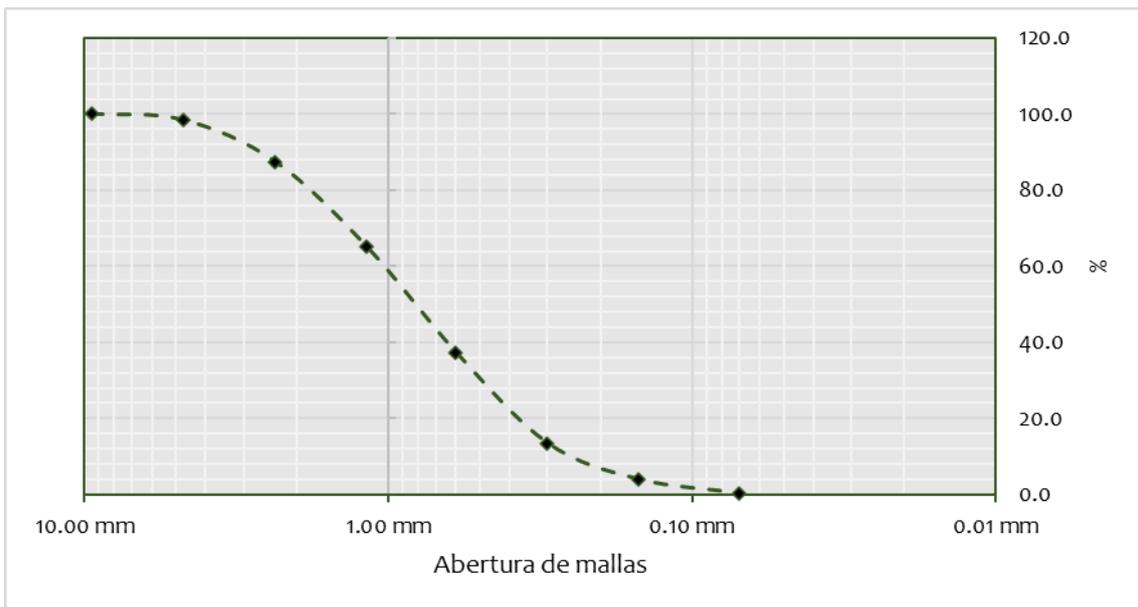


Figura 4. Distribución granulométrica del vidrio reciclado triturado.

Como características del vidrio reciclado y triturado se encontró que presentaba humedad de 3.80 % y fineza de 2.94, según se denota en la siguiente tabla:

Tabla 14. Caracterización del vidrio reciclado y triturado.

Característica	Valor
Límite granulométrico	ASTM C33/C33M-18
Contenido de humedad	3.80%
Módulo de fineza	2.94

Caracterizado tanto el agregado grueso, agregado fino y el vidrio reciclado triturado se continuó de la dosificación según ACI 211.1-91 con la finalidad de obtener resistencia de 280 kg/cm², considerando que el concreto será empleado en losas de pavimento rígido de carreteras, cuyos resultados se han detallado en la siguiente tabla y la Figura 5:

Tabla 15. Dosificación del concreto según el diseño de mezcla.

Materiales	Cantidad por m ³ de concreto	Cantidad por bolsa de cemento
Cemento	455 kg	42.5 kg
Agua efectiva	217 L	20.2 L
Agregado fino húmedo	829 kg	77.4 kg
Agregado húmedo	814 kg	76 kg

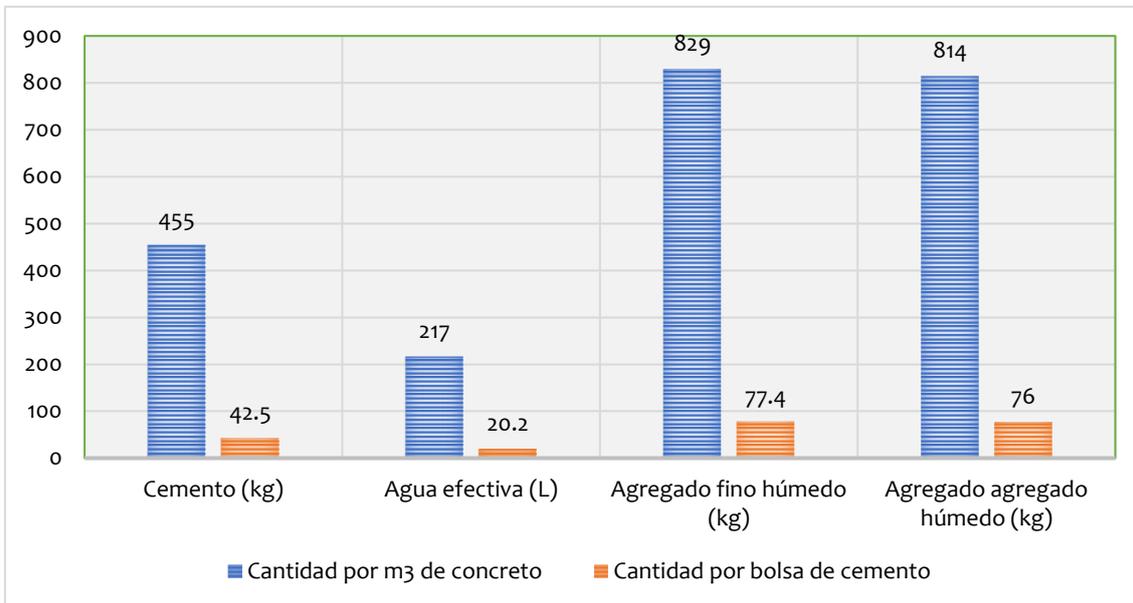


Figura 5. Dosificación de materiales para la mezcla de concreto.

5.1 Descripción de resultados

Inicialmente se eligió el reemplazo con ciertas proporciones de vidrio reciclado triturado como 10 %, 20 %, 30 %, 40 % y 50 % del agregado fino, con la finalidad de determinar el contenido óptimo y proceder a tratar al vidrio en diferentes tiempos de inmersión (3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5 y 6 horas).

5.1.1 Variación del asentamiento del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado

Fueron realizados ensayos de asentamiento con las diversas cantidades de vidrio reciclado triturado, estos resultados son expresados en la Tabla 16, donde se puede apreciar la tendencia a la reducción del slump de las muestras en el transcurso que se incrementa el valor porcentual de reemplazo de vidrio que ha sido triturado en el concreto, apreciándose

valores que oscilan en los 12.00 cm con una desviación estándar de 0.10 cm para la muestra patrón a llegar a valores del rango de los 2.10 cm con una desviación estándar de 0.21 cm cuando se empleó 50 % de vidrio reciclado triturado.

Tabla 16. Asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

Código	Espécimen 1	Espécimen 2	Espécimen 3	Desviación estándar
Concreto patrón	12.00 cm	11.90 cm	12.10 cm	0.10 cm
Concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado	8.00 cm	8.30 cm	7.90 cm	0.21 cm
Concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado	6.50 cm	6.80 cm	6.80 cm	0.17 cm
Concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado	5.10 cm	5.20 cm	5.20 cm	0.06 cm
Concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado	3.80 cm	4.20 cm	4.10 cm	0.21 cm
Concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado	2.00 cm	1.90 cm	2.30 cm	0.21 cm

Con el fin de apreciar de mejor manera esta tendencia a la reducción, en la Figura 6, se tiene la representación gráfica de los resultados de asentamiento en el concreto, aquí se observa claramente la reducción de esta propiedad a medida que aumenta el reemplazo del vidrio.

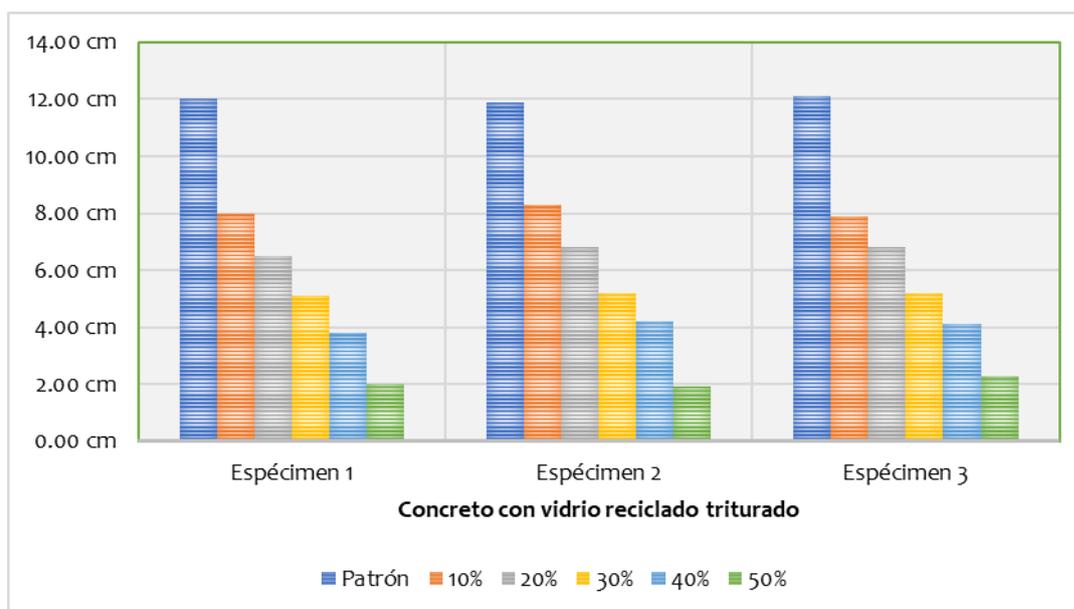


Figura 6. Asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

En la Tabla 17, han sido presentados los promedios del asentamiento alcanzados por mezcla evaluada en la presente investigación, asimismo, también se adjunta la variación que

tienen respecto al asentamiento del concreto patrón. Aquí se aprecia que la gran reducción que presenta esta propiedad con el porcentaje que fue reemplazado por vidrio reciclado, llegando a ser hasta un 82.78 % menor con un 50 % de vidrio reciclado, es decir, pasa de tener un asentamiento promedio de 12.00 cm a tan solo 2.07 cm.

Tabla 17. Comparación del asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

Reemplazo de vidrio (%)	Asentamiento	Variación (%)
0	12.00 cm	0.00
10	8.07 cm	-32.78
20	6.70 cm	-44.17
30	5.17 cm	-56.94
40	4.03 cm	-66.39
50	2.07 cm	-82.78

En la Figura 7, es posible observar la tendencia descrita previamente respecto a la reducción del asentamiento, sumado a ello, se presenta la ecuación de segundo grado que precisa el performance del concreto en concordancia con la cantidad de vidrio reciclado triturado con el que haya sido elaborado.

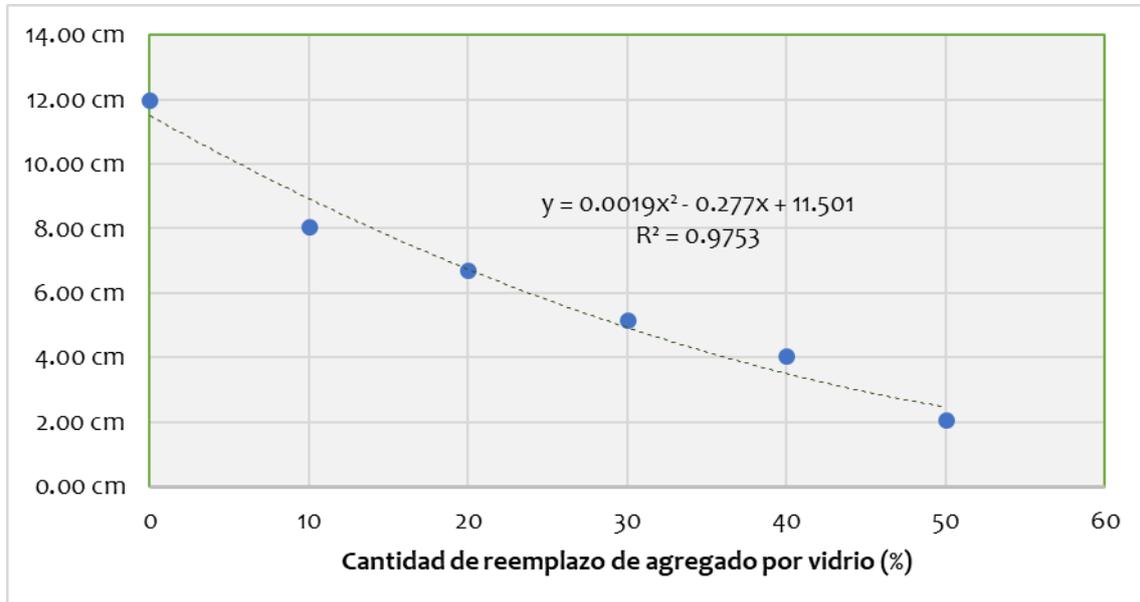


Figura 7. Comparación del asentamiento del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

5.1.2 Variación del asentamiento del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión

La Tabla 18, consigna los resultados de la prueba de asentamiento efectuado para las mezclas de concreto donde se procedió al reemplazo del 40 % del agregado fino con vidrio reciclado triturado y la desviación estándar de los datos por muestra, de este modo, se aprecia que los datos obtenidos oscilan entre los valores de 3.6 a 4.3 cm sin presentar una tendencia aparente.

Tabla 18. Asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Espécimen 1	Espécimen 2	Espécimen 3	Desviación estándar
Tiempo de inmersión de 0.0 horas	3.80 cm	4.20 cm	4.10 cm	0.21 cm
Tiempo de inmersión de 3.0 horas	4.30 cm	3.90 cm	4.20 cm	0.21 cm
Tiempo de inmersión de 3.5 horas	3.60 cm	4.00 cm	4.30 cm	0.35 cm
Tiempo de inmersión de 4.0 horas	3.70 cm	4.10 cm	3.70 cm	0.23 cm
Tiempo de inmersión de 4.5 horas	3.60 cm	4.00 cm	4.30 cm	0.35 cm
Tiempo de inmersión de 5.0 horas	4.20 cm	3.80 cm	3.80 cm	0.23 cm
Tiempo de inmersión de 5.5 horas	3.80 cm	4.10 cm	4.00 cm	0.15 cm
Tiempo de inmersión de 6.0 horas	3.80 cm	3.90 cm	4.00 cm	0.10 cm

A fin de realizar una mejor comparación, la Figura 8, representa gráficamente los resultados de asentamientos. En este gráfico, se observa que justamente no existen una tendencia clara entre el asentamiento obtenido por cada mezcla y el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

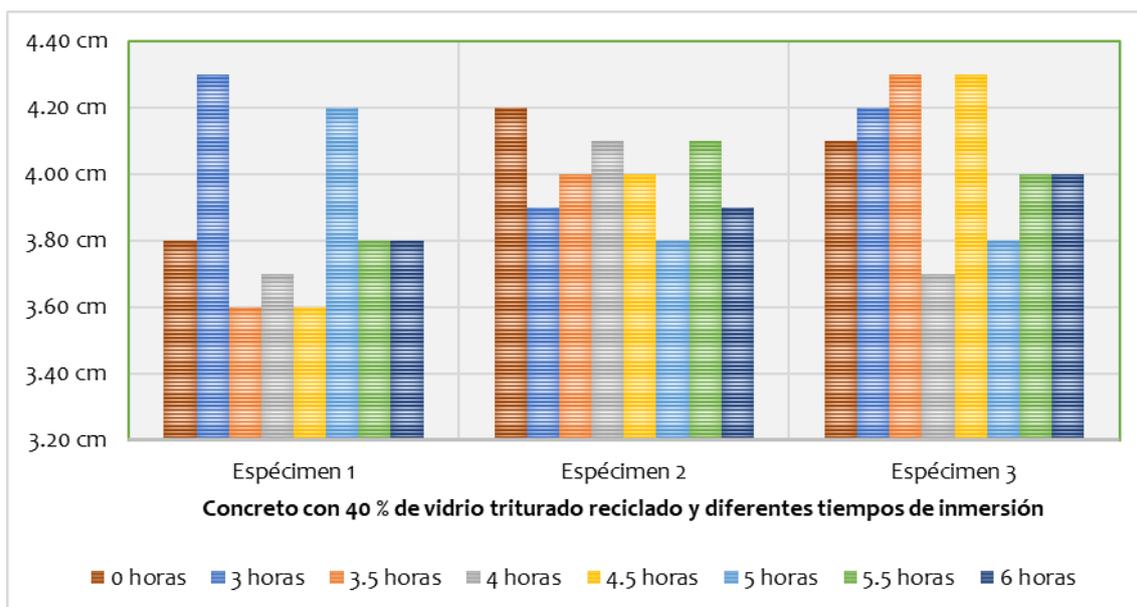


Figura 8. Asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

En esta misma línea, la Tabla 19, contiene el promedio referente a asentamiento y variaciones de cada una de las mezclas de concreto donde se dio el reemplazo del 40 % del agregado fino por vidrio triturado reciclado, aquí se aprecia que el menor promedio lo tiene el concreto con vidrio previamente inmerso en el agua por 4 horas con 3.83 cm y el máximo promedio lo tiene el concreto con el vidrio de 3 horas de inmersión con un asentamiento de 4.13 cm.

Tabla 19. Comparación del asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

Tiempo que se ha sumergido (h)	Asentamiento	Variación (%)
0.00	4.03 cm	0.00
3.00	4.13 cm	2.48
3.50	3.97 cm	-1.65
4.00	3.83 cm	-4.96
4.50	3.97 cm	-1.65
5.00	3.93 cm	-2.48
5.50	3.97 cm	-1.65
6.00	3.90 cm	-3.31

Por último, se presenta la Figura 9, donde se adjunta la tendencia de los datos del asentamiento de concreto, sin embargo, como fue mencionado anteriormente esta tendencia no tiene una definición clara más que una leve reducción con datos muy dispersos.

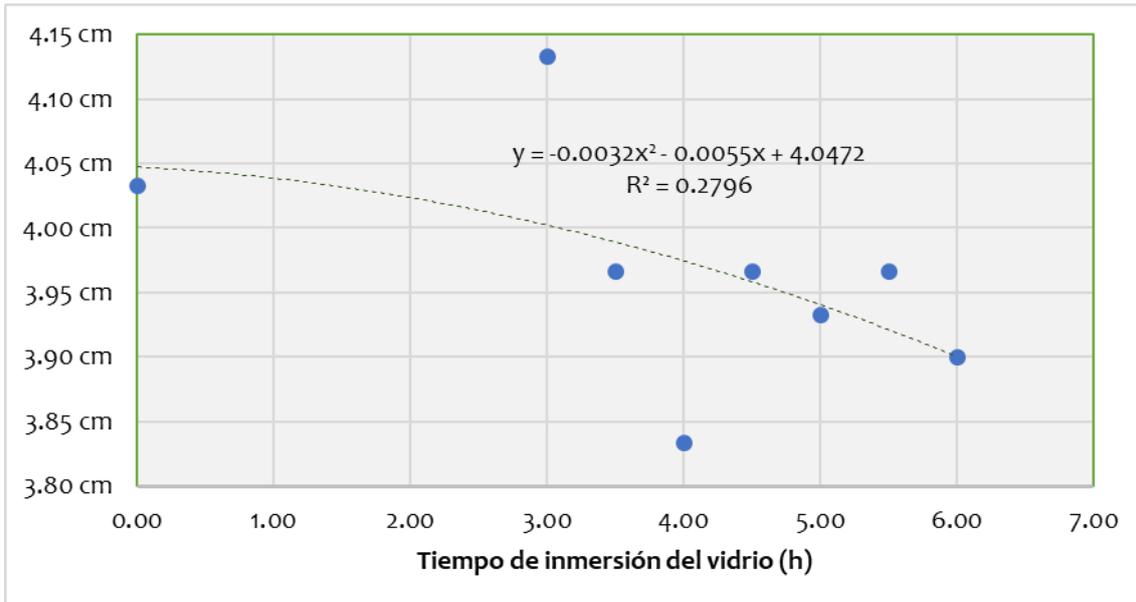


Figura 9. Comparación del asentamiento del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

5.1.3 Variación del contenido de aire del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado

En la Tabla 20, se ha mostrado los valores obtenidos para aire para cada uno de los especímenes analizados, siendo además importante, la desviación de los datos obtenidos entre ellos. En tal contexto, los resultados destacan con claridad, variaciones o desviaciones estándar de solo 0.17 %, con lo cual se puede establecer a priori, un poco de variabilidad de los datos analizados.

Tabla 20. Variación del contenido de aire con la variación del vidrio reciclado triturado.

Descripción de la muestra	Contenido de aire por espécimen			Desviación estándar
	1	2	3	
Patrón	2.00 %	2.20 %	1.90 %	0.12 %
Concreto con 10 % de VRT	1.90 %	1.90 %	2.00 %	0.05 %
Concreto con 20 % de VRT	2.20 %	2.10 %	1.90 %	0.12 %
Concreto con 30 % de VRT	2.00 %	2.20 %	2.10 %	0.08 %
Concreto con 40 % de VRT	2.30 %	1.90 %	2.20 %	0.17 %
Concreto con 50 % de VRT	2.10 %	2.10 %	2.00 %	0.05 %

Lo mencionado se puede establecer con claridad en la Figura 10, en la que se muestra la variación del contenido de humedad para los diferentes grupos analizados. Como se ha mencionado, es importante destacar que no existe demasiada variación entre los resultados obtenidos en laboratorio.

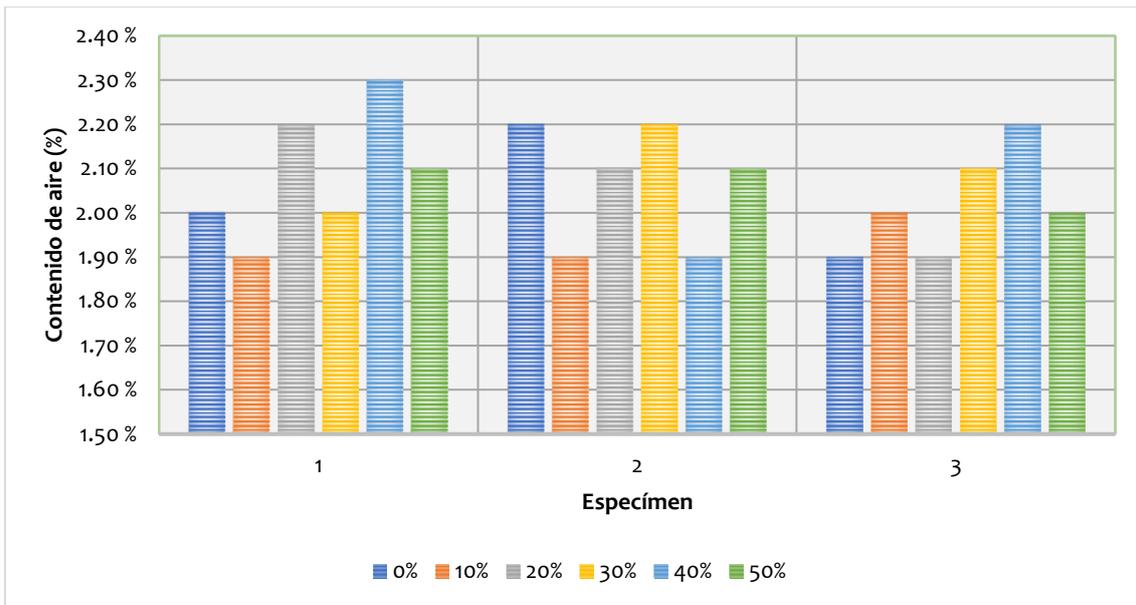


Figura 10. Variación del contenido de aire por la incidencia del vidrio reciclado.

Los datos descritos, dieron cabida a la obtención de valores promedios por cada grupo, para de esta manera establecer un comportamiento del aire en función del reemplazo del vidrio triturado y reciclado; en tal contexto, en la siguiente tabla, se detalla dicho comportamiento, en el que se logra denotar que a medida que se incrementa vidrio triturado, el contenido de aire aumenta hasta alcanzar un valor máximo de 2.13 %, después de ello, este valor tiende a disminuir.

Tabla 21. Variación del promedio del contenido de aire con el reemplazo del vidrio.

Reemplazo de vidrio (%)	Promedio	Variación (%)
0	2.03 %	0.00
10	1.93 %	-4.92
20	2.07 %	1.64
30	2.10 %	3.28
40	2.13 %	4.92
50	2.07 %	1.64

Una mejor esquematización de lo explicado primariamente, es presentado en la Figura 11 en el que, el comportamiento del contenido de aire puede ajustarse a una función cuadrática con un coeficiente R^2 de 0.4131, el cual indica una relación baja.

Un aspecto que es necesario mencionar, es que el mayor valor del contenido de aire se dio con el reemplazo del agregado natural por vidrio triturado reciclado en un porcentaje de 40 %, mientras que el menor con un porcentaje de 10 %.

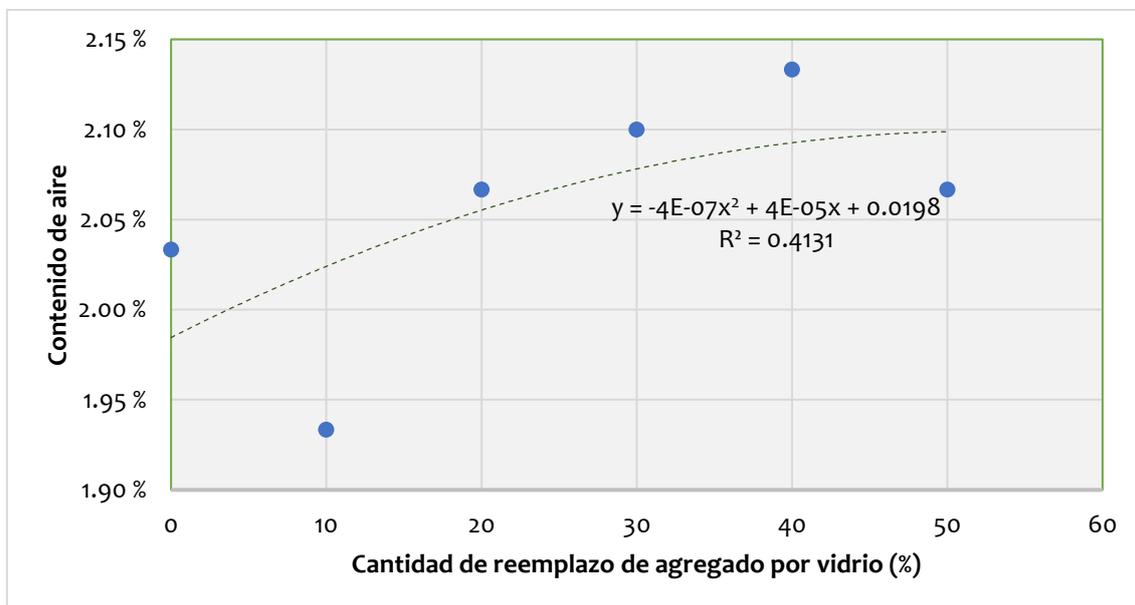


Figura 11. Esquema de la dispersión, ante la variación del vidrio reciclado como parte del agregado.

5.1.4 Variación del contenido de aire del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión

En la Tabla 22 se ha mostrado la variabilidad del contenido de aire con tiempos de inmersión diferentes, cuando en este se sustituye la dosificación óptima de vidrio (10 %). También, se puede destacar, que el valor de la desviación estándar en todos los grupos estudiados no supera el 1 %, indicando de esta manera, la poca variabilidad entre ellos.

Tabla 22. Cuadro de resumen de los datos del contenido de aire con diferentes tiempos de inmersión.

Descripción por muestra	Cantidad de aire por espécimen			Desviación estándar
	1	2	3	
Tiempo de inmersión de 0.0	2.00 %	2.20 %	2.10 %	0.08 %
Tiempo de inmersión de 3.0	1.80 %	1.90 %	2.30 %	0.22 %
Tiempo de inmersión de 3.5	2.20 %	2.00 %	1.80 %	0.16 %
Tiempo de inmersión de 4.0	2.00 %	2.30 %	1.80 %	0.21 %
Tiempo de inmersión de 4.5	1.80 %	2.30 %	1.90 %	0.22 %
Tiempo de inmersión de 5.0	2.00 %	1.90 %	2.00 %	0.05 %
Tiempo de inmersión de 5.5	2.20 %	2.00 %	1.90 %	0.12 %
Tiempo de inmersión de 6.0	1.90 %	1.80 %	2.00 %	0.08 %

Una mejor forma de poder esquematizar lo que ha mencionado precedentemente, es ejemplificada en la Figura 12, figura en la cual se destaca todos los valores medidos para el contenido de aire en diferentes tiempos de inmersión del vidrio.

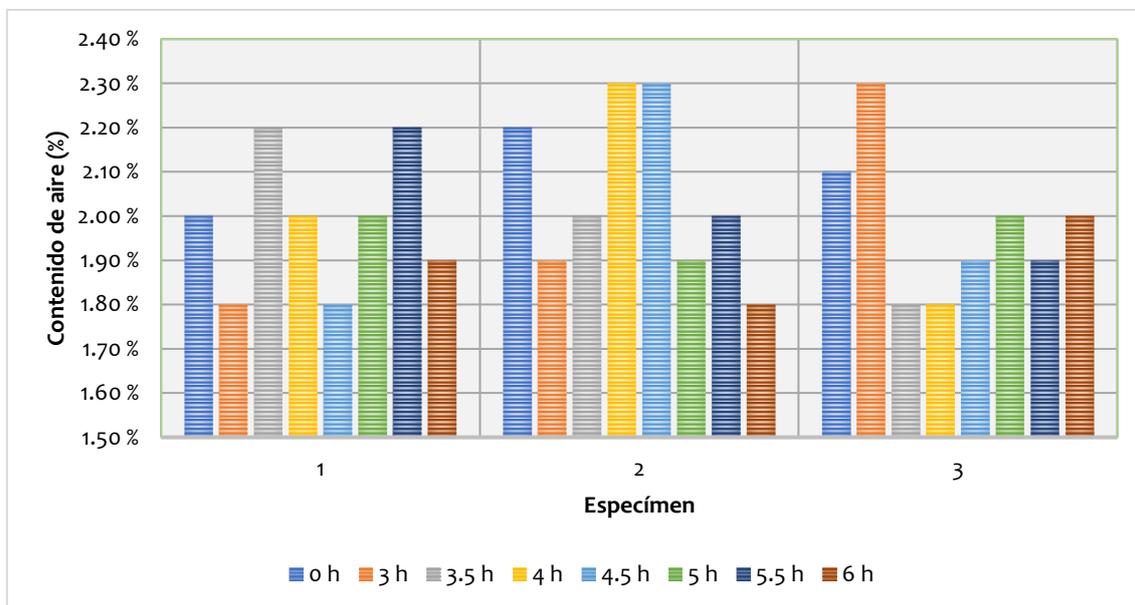


Figura 12. Variación del contenido de aire en función de la variación del tiempo de inmersión.

A partir de los datos mencionados, se ha podido establecer y determinar los valores promedios, los cuales se muestran en la tabla, destacándose de ella que la inmersión del vidrio puede reducir la cantidad de aire hasta en 9.52 %; sin embargo, es importante resaltar que no existe una tendencia clara.

Tabla 23. Variación promedio del contenido de aire en función del tiempo de inmersión.

Inmersión (h)	Promedio	Variación (%)
0.0	2.10 %	0.00
3.0	2.00 %	-4.76
3.5	2.00 %	-4.76
4.0	2.03 %	-3.17
4.5	2.00 %	-4.76
5.0	1.97 %	-6.35
5.5	2.03 %	-3.17
6.0	1.90 %	-9.52

Lo mencionado en el párrafo anterior, se pudo esquematizar en la Figura 13, en el que los valores estimados pueden ajustarse a una función de segundo grado, en el que el valor de R^2 es de 0.591.

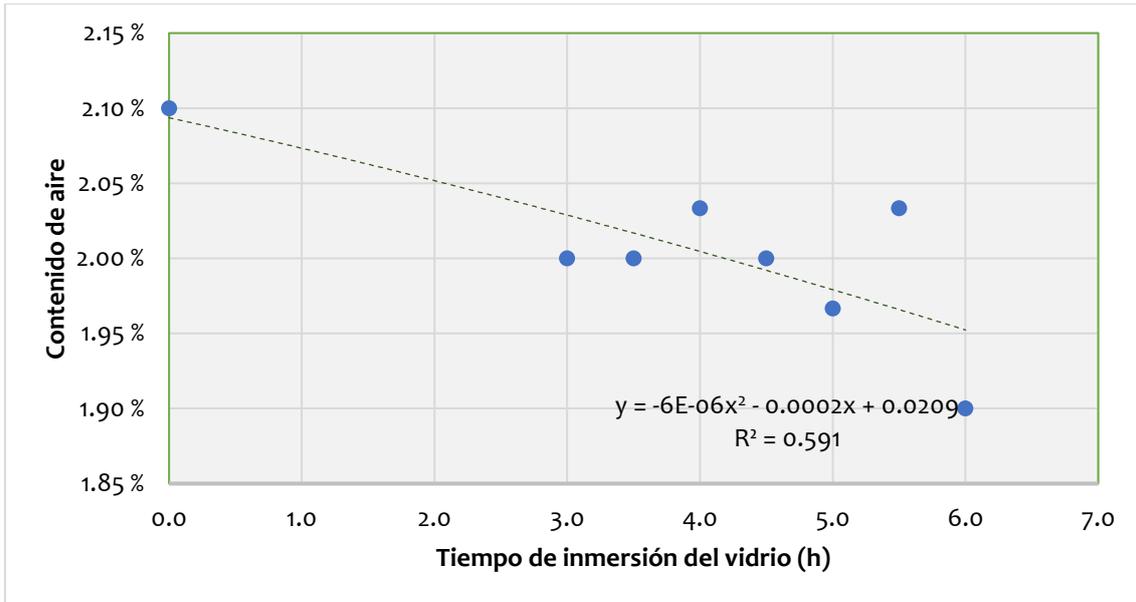


Figura 13. Comportamiento del contenido de aire en función del tiempo de inmersión del vidrio reciclado.

5.1.5 Variación de la resistencia a flexo tracción sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado

En la tabla se muestra lo encontrado para resistencia a flexo tracción medida después de 7 días, es decir sin reemplazo del agregado fino, donde el promedio resultó 32.73 kg/cm^2 y 0.80 kg/cm^2 como desviación estándar.

Tabla 24. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto patrón.

Código	Ancho, alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	22.60 kN	3.21 Mpa	32.78 kg/cm^2
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	23.10 kN	3.29 Mpa	33.50 kg/cm^2
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	22.00 kN	3.13 Mpa	31.91 kg/cm^2
Desviación estándar			0.55 kN	0.08 Mpa	0.80 kg/cm^2
Promedio			22.57 kN	3.21 Mpa	32.73 kg/cm^2

Del mismo modo, a continuación la resistencia a flexo tracción de cada espécimen roturado a los 7 días referentes al concreto patrón o convencional sin reemplazo del agregado fino es presentada:

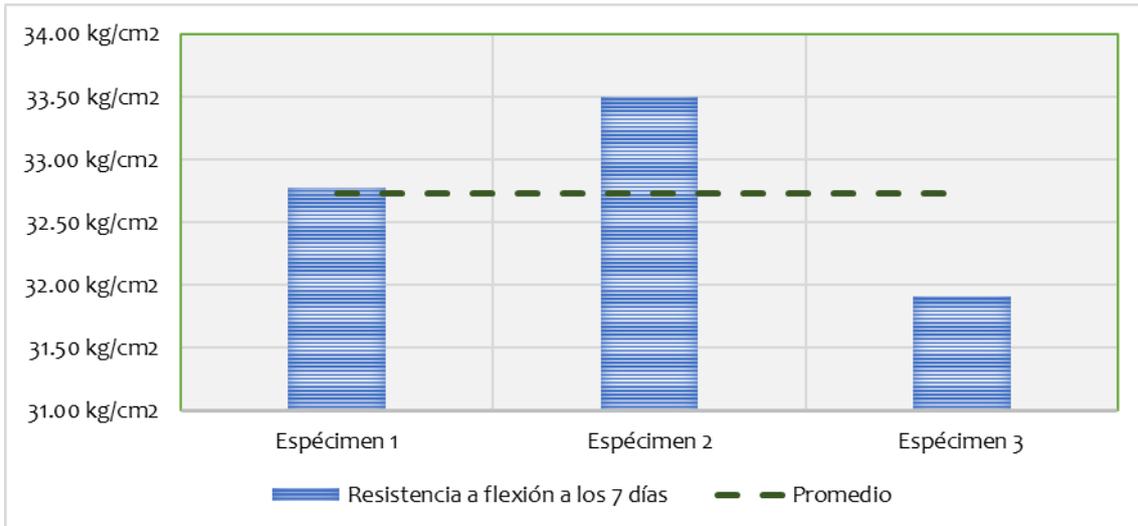


Figura 14. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto patrón.

Posteriormente, se tiene lo hallado para la resistencia a flexo tracción a los 7 días cuando se reemplazó 10 % del agregado fino, entonces el promedio fue de 33.84 kg/cm² y 1.10 kg/cm² con desviación estándar.

Tabla 25. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura (Mpa)	Resistencia (kg/cm ²)
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	23.20 kN	3.30 Mpa	33.65 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	22.65 kN	3.22 Mpa	32.85 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	24.15 kN	3.43 Mpa	35.02 kg/cm ²
Desviación estándar			0.76 kN	0.11 Mpa	1.10 kg/cm ²
Promedio			23.33 kN	3.32 Mpa	33.84 kg/cm ²

Del mismo modo, la Figura 15 representa gráficamente las resistencias de cada uno de los valores obtenidos:

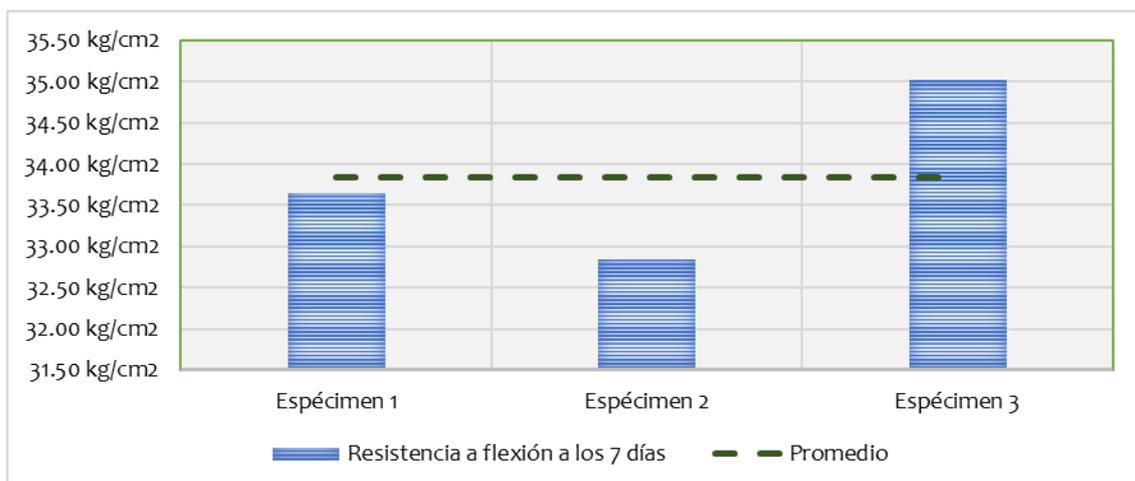


Figura 15. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.

A continuación es mostrado los resultados de la resistencia a flexo tracción del concreto de 7 días con un reemplazo en 20 % del agregado fino, con un valor promedio de 34.36 kg/cm² y 0.66 kg/cm² como desviación estándar.

Tabla 26. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	23.70 kN	3.37 Mpa	34.37 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	23.24 kN	3.31 Mpa	33.70 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	24.15 kN	3.43 Mpa	35.02 kg/cm ²
Desviación estándar			0.46 kN	0.06 Mpa	0.66 kg/cm ²
Promedio			23.70 kN	3.37 Mpa	34.36 kg/cm ²

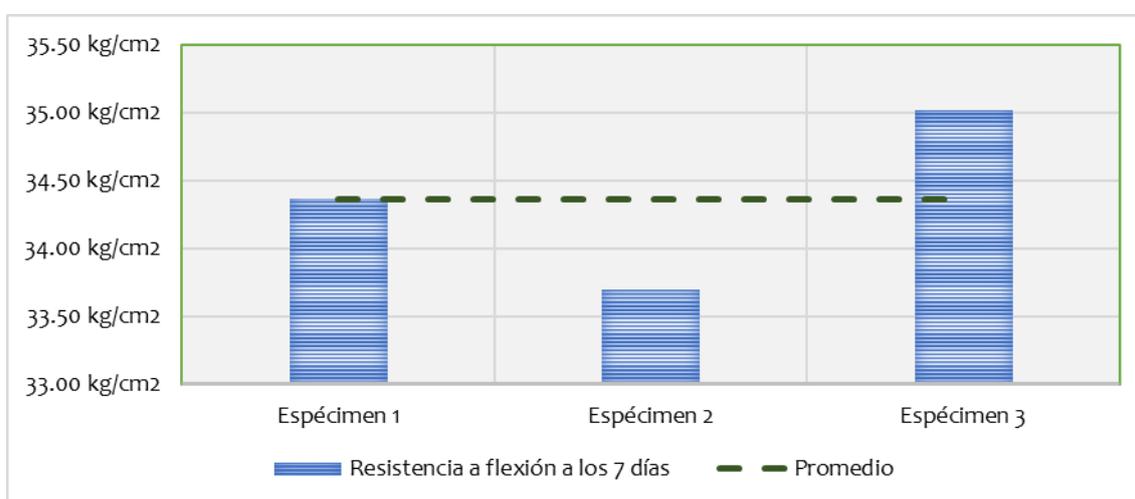


Figura 16. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.

Del mismo modo, en la Tabla 27 y Figura 17 se representa los resultados de la resistencia a flexo tracción a los 7 días con un reemplazo de agregado fino por 30 % de vidrio reciclado triturado, con un valor promedio de 34.91 kg/cm² y variación estandarizada de 0.63 kg/cm².

Tabla 27. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	23.58 kN	3.35 Mpa	34.20 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	24.40 kN	3.47 Mpa	35.39 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	24.23 kN	3.45 Mpa	35.14 kg/cm ²
Desviación estándar			0.43 kN	0.06 Mpa	0.63 kg/cm ²
Promedio			24.07 kN	3.42 Mpa	34.91 kg/cm ²

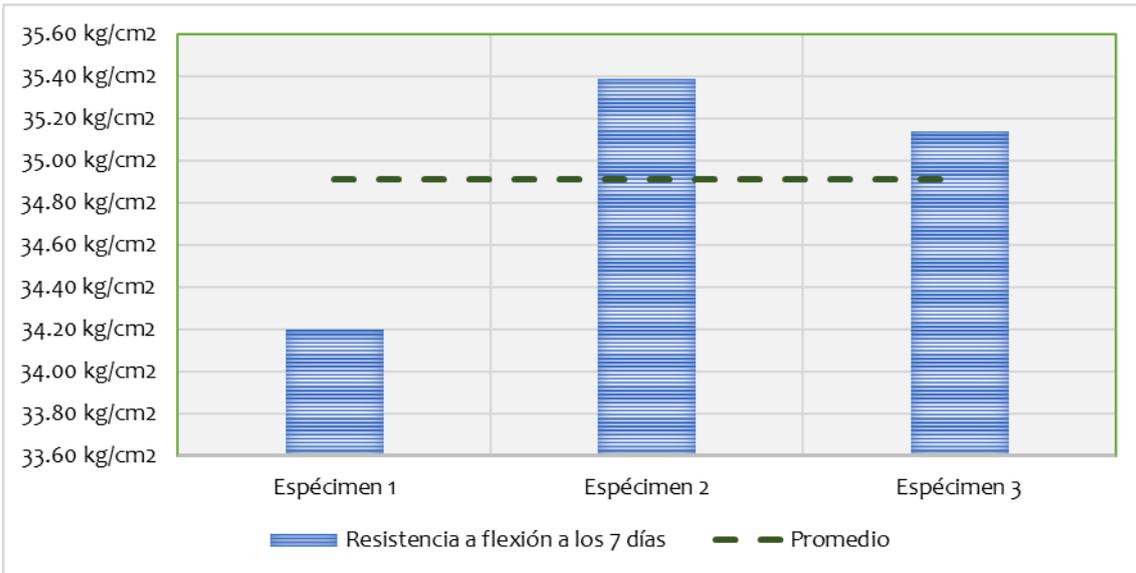


Figura 17. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.

Los resultados al reemplazarse el 40 % del agregado fino se configuran en la Tabla 28 y Figura 18, donde se tiene un valor promedio de 35.09 kg/cm² y una variación estandarizada de 0.27 kg/cm².

Tabla 28. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	24.37 kN	3.47 Mpa	35.34 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	24.22 kN	3.44 Mpa	35.13 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	24.00 kN	3.41 Mpa	34.81 kg/cm ²
Desviación estándar			0.19 kN	0.03 Mpa	0.27 kg/cm ²
Promedio			24.20 kN	3.44 Mpa	35.09 kg/cm ²

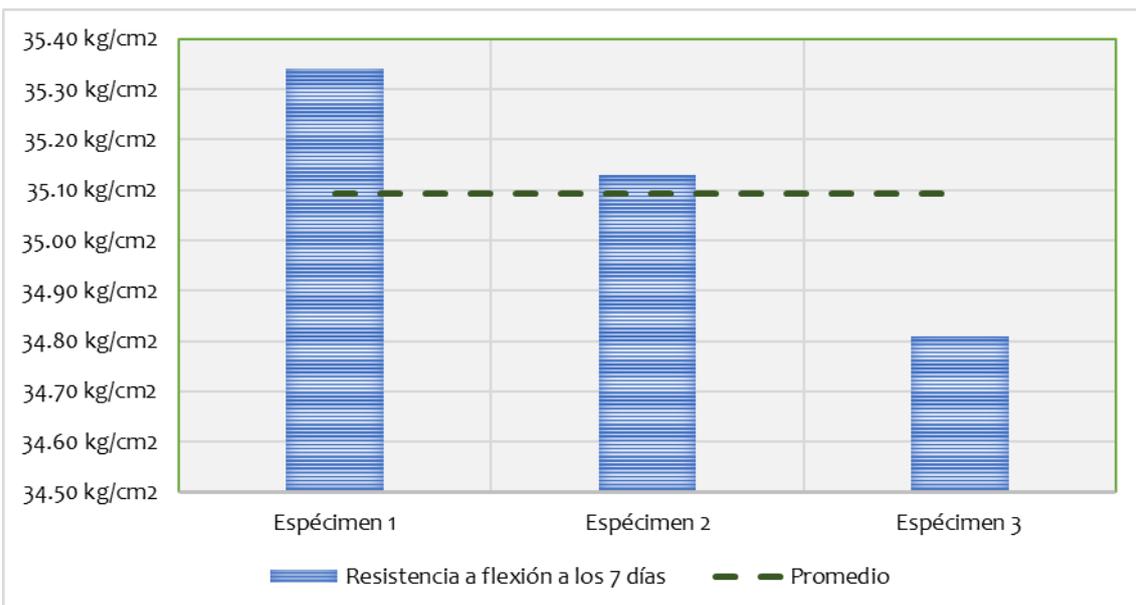


Figura 18. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

Lo referente al reemplazo del 50 % del agregado fino, en la Tabla 29 y Figura 19 se muestra sus resultados, con valor medio de 34.45 kg/cm² y desviación estandarizada de 0.49 kg/cm².

Tabla 29. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	23.77 kN	3.38 Mpa	34.47 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	24.08 kN	3.42 Mpa	34.92 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	23.41 kN	3.33 Mpa	33.95 kg/cm ²
Desviación estándar			0.34 kN	0.05 Mpa	0.49 kg/cm ²
Promedio			23.75 kN	3.38 Mpa	34.45 kg/cm ²

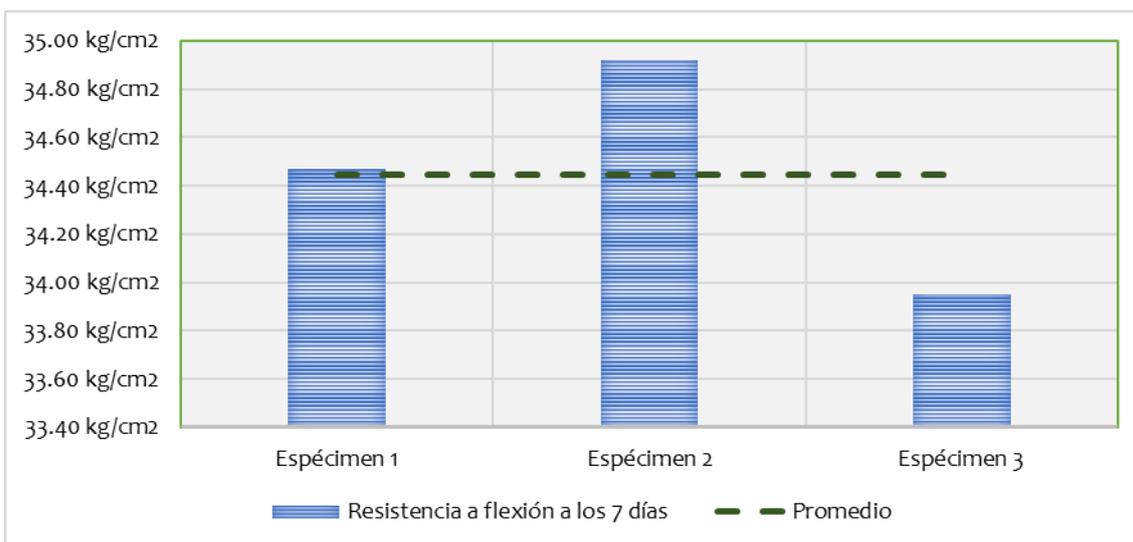


Figura 19. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.

A modo de parte final, a continuación se compara los valores promedio de la resistencia a flexo tracción por grupo de concreto, donde se logra interpretar que, el reemplazar agregado fino por vidrio reciclado que ha sido triturado, el efecto en la resistencia es la tendencia a incrementarse en hasta 7.22 % en relación del concreto elaborado normalmente.

Tabla 30. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

Reemplazo de vidrio (%)	Resistencia a flexión a los 7 días	Variación (%)
0	32.73 kg/cm ²	0.00
10	33.84 kg/cm ²	3.39
20	34.36 kg/cm ²	4.99
30	34.91 kg/cm ²	6.66
40	35.09 kg/cm ²	7.22
50	34.45 kg/cm ²	5.24

De la siguiente figura se logra interpretar que el reemplazar agregado fino por vidrio reciclado que ha sido triturado hace que la resistencia a compresión tiende a incrementarse hasta considerar el 40 % y luego baja.

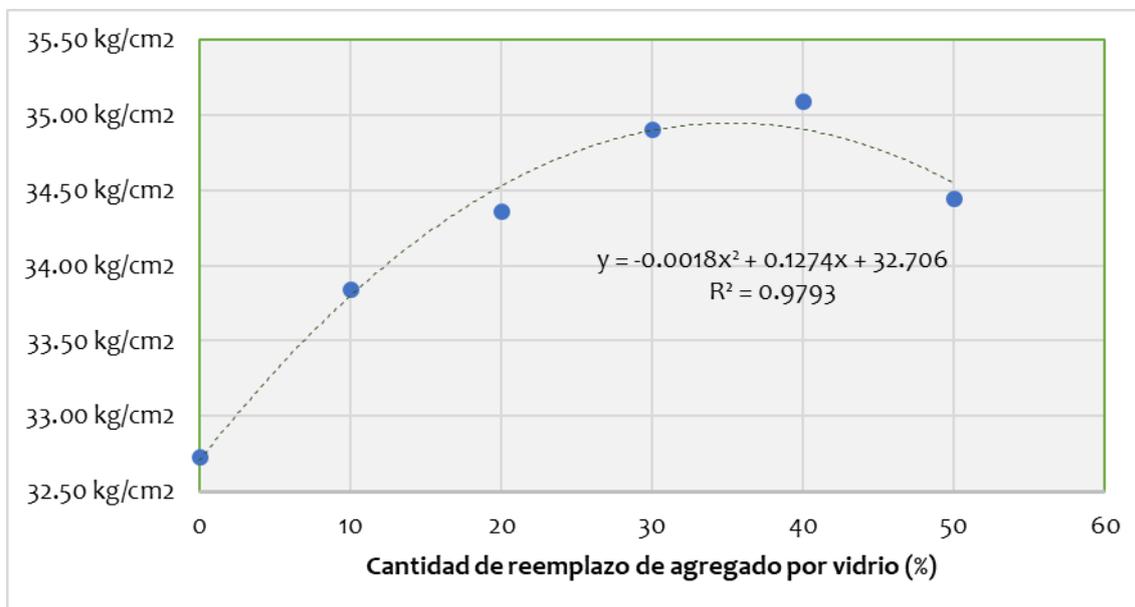


Figura 20. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

En la Tabla 31 y Figura 21 se logra visualizar los resultados obtenidos referentes al concreto patrón, donde el promedio fue de 38.26 kg/cm² con una variación de 1.68 kg/cm².

Tabla 31. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto patrón.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	27.77 kN	3.95 Mpa	40.27 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	25.58 kN	3.64 Mpa	37.10 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	26.00 kN	3.70 Mpa	37.71 kg/cm ²
Desviación estándar			1.16 kN	0.16 Mpa	1.68 kg/cm ²
Promedio			26.45 kN	3.76 Mpa	38.36 kg/cm ²

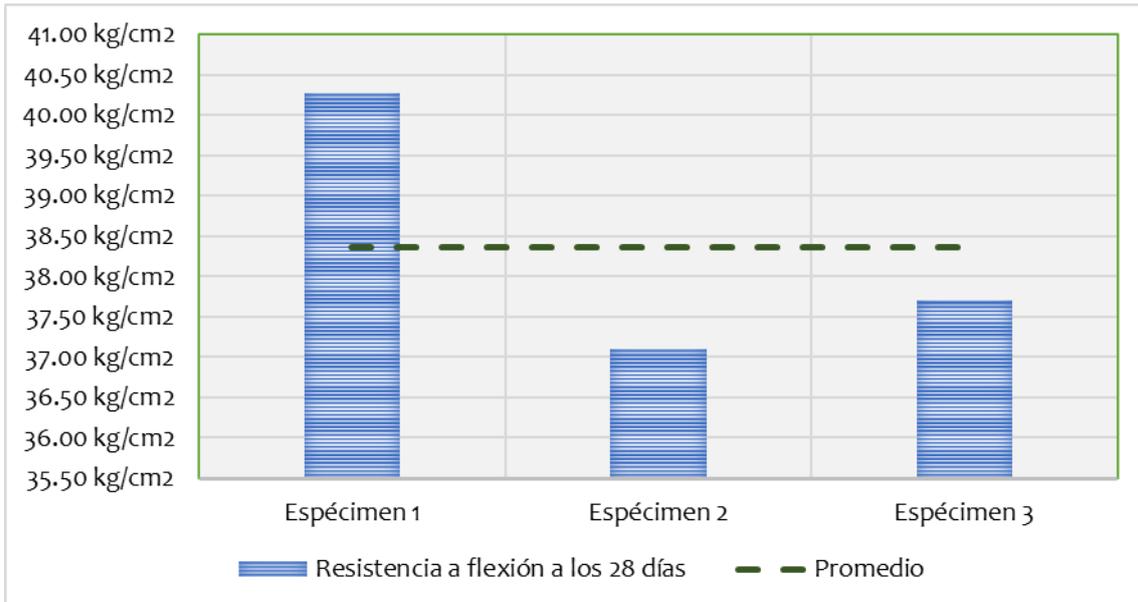


Figura 21. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto patrón.

Del mismo modo, en la Tabla 32 y Figura 22 se ha detallado la resistencia a flexo tracción a los 28 días con 10 % de vidrio reciclado triturado.

Tabla 32. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	28.00 kN	3.95 Mpa	40.61 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	27.28 kN	3.88 Mpa	39.56 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	27.05 kN	3.85 Mpa	39.23 kg/cm ²
Desviación estándar			0.50 kN	0.05 Mpa	0.72 kg/cm ²
Promedio			27.44 kN	3.89 Mpa	39.80 kg/cm ²

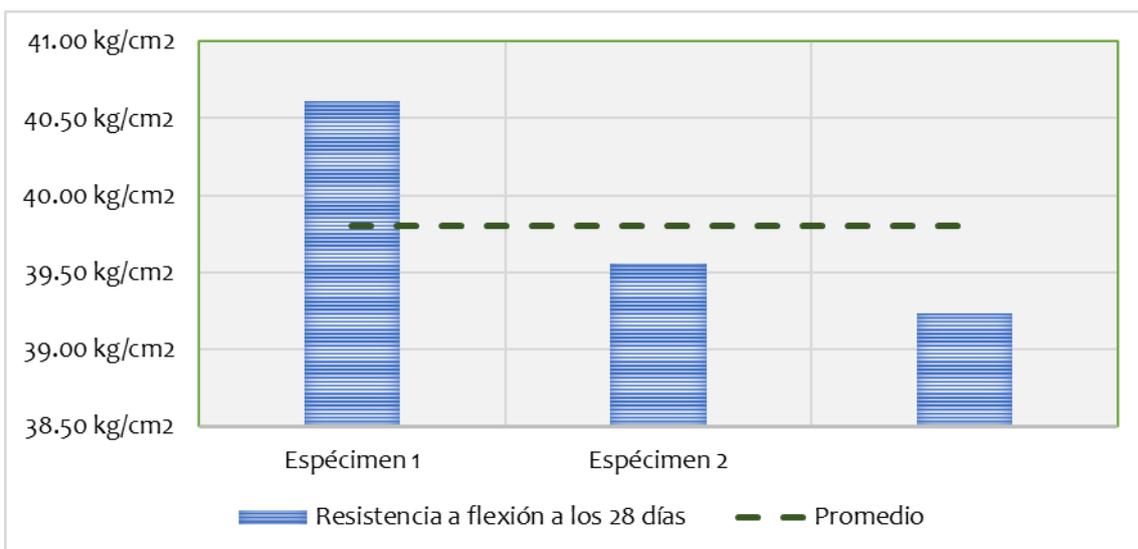


Figura 22. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado.

Del mismo modo, en la Tabla 33 y Figura 23 se consigna la resistencia a los 28 días con concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado, donde se obtuvo una resistencia promedio de 40.98 kg/cm² con una desviación estándar de 0.40 kg/cm².

Tabla 33. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Mpa	kg/cm ²
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	28.38 kN	4.04 Mpa	41.16 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	27.94 kN	3.97 Mpa	40.52 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	28.45 kN	4.05 Mpa	41.26 kg/cm ²
Desviación estándar			0.28 kN	0.04 Mpa	0.40 kg/cm ²
Promedio			28.26 kN	4.02 Mpa	40.98 kg/cm ²

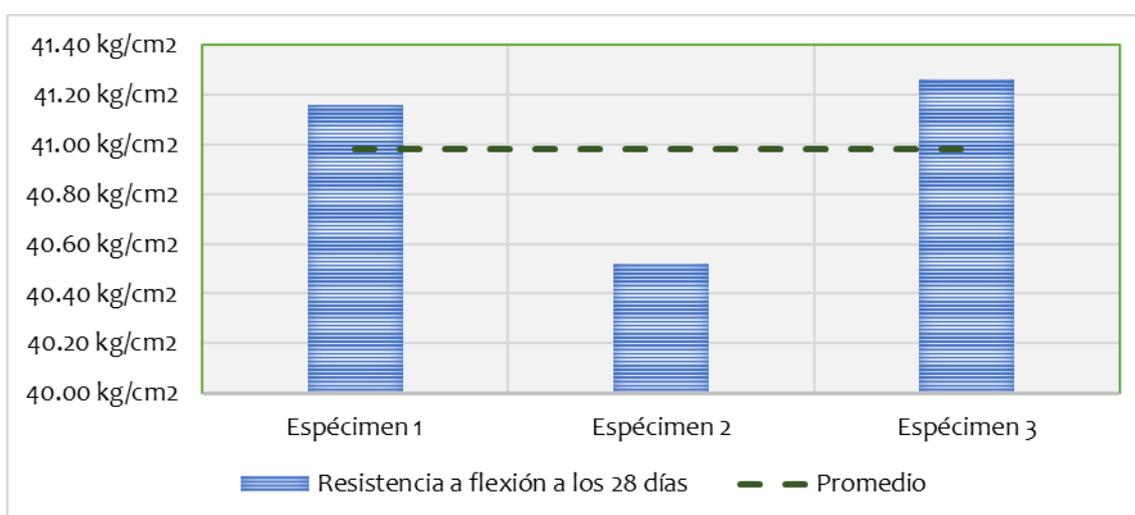


Figura 23. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 20 % de vidrio reciclado triturado.

En la Tabla 34 y Figura 24 es detallado la resistencia flexo tracción a los 28 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado, donde el promedio obtenido fue de 41.87 kg/cm² y 0.34 kg/cm² como desviación estándar.

Tabla 34. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Mpa	kg/cm ²
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	28.68 kN	4.08 Mpa	41.59 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	28.80 kN	4.10 Mpa	41.77 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	29.13 kN	4.14 Mpa	42.25 kg/cm ²
Desviación estándar			0.23 kN	0.03 Mpa	0.34 kg/cm ²
Promedio			28.87 kN	4.11 Mpa	41.87 kg/cm ²

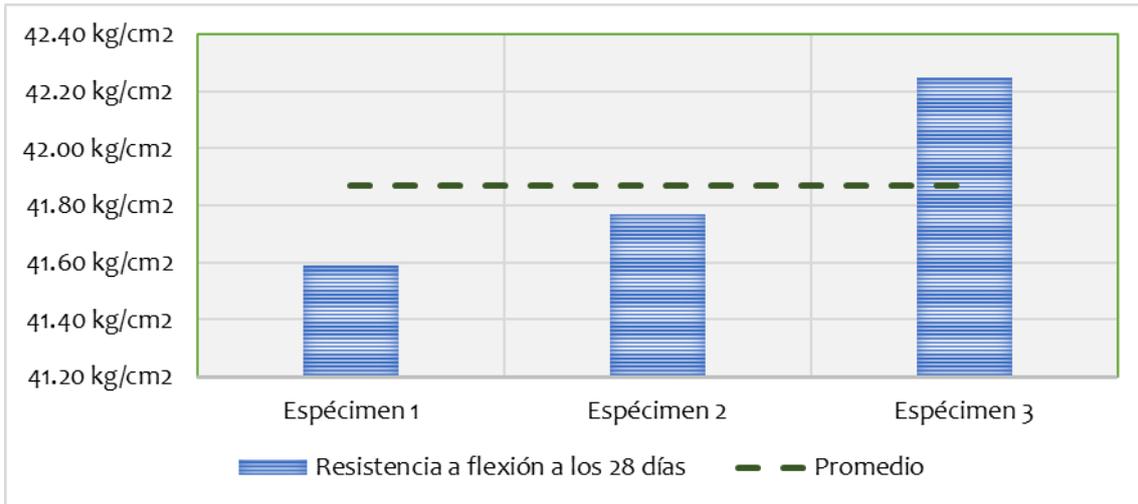


Figura 24. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 30 % de vidrio reciclado triturado.

Como parte consecuente, en la Tabla 35 y Figura 25 se tiene que es dable observar los resultados donde se empleó 40 % de vidrio reciclado que fue debidamente triturado como parte del agregado fino, con una resistencia promedio de 42.65 kg/cm² y 0.40 kg/cm² como desviación estándar.

Tabla 35. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	29.40 kN	4.18 Mpa	42.64 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	29.69 kN	4.22 Mpa	43.06 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	29.14 kN	4.14 Mpa	42.26 kg/cm ²
Desviación estándar			0.28 kN	0.04 Mpa	0.40 kg/cm ²
Promedio			29.41 kN	4.18 Mpa	42.65 kg/cm ²

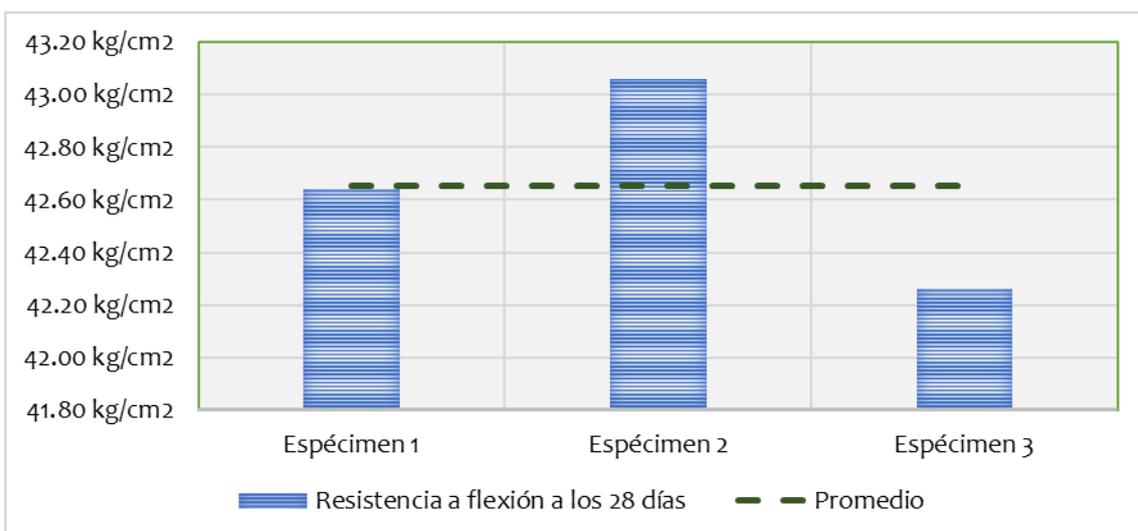


Figura 25. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado.

La tabla y figura presentadas a continuación ilustran los resultados obtenidos para la resistencia a flexotracción que incorpora un 50 % de vidrio reciclado triturado. Los datos reflejan una resistencia promedio de 40.49 kg/cm², acompañada de una desviación estándar de 0.85 kg/cm².

Tabla 36. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	27.71 kN	3.94 Mpa	40.19 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	27.46 kN	3.91 Mpa	39.82 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	28.58 kN	4.06 Mpa	41.45 kg/cm ²
Desviación estándar			0.59 kN	0.08 Mpa	0.85 kg/cm ²
Promedio			27.92 kN	3.97 Mpa	40.49 kg/cm ²

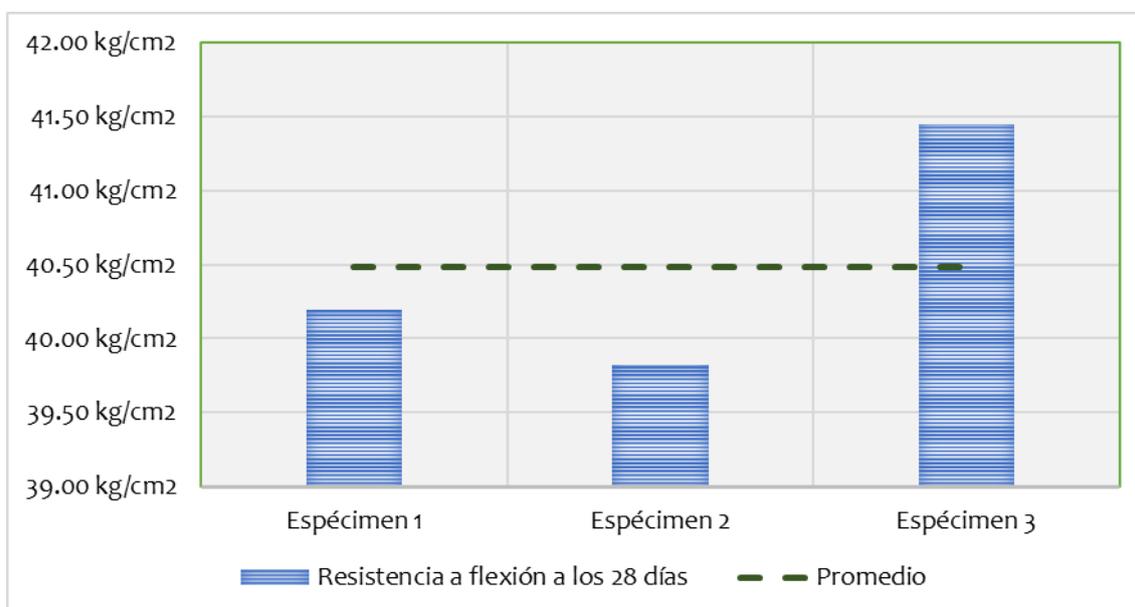


Figura 26. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 50 % de vidrio reciclado triturado.

Con la Tabla 37 de manera resumida tiene las resistencias promedio a flexo tracción obtenidas a los 28 días para cada uno de los conjuntos analizados:

Tabla 37. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

Reemplazo de vidrio (%)	Resistencia a flexión a los 28 días	Variación (%)
0	38.36 kg/cm ²	0.00
10	39.80 kg/cm ²	3.75
20	40.98 kg/cm ²	6.83
30	41.87 kg/cm ²	9.15
40	42.65 kg/cm ²	11.19
50	40.49 kg/cm ²	5.54

De la Figura 27 se logra interpretar que la resistencia a flexo tracción donde se reemplaza el agregado fino tiende a incrementarse en relación del concreto con agregados naturales, resaltando que con 40 % de reemplazo se encuentra los mayores valores de resistencia del concreto, por ende, se consideró aplicar diferentes tiempos de inmersión al vidrio triturado reciclado y elaborar el concreto con este nivel de porcentaje.

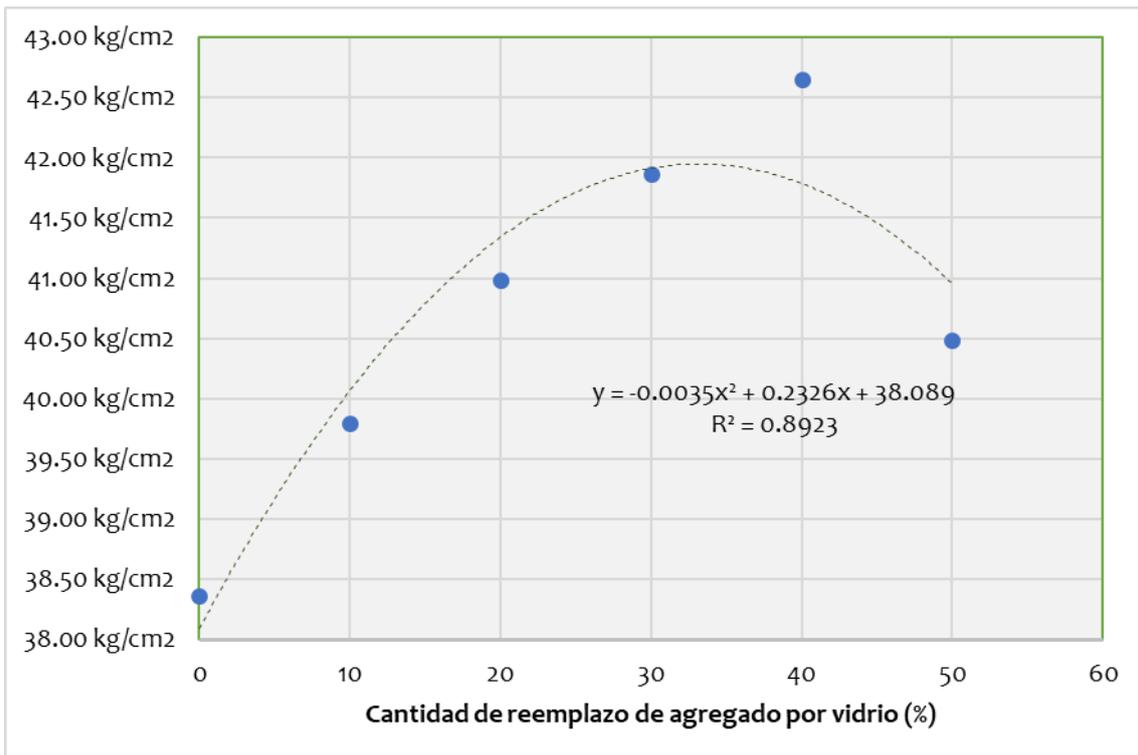


Figura 27. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado.

5.1.6 Variación de la resistencia a flexo tracción del concreto sustituyendo el agregado fino por vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión

La Tabla 38 y Figura 28 tienen los efectos para flexo tracción del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado que se sometió a inmersión durante 3 horas, lográndose una resistencia promedio de 45.39 kg/cm² y 0.30 kg/cm² para desviación estandarizada.

Tabla 38. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	30.89 kN	4.39 Mpa	44.80 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	31.10 kN	4.42 Mpa	45.10 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	31.30 kN	4.45 Mpa	45.39 kg/cm ²
Desviación estándar			0.21 kN	0.03 Mpa	0.30 kg/cm ²
Promedio			31.10 kN	4.42 Mpa	45.10 kg/cm ²

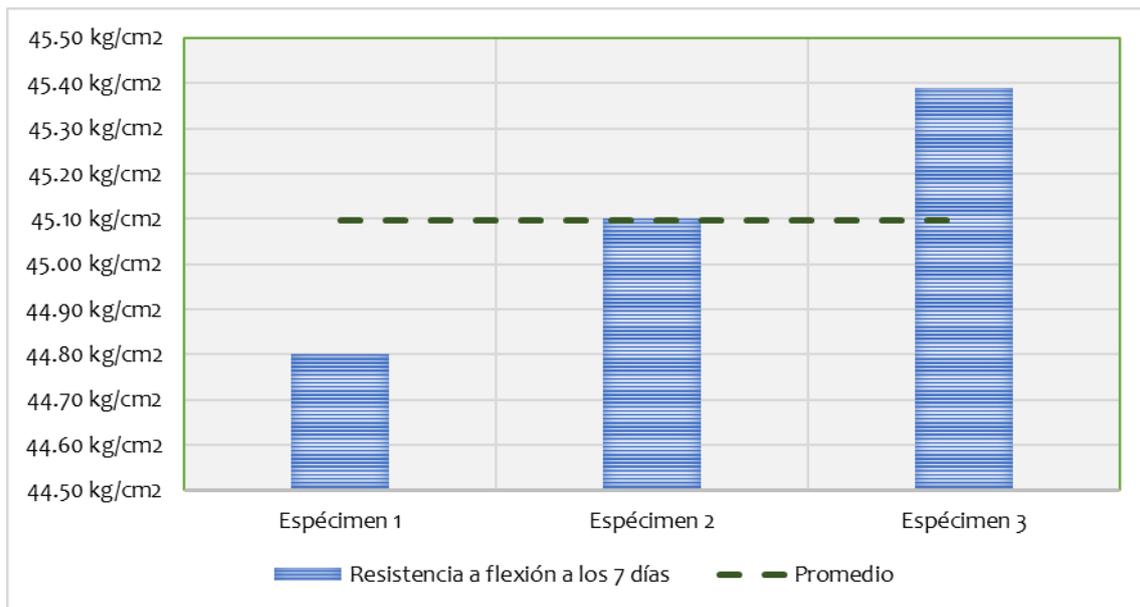


Figura 28. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.

Seguidamente, en la Tabla 39 y

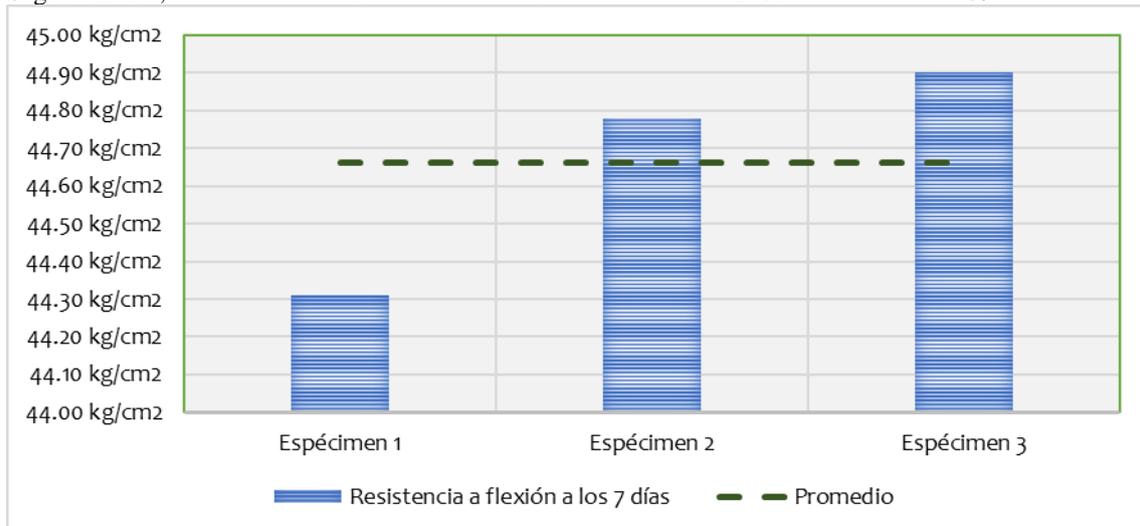


Figura 29 presentan lo encontrado para los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado con inmersión de 3.5 horas respecto a flexo tracción, obteniéndose un promedio de 44.66 kg/cm² y una desviación estándar de 0.31 kg/cm².

Tabla 39. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura	Módulo de rotura
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	30.55 kN	4.34 Mpa	44.31 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	30.88 kN	4.39 Mpa	44.78 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	30.96 kN	4.40 Mpa	44.90 kg/cm ²
Desviación estándar			0.22 kN	0.03 Mpa	0.31 kg/cm ²
Promedio			30.80 kN	4.38 Mpa	44.66 kg/cm ²

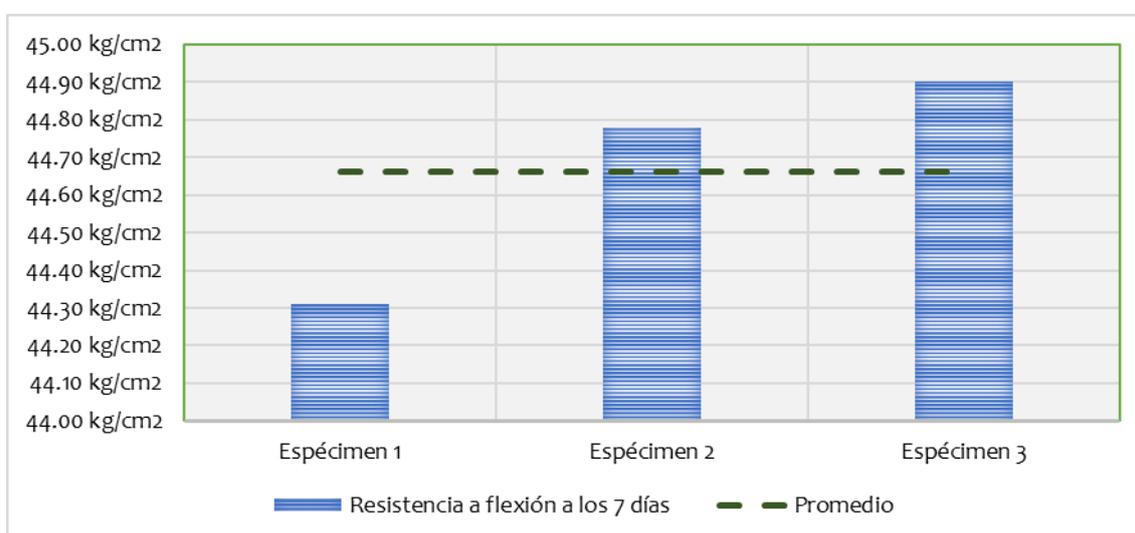


Figura 29. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.

En referencia de flexo tracción después de 7 días y con 40 % de vidrio reciclado triturado que se sumergió durante 4 horas, tanto en la Tabla 40 y Figura 30, se muestran los resultados obtenidos en laboratorio, con valor medio de 44.42 kg/cm² y una desviación estándar de 0.31 kg/cm².

Tabla 40. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura	Módulo de rotura
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	30.66 kN	4.36 Mpa	44.47 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	30.82 kN	4.38 Mpa	44.70 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	30.40 kN	4.32 Mpa	44.09 kg/cm ²
Desviación estándar			0.21 kN	0.03 Mpa	0.31 kg/cm ²

Promedio	30.63 kN	4.36 Mpa	44.42 kg/cm ²
----------	----------	----------	--------------------------

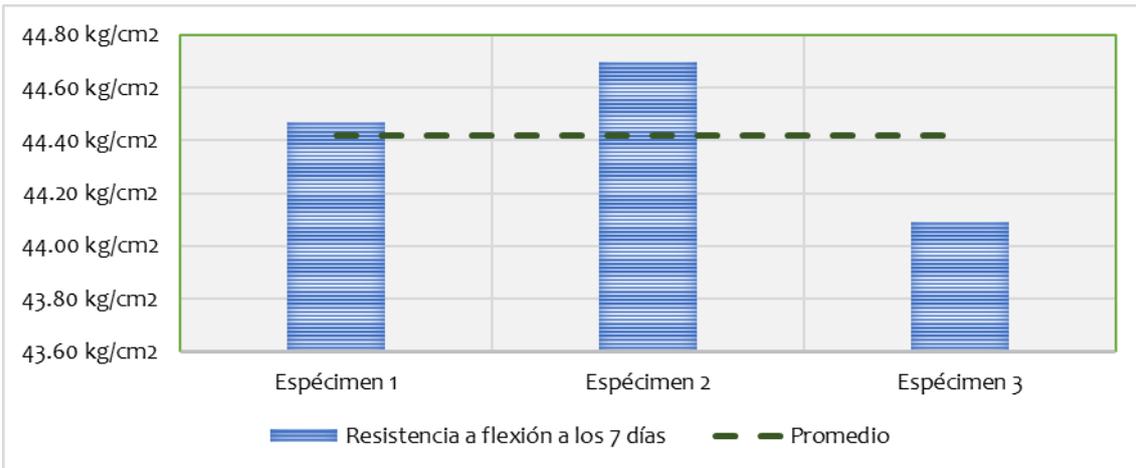


Figura 30. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.

También, en la siguiente tabla y figura son detallados lo relacionado con la resistencia a flexo tracción del concreto con 40 % de vidrio triturado reciclado con un tiempo de inmersión de 4.5 horas, donde se tiene un promedio de 43.98 kg/cm² y desviación estandarizada de 0.18 kg/cm².

Tabla 41. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura (kg/cm ²)
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	30.22 kN	4.30 Mpa	43.83 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	30.46 kN	4.33 Mpa	44.18 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	30.30 kN	4.31 Mpa	43.94 kg/cm ²
Desviación estándar			0.12 kN	0.02 Mpa	0.18 kg/cm ²
Promedio			30.33 kN	4.31 Mpa	43.98 kg/cm ²

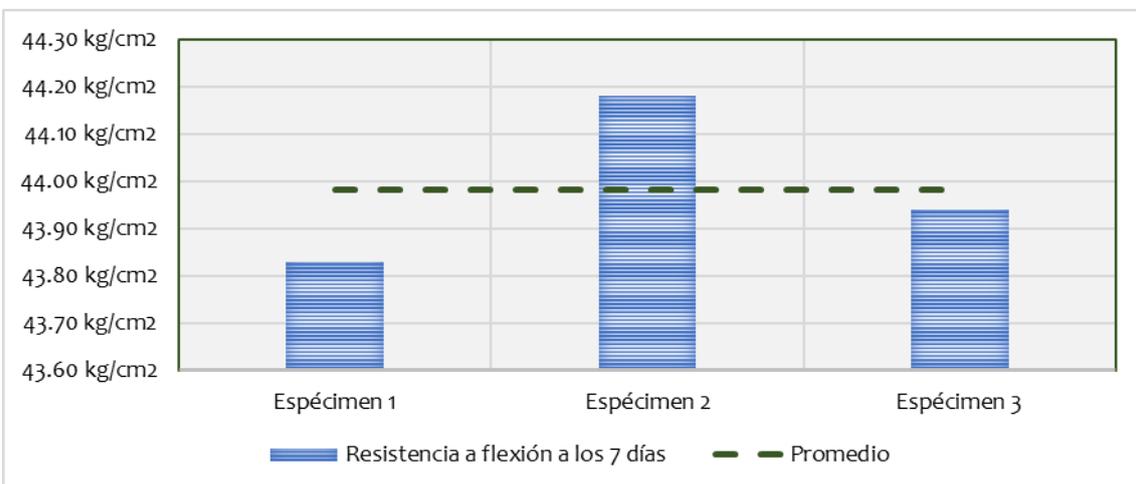


Figura 31. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.

En la Tabla 42 y Figura 32 se describe la flexotracción con un tiempo de inmersión por 5 horas, fue de 42.79 kg/cm² y 0.77 kg/cm² como desviación estándar.

Tabla 42. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	29.84 kN	4.24 Mpa	43.28 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	29.78 kN	4.24 Mpa	43.19 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	28.90 kN	4.11 Mpa	41.91 kg/cm ²
Desviación estándar			0.53 kN	0.08 Mpa	0.77 kg/cm ²
Promedio			29.51 kN	4.20 Mpa	42.79 kg/cm ²

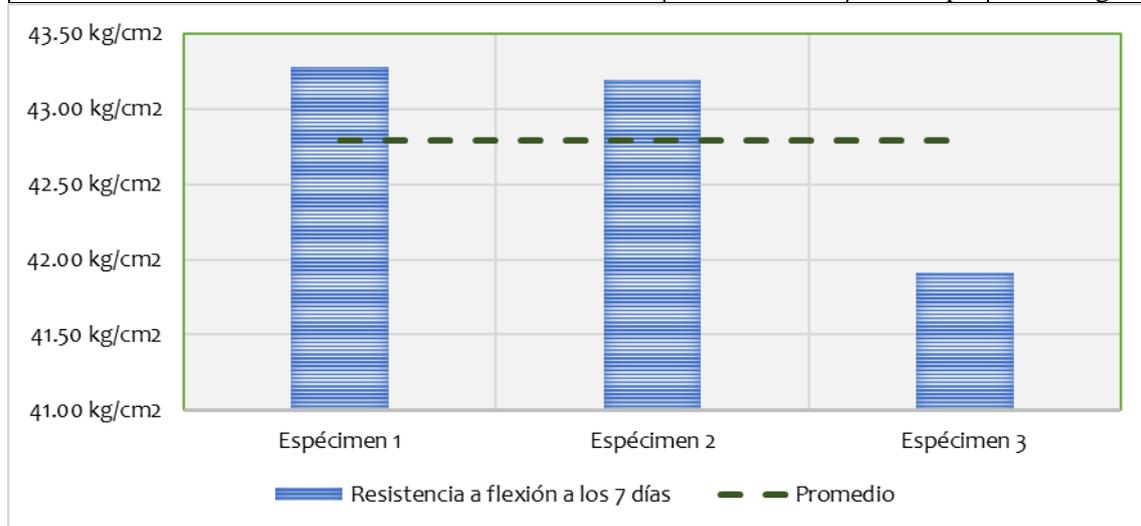


Figura 32. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.

Asimismo, de acuerdo a la Tabla 43 y Figura 33 se tiene que al sumergir el vidrio triturado y reciclado durante 5.5 horas, el concreto logra alcanza una resistencia a flexo tracción media de 42.22 kg/cm² con 1.31 kg/cm² de desviación estándar.

Tabla 43. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	28.90 kN	4.11 Mpa	41.91 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	30.10 kN	4.28 Mpa	43.65 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	28.33 kN	4.03 Mpa	41.09 kg/cm ²
Desviación estándar			0.90 kN	0.13 Mpa	1.31 kg/cm ²
Promedio			29.11 kN	4.14 Mpa	42.22 kg/cm ²

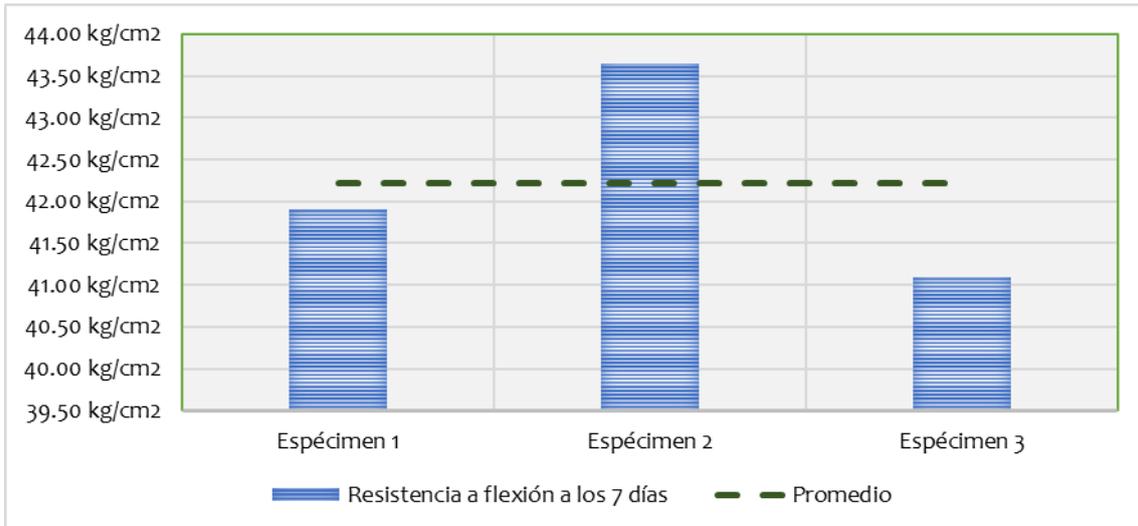


Figura 33. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.

Mientras que, según la Tabla 44 y Figura 34 se tiene al sumergir el vidrio reciclado y triturado durante 6 horas, la resistencia a flexo tracción a los 7 días es de 41.80 kg/cm² y 0.58 kg/cm² de desviación estándar.

Tabla 44. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	28.86 kN	4.10 Mpa	41.85 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	29.20 kN	4.15 Mpa	42.35 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	28.40 kN	4.04 Mpa	41.19 kg/cm ²
Desviación estándar			0.40 kN	0.06 Mpa	0.58 kg/cm ²
Promedio			28.82 kN	4.10 Mpa	41.80 kg/cm ²

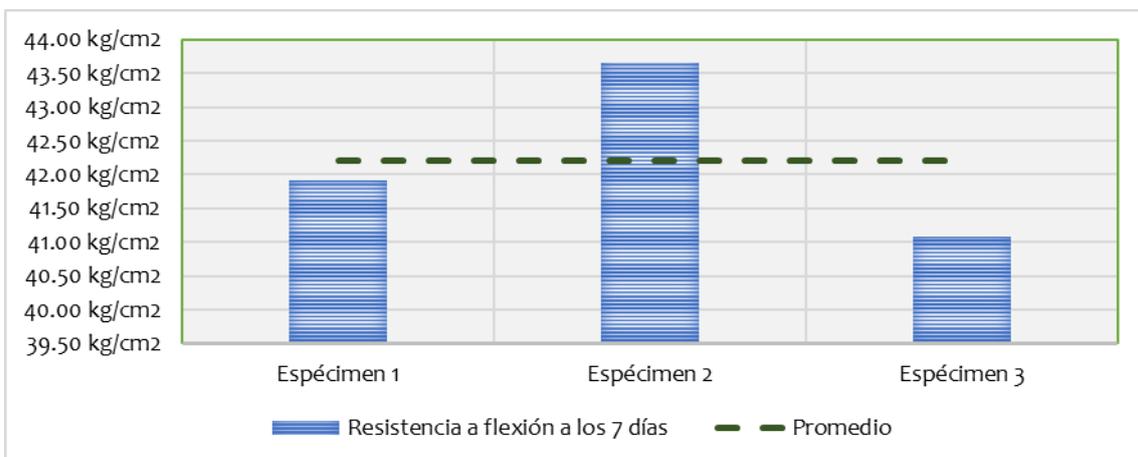


Figura 34. Resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.

Como parte complementaria, se tiene la Tabla 45 donde se detalla la resistencia a flexo tracción promedio para cada caso donde se modificó el tiempo de inmersión partiendo desde 3 horas hasta 6 horas, asimismo, se tiene la variación porcentual donde se evidencia el incremento en relación al concreto que fue elaborado cuando no se sumergió el vidrio reciclado triturado.

Tabla 45. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.

Tiempo de inmersión	Resistencia a flexión a los 7 días	Variación (%)
0	35.09 kg/cm ²	0.00
3	45.10 kg/cm ²	28.50
3.5	44.66 kg/cm ²	27.27
4	44.42 kg/cm ²	26.58
4.5	43.98 kg/cm ²	25.33
5	42.79 kg/cm ²	21.94
5.5	42.22 kg/cm ²	20.30
6	41.80 kg/cm ²	19.10

De la Figura 35 se tiene que el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado tiende a incrementar la resistencia a flexo tracción durante los 7 días.

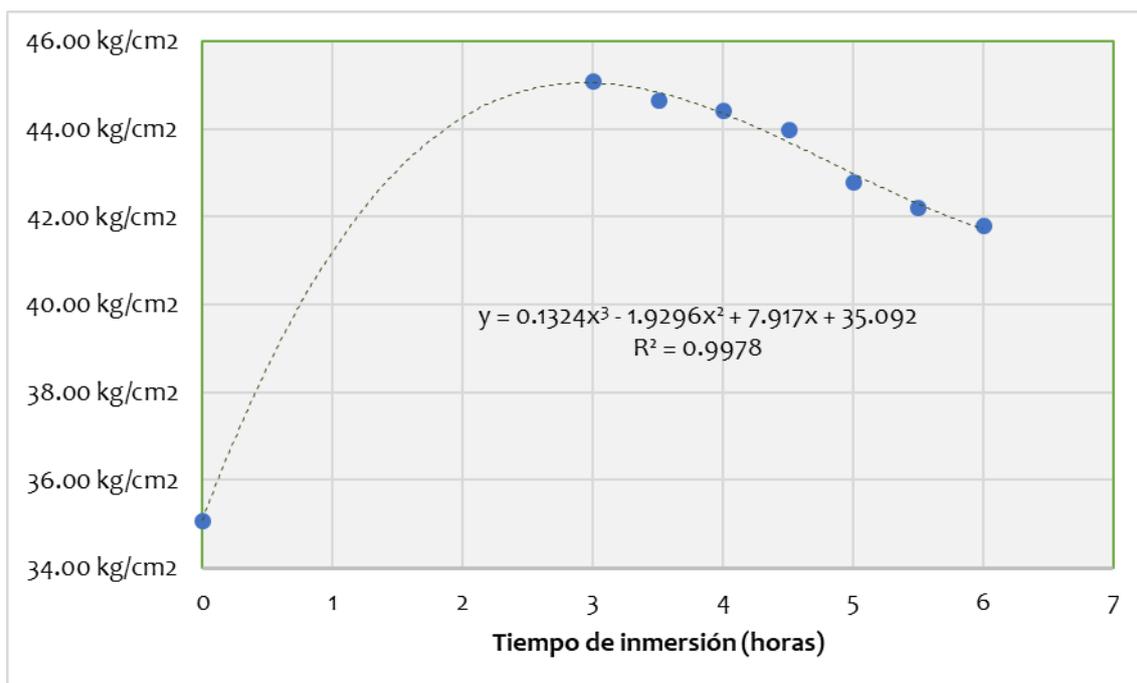


Figura 35. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 7 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.

De la misma manera que fue detallada la resistencia a flexo tracción durante los 7 días con vidrio reciclado triturado sumergido durante diferentes periodos de tiempo, a continuación, se describe lo referente a los 28 días:

De la Tabla 46 y Figura 36 es deducido que después de 28 días, el concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado con tiempo de inmersión de 3 horas presentó una resistencia a flexo tracción media de 49.43 kg/cm² acompañada de 0.49 kg/cm² como desviación estándar.

Tabla 46. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura	Resistencia
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	34.33 kN	4.88 Mpa	49.79 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	33.70 kN	4.79 Mpa	48.87 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	34.22 kN	4.87 Mpa	49.63 kg/cm ²
Desviación estándar			0.34 kN	0.05 Mpa	0.49 kg/cm ²
Promedio			34.08 kN	4.85 Mpa	49.43 kg/cm ²

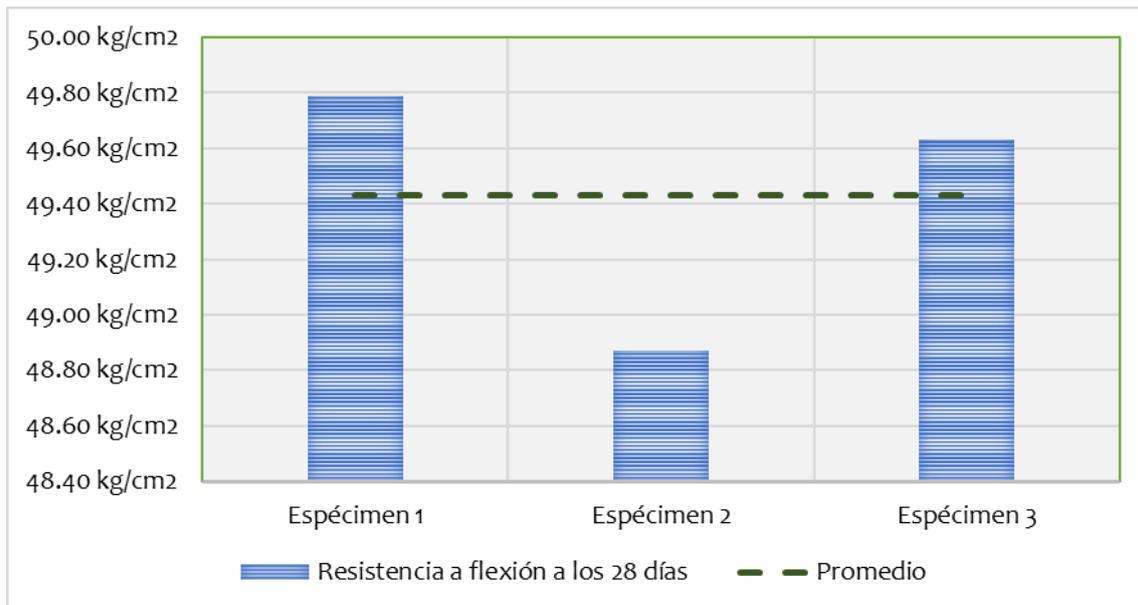


Figura 36. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3 horas.

Con un tiempo de inmersión de 3.5 horas, se logró obtener una resistencia a flexo tracción después de los 28 días de 49.58 kg/cm^2 acompañado de 0.70 kg/cm^2 respecto a desviación estándar.

Tabla 47. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura	Resistencia
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	33.82 kN	4.81 Mpa	49.05 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	34.00 kN	4.84 Mpa	49.31 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	34.73 kN	4.94 Mpa	50.37 kg/cm ²
Desviación estándar			0.48 kN	0.07 Mpa	0.70 kg/cm ²
Promedio			34.18 kN	4.86 Mpa	49.58 kg/cm ²

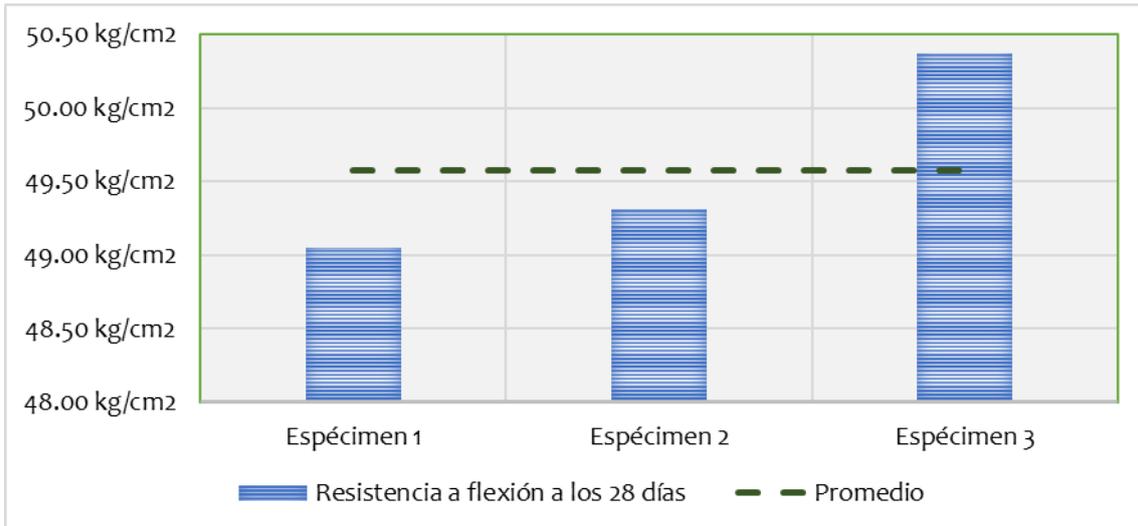


Figura 37. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 3.5 horas.

Cuando se sumergió el vidrio reciclado triturado durante 4 horas, se logró obtener una resistencia promedio de 49.19 kg/cm² y una desviación estándar de 0.79 kg/cm², tal como se puede observar en la Tabla 48 y Figura 38.

Tabla 48. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	34.49 kN	4.91 Mpa	50.02 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	33.40 kN	4.75 Mpa	48.44 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	33.86 kN	4.82 Mpa	49.11 kg/cm ²
Desviación estándar			0.55 kN	0.08 Mpa	0.79 kg/cm ²
Promedio			33.92 kN	4.82 Mpa	49.19 kg/cm ²

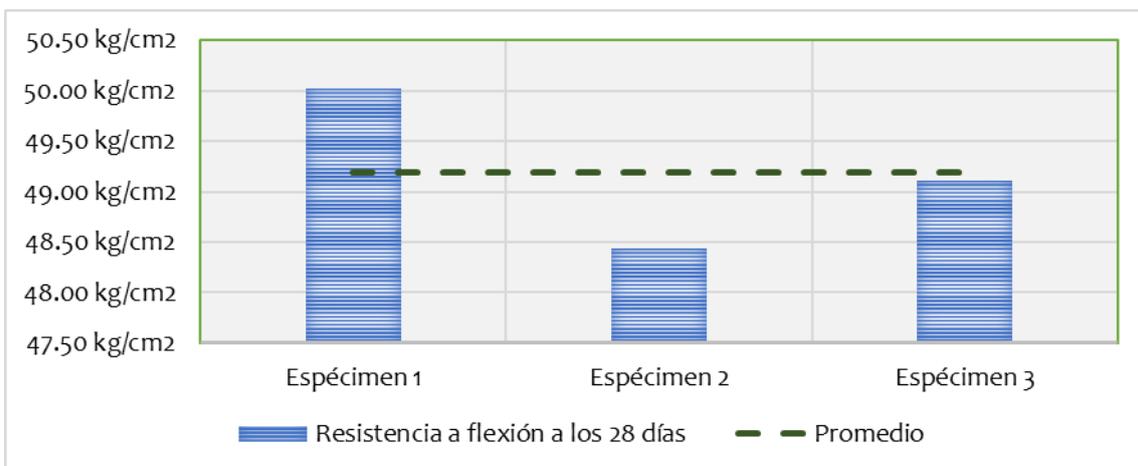


Figura 38. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4 horas.

En la Tabla 49 y Figura 39 se tiene los valores resultantes para la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto elaborado con 40 % de vidrio reciclado triturado y con un tiempo de inmersión de 4.5 horas, donde el promedio fue de 48.98 kg/cm².

Tabla 49. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura	Módulo de rotura
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	33.77 kN	4.80 Mpa	48.98 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	34.00 kN	4.84 Mpa	49.31 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	33.55 kN	4.77 Mpa	48.66 kg/cm ²
Desviación estándar			0.23 kN	0.04 Mpa	0.33 kg/cm ²
Promedio			33.77 kN	4.80 Mpa	48.98 kg/cm ²

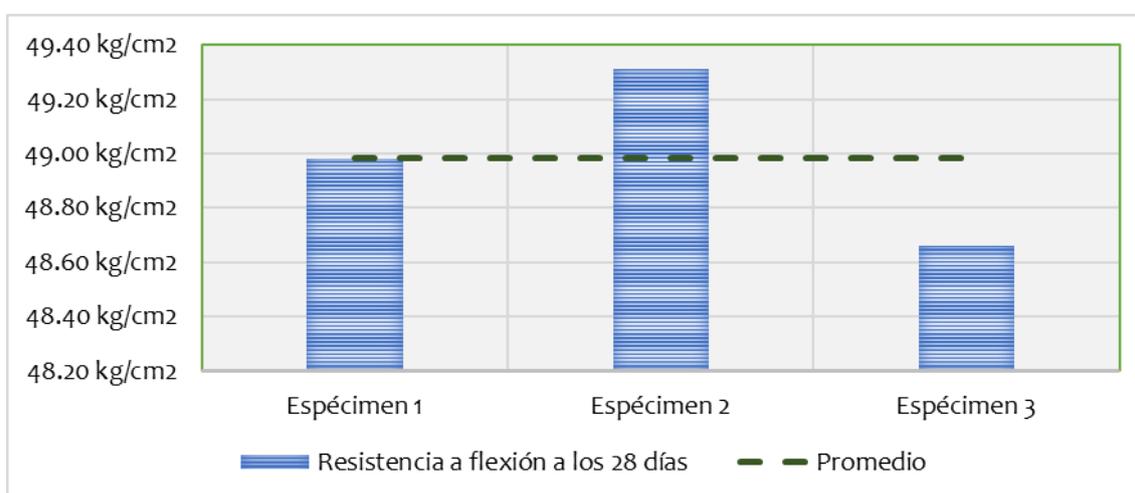


Figura 39. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 4.5 horas.

Mientras tanto, en la Tabla 50 y Figura 40 se muestra los resultados cuando se dio un tiempo de inmersión de 5 horas, con una resistencia a flexo tracción promedio de 48.49 kg/cm² y una desviación estándar de 0.84 kg/cm².

Tabla 50. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura	Módulo de rotura
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	33.09 kN	4.71 Mpa	47.99 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	33.11 kN	4.71 Mpa	48.02 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	34.10 kN	4.85 Mpa	49.46 kg/cm ²
Desviación estándar			0.58 kN	0.08 Mpa	0.84 kg/cm ²
Promedio			33.43 kN	4.76 Mpa	48.49 kg/cm ²

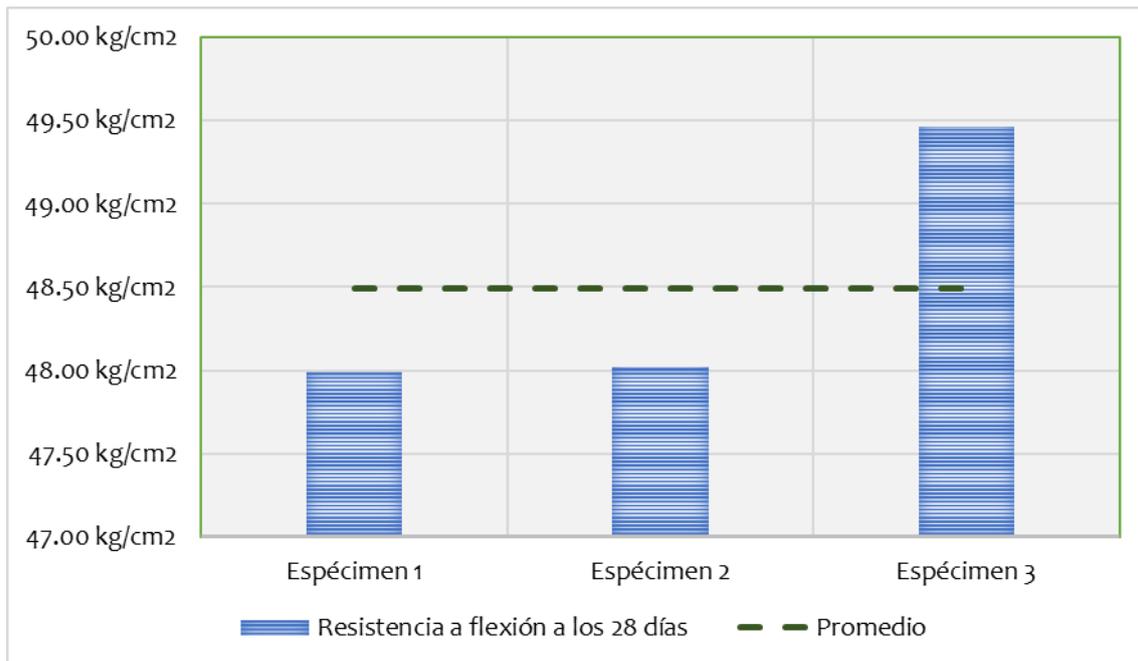


Figura 40. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5 horas.

Los resultados para un tiempo de inmersión de 5.5 horas denotaron una resistencia a flexo tracción media de 47.00 kg/cm² y 0.80 kg/cm² como desviación estándar, tal como se puede observar consecuentemente en la tabla y figura:

Tabla 51. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura (Mpa)	Módulo de rotura (kg/cm ²)
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	31.80 kN	4.52 Mpa	46.12 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	32.87 kN	4.67 Mpa	47.67 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	32.56 kN	4.63 Mpa	47.22 kg/cm ²
Desviación estándar			0.55 kN	0.08 Mpa	0.80 kg/cm ²
Promedio			32.41 kN	4.61 Mpa	47.00 kg/cm ²

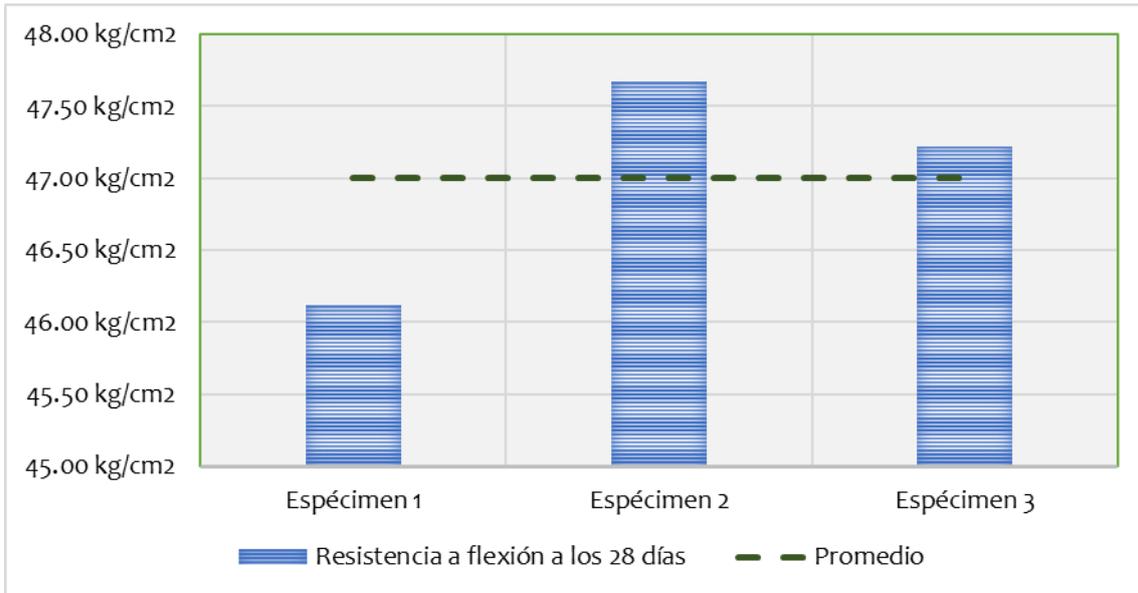


Figura 41. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 5.5 horas.

Cuando se sumergió el vidrio durante 6 horas, la resistencia a flexo tracción del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado resultó 46.63 kg/cm² y 0.44 kg/cm² de desviación estándar, según se especificó en la Tabla 52 y Figura 42.

Tabla 52. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 40 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.

Código	Ancho y alto promedio	Longitud promedio	Carga máxima	Módulo de rotura	
				Módulo de rotura (Mpa)	Resistencia (kg/cm ²)
Espécimen 1	150.00 mm	480.00 mm	32.30 kN	4.59 Mpa	46.84 kg/cm ²
Espécimen 2	150.00 mm	480.00 mm	31.80 kN	4.52 Mpa	46.12 kg/cm ²
Espécimen 3	150.00 mm	480.00 mm	32.36 kN	4.60 Mpa	46.93 kg/cm ²
Desviación estándar			0.31 kN	0.04 Mpa	0.44 kg/cm ²
Promedio			32.15 kN	4.57 Mpa	46.63 kg/cm ²

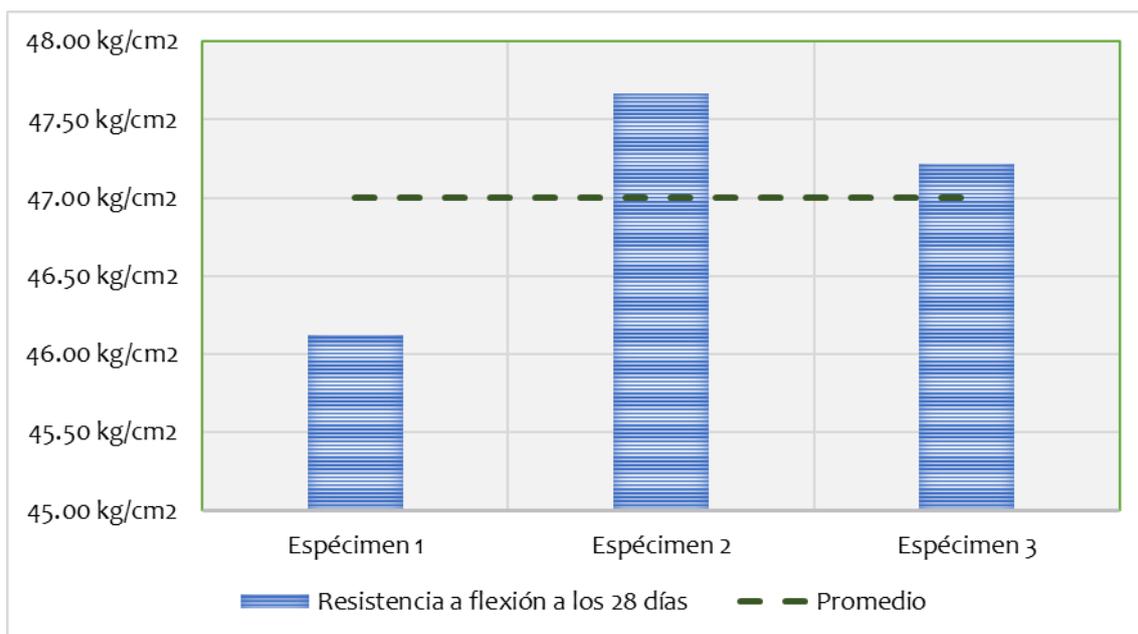


Figura 42. Resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto con 10 % de vidrio reciclado triturado y tiempo de inmersión de 6 horas.

En la Tabla 53 consideró los valores promedios de la resistencia a flexión a los 28 días con diferentes tiempos inmersión del vidrio reciclado triturado, donde en todos los casos se presentó resistencias mayores a las obtenidas cuando no se dio el tiempo de inmersión.

Tabla 53. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.

Tiempo de inmersión	Resistencia a flexión a los 28 días	Variación (%)
0	42.65 kg/cm ²	0.00
3	49.43 kg/cm ²	15.89
3.5	49.58 kg/cm ²	16.23
4	49.19 kg/cm ²	15.33
4.5	48.98 kg/cm ²	14.84
5	48.49 kg/cm ²	13.68
5.5	47.00 kg/cm ²	10.20
6	46.63 kg/cm ²	9.32

Las precisiones detalladas anteriormente, se puede observar gráficamente en la siguiente figura:

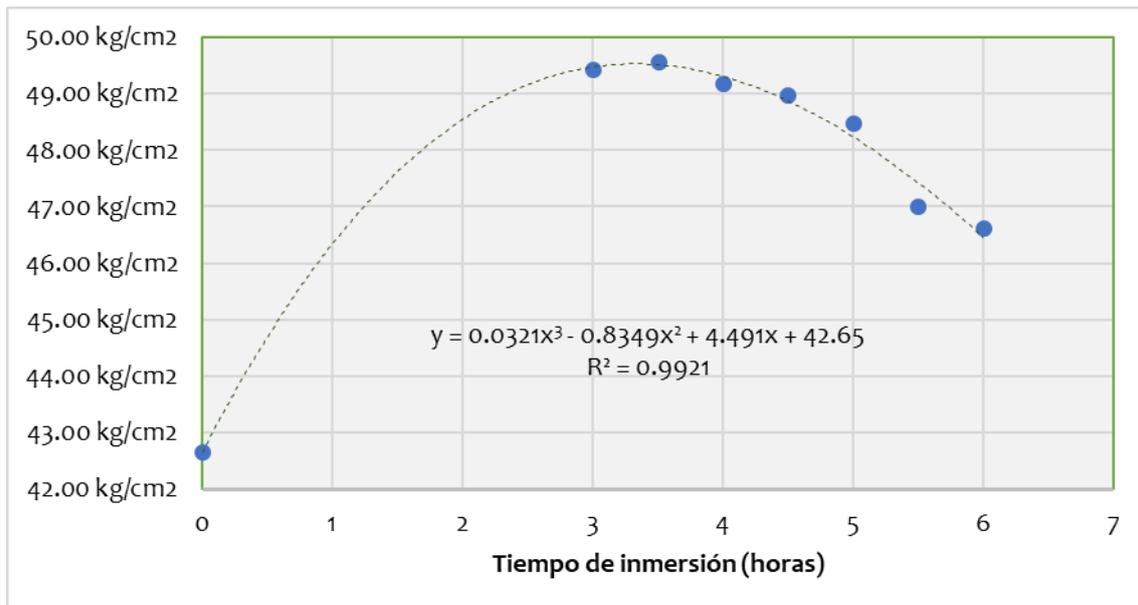


Figura 43. Comparación de la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto sin y con vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.

5.2 Contrastación de hipótesis

Tal y como se logró denotar en preliminares numerales, la resistencia a flexo tracción tiende a incrementarse por efecto del reemplazo del agregado fino por vidrio reciclado triturado, y este a su vez también se acentúa cuando se procura someter al vidrio a diferentes tiempos de inmersión, en consecuencia, a continuación, se realizó la contrastación de las hipótesis para verificar si tales cambios fueron significativos o no.

5.2.1 Contrastación de hipótesis específica “a”

Para cumplir el objetivo de contrastar la hipótesis específica “a”, se estimó la normalidad de los valores adquiridos por la prueba de asentamiento a nivel de laboratorio de las mezclas de concreto que fueron elaboradas con los variantes porcentajes de reemplazo del material de estudio.

Estos efectos fueron plasmados en la Tabla 54, aquí es posible visualizar que los niveles de significancia en los grupos correspondientes a las mezclas de concreto con 20 y 30 % de reemplazo de vidrio fueron menores al 5 %, por lo tanto, al no ajustarse a una distribución

normal de datos, el análisis y validación de supuestos será realizada aplicando la prueba no paramétrica.

Tabla 54. Prueba de normalidad de datos para la hipótesis específica “a”.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	Concreto patrón	1.00	3	1.00
	Concreto con 10 % de VRT	0.92	3	0.46
	Concreto con 20 % de VRT	0.75	3	0.00
	Concreto con 30 % de VRT	0.75	3	0.00
	Concreto con 40 % de VRT	0.92	3	0.46
	Concreto con 50 % de VRT	0.92	3	0.46

Habiéndose planteado las hipótesis:

H_i : El asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.

H_0 : El asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido no se incrementa significativamente.

En la Tabla 55 son detallados cada uno de los valores resultantes que fueron obtenidos aplicando Kruskal-Wallis, donde resalta el valor de la significancia de 0.01, lo que indica que en ciertos grupos se encuentran diferencias significativas.

Tabla 55. Prueba de normalidad de datos para la hipótesis específica “a”.

N total	18
Estadístico de prueba	16.61 ^a
Grado de libertad	5
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.01

A fin de comprobar las mezclas entre las que existen diferencias significativas respecto al asentamiento se tiene la Tabla 56, aquí se aprecia que al realizar las comparaciones entre el asentamiento de la mezcla patrón y las mezclas con 30, 40 y 50 % presentan significancias inferiores a 0.05, por lo tanto, se comprueba la existencia de diferencias significativas en los asentamientos de los concretos modificados con los mayores reemplazos de agregado fino respecto al patrón.

Tabla 56. Comparaciones por parejas de grupos para la hipótesis específica “a”.

Muestra 1 - Muestra 2	Estadístico prueba	Desv. Error	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. ajustada
Concreto con 50 % de VRT-Concreto con 40 % de VRT	3.00	4.35	0.69	0.49	1.00
Concreto con 50 % de VRT-Concreto con 30 % de VRT	6.00	4.35	1.38	0.17	1.00
Concreto con 50 % de VRT-Concreto con 20 % de VRT	9.00	4.35	2.07	0.04	0.58
Concreto con 50 % de VRT-Concreto con 10 % de VRT	12.00	4.35	2.76	0.01	0.09
Concreto con 50 % de VRT-Concreto patrón	15.00	4.35	3.44	0.00	0.01
Concreto con 40 % de VRT-Concreto con 30 % de VRT	3.00	4.35	0.69	0.49	1.00
Concreto con 40 % de VRT-Concreto con 20 % de VRT	6.00	4.35	1.38	0.17	1.00
Concreto con 40 % de VRT-Concreto con 10 % de VRT	9.00	4.35	2.07	0.04	0.58
Concreto con 40 % de VRT-Concreto patrón	12.00	4.35	2.76	0.01	0.09
Concreto con 30 % de VRT-Concreto con 20 % de VRT	3.00	4.35	0.69	0.49	1.00
Concreto con 30 % de VRT-Concreto con 10 % de VRT	6.00	4.35	1.38	0.17	1.00
Concreto con 30 % de VRT-Concreto patrón	9.00	4.35	2.07	0.04	0.58
Concreto con 20 % de VRT-Concreto con 10 % de VRT	3.00	4.35	0.69	0.49	1.00
Concreto con 20 % de VRT-Concreto patrón	6.00	4.35	1.38	0.17	1.00
Concreto con 10 % de VRT-Concreto patrón	3.00	4.35	0.69	0.49	1.00

Vistos tales resultados se ha procedido a aceptar la hipótesis alterna H_i que menciona: El asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente. A razón que se encontró cambios de relevancia entre los valores del asentamiento de los concretos modificados con 30, 40 y 50 % de vidrio triturado reciclado al ser comparadas con el asentamiento del concreto patrón.

5.2.2 Contrastación de hipótesis específica “b”

La siguiente Tabla 57, presenta los resultados de la prueba de normalidad Shapiro-Wilk de los valores de asentamiento correspondientes a las mezclas de concreto elaboradas con el reemplazo del 40 % del agregado fino por vidrio reciclado triturado con distintos tiempos de inmersión. Aquí se aprecian niveles de significancia inferiores al 5 % correspondientes a las mezclas con vidrio triturado sumergido 4 y 5 horas, es decir, los datos del asentamiento no presentan un ajuste a una distribución normal y serán analizados a través de un método no paramétrico.

Tabla 57. Prueba de normalidad de datos para la hipótesis específica “b”.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	Concreto con 40 % de VRT	0.92	3	0.46
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	1.00	3	1.00
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	0.96	3	0.64
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.75	3	0.00
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.99	3	0.84
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	0.75	3	0.00
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	0.99	3	0.84
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	0.92	3	0.46

Considerado los siguientes supuestos:

H_1 : El asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.

H_0 : El asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido no se incrementa significativamente.

La Tabla 58 expone el resumen de consecuencias por la prueba considerada como no paramétrica Kruskal-Wallis elaborada en referencia de los datos para el asentamiento de los concretos con 40 % de vidrio reciclado con distintos tiempos de inmersión. Es así que, se aprecia que el nivel de significancia obtenido fue del 82 %, que al ser superior al 5 %, indica que no existen diferencias significativas entre los valores de esta propiedad en los grupos evaluados.

Tabla 58. Resumen de prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para la hipótesis específica “b”

N total	24
Estadístico de prueba	3.64
Grado de libertad	7
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.82

En ese sentido, se ha procedido por rechazar la hipótesis alterna H_1 y se da por aceptada la hipótesis nula H_0 la cual menciona: El asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido no se incrementa significativamente. Dado que más que variaciones del asentamiento de las diferentes mezclas elaboradas con el reemplazo del 40 % del agregado fino, fueron encontradas

oscilaciones de esta propiedad, algo que también fue corroborado a través de la prueba no paramétrica realizada.

5.2.3 Contrastación de hipótesis específica “c”

Para continuar con la contrastación de esta hipótesis, ha sido necesario establecer la normalidad de los datos obtenidos, por ello se ha desarrollado la prueba de Shapiro-Wilk, el cual se detalla en la siguiente tabla, y donde se puede establecer que debido al valor de significancia (menor a 0.05), la distribución de los datos presenta una distribución no normal.

Tabla 59. Prueba de la normalidad de datos para el contenido de aire y cantidad de vidrio reciclado triturado.

Vidrio reciclado		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Contenido de aire	0%	0.964	3	0.637
	10%	0.750	3	0.000
	20%	0.964	3	0.637
	30%	1.000	3	1.000
	40%	0.923	3	0.463
	50%	0.750	3	0.000

Con lo mencionado, se puede establecer de manera consecuente que el objetivo para la demostración de la hipótesis será ineludible la consideración de un estadístico no paramétrico, que en el caso de esta investigación fue la prueba de Kruskal – Wallis.

La prueba de hipótesis nace de los siguientes enunciados:

H_{0c} : El contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.

H_{1c} : El contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido no se incrementa significativamente.

Para demostrar la hipótesis que se han planteado, se ha considerado el método de Kruskal – Wallis, en el que se ha estimado un valor de significancia 0.526, el cual indica que la no variación entre los grupos analizados no es significativa.

Tabla 60. Verificación de la hipótesis “c”, mediante el método de Kruskal – Wallis.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Contenido de aire es la misma entre categorías de Vidrio reciclado.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.526	Conserve la hipótesis nula.

De manera complementaria, el análisis estadístico, muestra que el resumen de los datos necesarios para el análisis mencionado.

Tabla 61. Resumen de la prueba de Kruskal – Wallis de la hipótesis “c”.

N total	18
Estadístico de prueba	4.162
Grado de libertad	5
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.526

De manera final, podemos mencionar que la hipótesis específica “c” es rechazada, pues no existieron variaciones significativas con respecto al contenido de aire.

5.2.4 Contrastación de hipótesis específica “d”

Para validar la hipótesis en mención, ha sido de vital importancia establecer el comportamiento de normalidad de los datos, el cual se muestra en la siguiente tabla, en la cual se observa que la significancia es menor a 0.05, por lo que este presenta una distribución no normal.

Tabla 62. Prueba de la normalidad de datos para el contenido de aire y tiempo de inmersión de vidrio reciclado triturado.

Tiempo de inmersión		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Contenido de aire	0h	1.000	3	1.000
	3h	0.893	3	0.363
	3.5h	1.000	3	1.000
	4h	0.987	3	0.780
	4.5h	0.893	3	0.363
	5h	0.750	3	0.000
	5.5h	0.964	3	0.637
	6h	1.000	3	1.000

Los resultados descritos anteriormente, hacen mención que, para la prueba de hipótesis, será necesario la consideración de estadísticos no paramétricos, siendo el que se considerarán en este caso, el establecido por Kruskal – Wallis.

Para validar la hipótesis ha sido necesario la consideración de los siguientes enunciados:

H_{0d}: El contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido no se incrementa significativamente.

H_{1d}: El contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.

Mediante el método ya establecido, se ha podido determinar que la significancia de los datos obtenidos fue mayor a 0.05, lo cual indica que la variación que se dio en el análisis de los grupos no es significativa (ver la siguiente tabla).

Tabla 63. Verificación de la hipótesis “d”, mediante el método de Kruskal – Wallis.

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de Contenido de aire es la misma entre categorías de Tiempo de inmersión.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.891	Conserve la hipótesis nula.

De manera complementaria, también se ha obtenido valores complementaria de este análisis, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 64. Resumen de la prueba de Kruskal – Wallis de la hipótesis “d”.

N total	24
Estadístico de prueba	2.933
Grado de libertad	7
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.891

Finalmente, se concluye que, los resultados han demostrado que el tiempo de inmersión del vidrio reciclado y triturado, no modifica de manera significativa el contenido de aire del concreto en estado fresco, lográndose aceptar la hipótesis planteada.

5.2.5 Contrastación de hipótesis específica “e”

Para la contrastación de la hipótesis específica “e” en primera instancia se consideró por ejecutar la prueba de normalidad, donde lo resultante es detallado en la Tabla 65 para la resistencia a flexo tracción a los 7 días, mientras que para los 28 días en la Tabla 66, que al haberse encontrado valores de significancia mayores a 0.05 se representa como una distribución normal de datos.

Tabla 65. Prueba de normalidad de datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a flexo tracción a los 7 días	Concreto patrón	1.00	3	0.90
	Concreto con 10 % de VRT	0.98	3	0.71
	Concreto con 20 % de VRT	1.00	3	0.98
	Concreto con 30 % de VRT	0.90	3	0.38
	Concreto con 40 % de VRT	0.99	3	0.77
	Concreto con 50 % de VRT	1.00	3	0.92

Tabla 66. Prueba de normalidad de datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a flexo tracción a los 28 días	Concreto patrón	0.89	3	0.35
	Concreto con 10 % de VRT	0.92	3	0.44
	Concreto con 20 % de VRT	0.85	3	0.24
	Concreto con 30 % de VRT	0.94	3	0.51
	Concreto con 40 % de VRT	1.00	3	0.94
	Concreto con 50 % de VRT	0.91	3	0.42

Como la distribución de datos resultó ser normal, se ha procedido por adoptar la prueba ANOVA de un factor, según es plasmada en la Tabla 67, que al tener una significancia de 0.02 se logra interpretar que la resistencia a flexo tracción después de los 7 días del concreto se incrementa significativamente con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.

Tabla 67. ANOVA de un factor para la resistencia a flexo tracción a los 7 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11.02	5	2.20	4.45	0.02
Dentro de grupos	5.95	12	0.50		
Total	16.97	17			

Asimismo, en la siguiente tabla, que al tener una significancia de 0.00 se consigue interpretar el hecho que la resistencia a flexo tracción a los 28 días del concreto se incrementa significativamente con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.

Tabla 68. ANOVA de un factor para la resistencia a flexo tracción a los 28 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	34.78	5	6.96	9.24	0.00
Dentro de grupos	9.03	12	0.75		
Total	43.81	17			

De manera consiguiente, en la Tabla 69 se logró comparar los grupos de concreto en relación a la resistencia a flexo tracción a los 7 días, debido a que fue reemplazado por vidrio reciclado triturado, donde estadísticamente, los incrementos significativos se dieron con 30 %, 40 % y 50 % de reemplazo.

Tabla 69. Comparación con Tukey para la hipótesis específica “a”.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	Concreto con 10 % de VRT	-1.11	0.57	0.43	-3.04	0.82
	Concreto con 20 % de VRT	-1.63	0.57	0.12	-3.56	0.30
	Concreto con 30 % de VRT	-2.18*	0.57	0.02	-4.11	-0.25
	Concreto con 40 % de VRT	-2.36*	0.57	0.01	-4.29	-0.43
	Concreto con 50 % de VRT	-1.72	0.57	0.09	-3.65	0.21
Concreto con 10 % de VRT	Concreto patrón	1.11	0.57	0.43	-0.82	3.04
	Concreto con 20 % de VRT	-0.52	0.57	0.94	-2.45	1.41
	Concreto con 30 % de VRT	-1.07	0.57	0.47	-3.00	0.86
	Concreto con 40 % de VRT	-1.25	0.57	0.31	-3.18	0.68
	Concreto con 50 % de VRT	-0.61	0.57	0.89	-2.54	1.32
Concreto con 20 % de VRT	Concreto patrón	1.63	0.57	0.12	-0.30	3.56
	Concreto con 10 % de VRT	0.52	0.57	0.94	-1.41	2.45
	Concreto con 30 % de VRT	-0.55	0.57	0.92	-2.48	1.38
	Concreto con 40 % de VRT	-0.73	0.57	0.80	-2.66	1.20
	Concreto con 50 % de VRT	-0.08	0.57	1.00	-2.01	1.85
Concreto con 30 % de VRT	Concreto patrón	2.18*	0.57	0.02	0.25	4.11
	Concreto con 10 % de VRT	1.07	0.57	0.47	-0.86	3.00
	Concreto con 20 % de VRT	0.55	0.57	0.92	-1.38	2.48
	Concreto con 40 % de VRT	-0.18	0.57	1.00	-2.11	1.75
	Concreto con 50 % de VRT	0.46	0.57	0.96	-1.47	2.39
Concreto con 40 % de VRT	Concreto patrón	2.36*	0.57	0.01	0.43	4.29
	Concreto con 10 % de VRT	1.25	0.57	0.31	-0.68	3.18
	Concreto con 20 % de VRT	0.73	0.57	0.80	-1.20	2.66
	Concreto con 30 % de VRT	0.18	0.57	1.00	-1.75	2.11
	Concreto con 50 % de VRT	0.65	0.57	0.86	-1.28	2.58
Concreto con 50 % de VRT	Concreto patrón	1.72	0.57	0.09	-0.21	3.65
	Concreto con 10 % de VRT	0.61	0.57	0.89	-1.32	2.54
	Concreto con 20 % de VRT	0.08	0.57	1.00	-1.85	2.01
	Concreto con 30 % de VRT	-0.46	0.57	0.96	-2.39	1.47
	Concreto con 40 % de VRT	-0.65	0.57	0.86	-2.58	1.28

A partir de la Tabla 70 se logra interpretar que la propiedad de capacidad resistente de flexo tracción a los 7 días del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado, puede agruparse en dos conjuntos que presentan homogeneidad, siendo el primero conformado por el concreto patrón, concreto con 10 %, 20 % y 50 % de vidrio reciclado triturado, mientras que, el segundo grupo por el concreto con 10 %, 20 %, 50 % y 30 % y 40 % de vidrio reciclado triturado.

Tabla 70. Grupos semejantes para la resistencia a flexo tracción a los 7 días.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Concreto patrón	3	32.73	
Concreto con 10 % de VRT	3	33.84	33.84
Concreto con 20 % de VRT	3	34.36	34.36
Concreto con 50 % de VRT	3	34.45	34.45
Concreto con 30 % de VRT	3		34.91
Concreto con 40 % de VRT	3		35.09
Sig.		0.09	0.31

Por consiguiente, en la Tabla 71 se logró comparar los grupos de concreto en referencia a su resistencia a flexo tracción a los 28 días, donde ha sido dado el hecho del reemplazo del agregado fino por vidrio reciclado triturado, donde estadísticamente, los incrementos significativos en la resistencia a flexo tracción se dieron con 20 %, 30 % y 40 % de reemplazo.

Tabla 71. Comparación con Tukey para la resistencia a flexo tracción a los 28 días.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	Concreto con 10 % de VRT	-1.44	0.71	0.38	-3.82	0.94
	Concreto con 20 % de VRT	-2.62*	0.71	0.03	-5.00	-0.24
	Concreto con 30 % de VRT	-3.51*	0.71	0.00	-5.89	-1.13
	Concreto con 40 % de VRT	-4.29*	0.71	0.00	-6.67	-1.91
	Concreto con 50 % de VRT	-2.13	0.71	0.09	-4.51	0.25
Concreto con 10 % de VRT	Concreto patrón	1.44	0.71	0.38	-0.94	3.82
	Concreto con 20 % de VRT	-1.18	0.71	0.58	-3.56	1.20
	Concreto con 30 % de VRT	-2.07	0.71	0.10	-4.45	0.31
	Concreto con 40 % de VRT	-2.85*	0.71	0.02	-5.23	-0.47
	Concreto con 50 % de VRT	-0.69	0.71	0.92	-3.07	1.69
Concreto con 20 % de VRT	Concreto patrón	2.62*	0.71	0.03	0.24	5.00
	Concreto con 10 % de VRT	1.18	0.71	0.58	-1.20	3.56
	Concreto con 30 % de VRT	-0.89	0.71	0.80	-3.27	1.49
	Concreto con 40 % de VRT	-1.67	0.71	0.24	-4.05	0.71
	Concreto con 50 % de VRT	0.49	0.71	0.98	-1.89	2.87
Concreto con 30 % de VRT	Concreto patrón	3.51*	0.71	0.00	1.13	5.89
	Concreto con 10 % de VRT	2.07	0.71	0.10	-0.31	4.45
	Concreto con 20 % de VRT	0.89	0.71	0.80	-1.49	3.27
	Concreto con 40 % de VRT	-0.78	0.71	0.87	-3.16	1.60
	Concreto con 50 % de VRT	1.38	0.71	0.42	-1.00	3.76
Concreto con 40 % de VRT	Concreto patrón	4.29*	0.71	0.00	1.91	6.67
	Concreto con 10 % de VRT	2.85*	0.71	0.02	0.47	5.23
	Concreto con 20 % de VRT	1.67	0.71	0.24	-0.71	4.05
	Concreto con 30 % de VRT	0.78	0.71	0.87	-1.60	3.16
	Concreto con 50 % de VRT	2.17	0.71	0.08	-0.21	4.55
Concreto con 50 % de VRT	Concreto patrón	2.13	0.71	0.09	-0.25	4.51
	Concreto con 10 % de VRT	0.69	0.71	0.92	-1.69	3.07
	Concreto con 20 % de VRT	-0.49	0.71	0.98	-2.87	1.89
	Concreto con 30 % de VRT	-1.38	0.71	0.42	-3.76	1.00
	Concreto con 40 % de VRT	-2.17	0.71	0.08	-4.55	0.21

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

En concordancia con la Tabla 72 se tiene 3 grupos homogéneos en correspondencia a la resistencia a flexo tracción del concreto con sustitución del agregado fino por vidrio reciclado triturado, donde el primer grupo corresponde al concreto patrón, concreto con 10 % y 50 % de reemplazo, el segundo grupo por el concreto con 10 %, 50 %, 20 % y 30 % de reemplazo, y el tercer grupo por el concreto con 50 %, 20 %, 30 % y 40 % de reemplazo.

Tabla 72. Grupos semejantes para la resistencia a flexo tracción a los 28 días.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Concreto patrón	3	38.36		
Concreto con 10 % de VRT	3	39.80	39.80	
Concreto con 50 % de VRT	3	40.49	40.49	40.49
Concreto con 20 % de VRT	3		40.98	40.98
Concreto con 30 % de VRT	3		41.87	41.87
Concreto con 40 % de VRT	3			42.65
Sig.		0.09	0.10	0.08

5.2.6 Contrastación de hipótesis específica “f”

De la misma manera que la hipótesis anterior, para contrastar la hipótesis específica “f” en primera instancia se realizó la prueba de normalidad de la resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado, donde la evidencia es plasmada en la Tabla 73 que al haberse encontrado valores que tenían significancia mayores a 0.05 se representa como una distribución normal de datos.

Tabla 73. Prueba de normalidad de datos para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a flexo tracción a los 7 días	Concreto con 40 % de VRT	1.00	3	0.90
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	1.00	3	0.98
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	0.90	3	0.37
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.98	3	0.73
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.96	3	0.60
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	0.80	3	0.11
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	0.96	3	0.61
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	0.99	3	0.85

De la misma manera, en la Tabla 74 se tiene para los 28 días que al haberse encontrado valores de significancia mayores a 0.05 se representa como la distribución de forma normal de datos.

Tabla 74. Prueba de normalidad de datos para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

Grupos		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a flexo tracción a los 28 días	Concreto con 40 % de VRT	0.89	3	0.35
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	0.88	3	0.31
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	0.89	3	0.36
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.99	3	0.83
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	1.00	3	0.98
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	0.77	3	0.03
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	0.94	3	0.55
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	0.83	3	0.19

Como la distribución de datos resultó ser normal, se procedió a aplicar el estadístico ANOVA de un factor, según se detalla en la Tabla 75 y Tabla 76, que al tener una significancia de 0.00 se concretiza interpretar que la resistencia a flexo tracción a los 7 y 28 días del concreto con vidrio reciclado triturado como parte del agregado fino se incrementa significativamente con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido.

Tabla 75. ANOVA de un factor para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	338.29	7	48.33	108.00	0.00
Dentro de grupos	7.16	16	0.45		
Total	345.45	23			

Tabla 76. ANOVA de un factor para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	293.80	7	41.97	57.56	0.00
Dentro de grupos	11.67	16	0.73		
Total	305.47	23			

Ante ello, en la Tabla 77 se logró comparar los grupos de concreto con vidrio reciclado triturado como parte del agregado fino y con diferentes tiempos de inmersión, donde

estadísticamente, los incrementos significativos en la resistencia a flexo tracción a los 7 días se dieron con cada diferente tiempo de inmersión, es decir de 3 a 6 horas.

Tabla 77. Comparación con Tukey para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto con 40 % de VRT	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-12.37*	0.55	0.00	-14.26	-10.48
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-11.93*	0.55	0.00	-13.82	-10.04
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-11.69*	0.55	0.00	-13.58	-9.80
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-11.25*	0.55	0.00	-13.14	-9.36
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	-10.06*	0.55	0.00	-11.95	-8.17
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	-9.49*	0.55	0.00	-11.38	-7.60
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	-9.07*	0.55	0.00	-10.96	-7.18
Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	12.37*	0.55	0.00	10.48	14.26
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	0.43	0.55	0.99	-1.46	2.32
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.68	0.55	0.91	-1.21	2.57
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	1.11	0.55	0.49	-0.78	3.00
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	2.30*	0.55	0.01	0.41	4.19
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	2.88*	0.55	0.00	0.99	4.77
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	3.30*	0.55	0.00	1.41	5.19
Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	11.93*	0.55	0.00	10.04	13.82
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-0.43	0.55	0.99	-2.32	1.46
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.24	0.55	1.00	-1.65	2.13
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.68	0.55	0.91	-1.21	2.57
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	1.87	0.55	0.05	-0.02	3.76
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	2.45*	0.55	0.01	0.56	4.34
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.87*	0.55	0.00	0.98	4.76
Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	11.69*	0.55	0.00	9.80	13.58
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-0.68	0.55	0.91	-2.57	1.21
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-0.24	0.55	1.00	-2.13	1.65
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.44	0.55	0.99	-1.45	2.33
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	1.63	0.55	0.12	-0.26	3.52
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	2.20*	0.55	0.02	0.31	4.09
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.62*	0.55	0.00	0.73	4.51
	Concreto con 40 % de VRT	11.25*	0.55	0.00	9.36	13.14

Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-1.11	0.55	0.49	-3.00	0.78
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-0.68	0.55	0.91	-2.57	1.21
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-0.44	0.55	0.99	-2.33	1.45
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	1.19	0.55	0.41	-0.70	3.08
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	1.77	0.55	0.08	-0.12	3.66
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.19*	0.55	0.02	0.30	4.08
Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	10.06*	0.55	0.00	8.17	11.95
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-2.30*	0.55	0.01	-4.19	-0.41
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-1.87	0.55	0.05	-3.76	0.02
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-1.63	0.55	0.12	-3.52	0.26
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-1.19	0.55	0.41	-3.08	0.70
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	0.58	0.55	0.96	-1.31	2.47
Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	9.49*	0.55	0.00	7.60	11.38
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-2.88*	0.55	0.00	-4.77	-0.99
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-2.45*	0.55	0.01	-4.34	-0.56
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-2.20*	0.55	0.02	-4.09	-0.31
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-1.77	0.55	0.08	-3.66	0.12
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	-0.58	0.55	0.96	-2.47	1.31
Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	9.07*	0.55	0.00	7.18	10.96
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-3.30*	0.55	0.00	-5.19	-1.41
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-2.87*	0.55	0.00	-4.76	-0.98
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-2.62*	0.55	0.00	-4.51	-0.73
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-2.19*	0.55	0.02	-4.08	-0.30
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	-1.00	0.55	0.61	-2.89	0.89
Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	-0.42	0.55	0.99	-2.31	1.47	

A partir de la Tabla 78 se cuenta con los grupos homogéneos en conexión a la resistencia a flexo tracción a los 7 días, donde se evidencia que, al someter a inmersión de 6, 5.5 y 5 horas la resistencia ese semejante, al igual que al someter a 5.5, 5 y 4.5 horas, del mismo modo que, con 5, 4.5, 4 y 3.5 horas, al igual que 4.5, 4, 3.5 y 3 horas.

Tabla 78. Grupos semejantes para los datos de resistencia a flexo tracción a los 7 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Concreto con 40 % de VRT	3	32.73				
Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	3		41.80			
Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	3		42.22	42.22		
Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	3		42.79	42.79	42.79	
Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	3			43.98	43.98	43.98
Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	3				44.42	44.42
Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	3				44.66	44.66
Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	3					45.10
Sig.		1.00	0.61	0.08	0.05	0.49

Por ende, en la Tabla 79 se logró comparar los grupos de concreto con vidrio reciclado triturado para formar parte del agregado fino y con diferentes tiempos de inmersión, donde estadísticamente, los incrementos significativos en la resistencia a flexo tracción a los 28 días se dieron por diferentes tiempos de inmersión, es decir de 3 a 6 horas

Tabla 79. Comparación con Tukey para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

(I) Grupos		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto con 40 % de VRT	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-11.07*	0.70	0.00	-13.48	-8.66
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-11.22*	0.70	0.00	-13.63	-8.80
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-10.83*	0.70	0.00	-13.24	-8.42
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-10.62*	0.70	0.00	-13.04	-8.21
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	-10.13*	0.70	0.00	-12.54	-7.72
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	-8.64*	0.70	0.00	-11.06	-6.23
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	-8.27*	0.70	0.00	-10.68	-5.86
Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	11.07*	0.70	0.00	8.66	13.48
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-0.15	0.70	1.00	-2.56	2.27
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.24	0.70	1.00	-2.17	2.65
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.45	0.70	1.00	-1.97	2.86
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	0.94	0.70	0.87	-1.47	3.35
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	2.43*	0.70	0.05	0.01	4.84
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.80*	0.70	0.02	0.39	5.21
Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	11.22*	0.70	0.00	8.80	13.63
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	0.15	0.70	1.00	-2.27	2.56
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	0.39	0.70	1.00	-2.03	2.80
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.59	0.70	0.99	-1.82	3.01
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	1.09	0.70	0.77	-1.33	3.50
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	2.57*	0.70	0.03	0.16	4.99
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.95*	0.70	0.01	0.53	5.36
Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	10.83*	0.70	0.00	8.42	13.24
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-0.24	0.70	1.00	-2.65	2.17
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-0.39	0.70	1.00	-2.80	2.03
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	0.21	0.70	1.00	-2.21	2.62
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	0.70	0.70	0.97	-1.71	3.11
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	2.19	0.70	0.09	-0.23	4.60
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.56*	0.70	0.03	0.15	4.97

Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	10.62*	0.70	0.00	8.21	13.04
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-0.45	0.70	1.00	-2.86	1.97
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-0.59	0.70	0.99	-3.01	1.82
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-0.21	0.70	1.00	-2.62	2.21
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	0.49	0.70	1.00	-1.92	2.91
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	1.98	0.70	0.15	-0.43	4.39
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	2.35	0.70	0.06	-0.06	4.77
Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	10.13*	0.70	0.00	7.72	12.54
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-0.94	0.70	0.87	-3.35	1.47
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-1.09	0.70	0.77	-3.50	1.33
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-0.70	0.70	0.97	-3.11	1.71
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-0.49	0.70	1.00	-2.91	1.92
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	1.49	0.70	0.44	-0.93	3.90
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	1.86	0.70	0.20	-0.55	4.27
Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	8.64*	0.70	0.00	6.23	11.06
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-2.43*	0.70	0.05	-4.84	-0.01
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-2.57*	0.70	0.03	-4.99	-0.16
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-2.19	0.70	0.09	-4.60	0.23
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-1.98	0.70	0.15	-4.39	0.43
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	-1.49	0.70	0.44	-3.90	0.93
	Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	0.37	0.70	1.00	-2.04	2.79
Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	Concreto con 40 % de VRT	8.27*	0.70	0.00	5.86	10.68
	Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	-2.80*	0.70	0.02	-5.21	-0.39
	Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	-2.95*	0.70	0.01	-5.36	-0.53
	Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	-2.56*	0.70	0.03	-4.97	-0.15
	Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	-2.35	0.70	0.06	-4.77	0.06
	Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	-1.86	0.70	0.20	-4.27	0.55
	Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	-0.37	0.70	1.00	-2.79	2.04

A continuación se cuenta con los grupos homogéneos respecto a la resistencia a flexo tracción a los 28 días, donde se evidencia que, al someter a inmersión de 6, 5.5, 5 y 4.5 horas la resistencia es semejante, al igual que al someter a 5.5, 5, 4.5 y 4 horas, del mismo modo que, con 5, 4.5, 4, 3 y 3.5 horas.

Tabla 80. Grupos semejantes para los datos de resistencia a flexo tracción a los 28 días con diferente tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.

Grupos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Concreto con 40 % de VRT	3	38.36			
Concreto con 40 % de VRT y 6 h de inmersión	3		46.63		
Concreto con 40 % de VRT y 5.5 h de inmersión	3		47.00	47.00	
Concreto con 40 % de VRT y 5 h de inmersión	3		48.49	48.49	48.49
Concreto con 40 % de VRT y 4.5 h de inmersión	3		48.98	48.98	48.98
Concreto con 40 % de VRT y 4 h de inmersión	3			49.19	49.19
Concreto con 40 % de VRT y 3 h de inmersión	3				49.43
Concreto con 40 % de VRT y 3.5 h de inmersión	3				49.58
Sig.		1.00	0.06	0.09	0.77

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El asentamiento como propiedad del concreto en estado fresco corresponde a cierta característica de gran importancia en la determinación de las características del concreto, puesto que este parámetro influye en la distribución de los componentes del concreto, se llenen todos los espacios, exista una adherencia apropiada entre los agregados y la pasta, y por lo tanto, posibilite al concreto a obtener una buena resistencia a medida que pase el tiempo; asimismo, el asentamiento está relacionado con la trabajabilidad del concreto en los trabajos de vaciado y colocación (Sánchez, 2000).

En la presente investigación, han sido obtenidos como resultados de los ensayos de asentamiento elaborados a nivel de laboratorio, la reducción de este parámetro se hace evidente al apreciarse que, de un promedio de 12 cm obtenido por el concreto patrón, se reducía hasta los 2.07 cm con el reemplazo del 50 % del agregado fino, en otras palabras, la reducción llegó hasta el 82.78 %. Por otro lado, después de haberse determinado que el contenido óptimo de vidrio reciclado era del 40 % fueron elaborados ensayos del asentamiento para concretos elaborados con este porcentaje de vidrio, pero con distintos tiempos de inmersión en agua, a manera de tratamiento del material reciclado. De este modo, los resultados indicaron oscilaciones del asentamiento de entre 3.83 cm a 4.13 cm con tiempos de inmersión de 4 y 3 horas respectivamente.

Asimismo, al realizar el análisis estadístico inferencial para los datos derivados de los ensayos de asentamiento, como primera instancia respecto a las composiciones con los diferentes porcentajes de sustitución del agregado fino fueron encontradas diferencias significativas respecto al patrón de las mezclas con 30, 40 y 50 % de vidrio triturado, sin embargo, al visualizar los resultados del análisis realizado sobre los valores de asentamiento

correspondiente a las mezclas con el valor óptimo de vidrio al 40 % inmerso en agua en distintos tiempos no son encontradas diferencias significativas.

Respecto a los antecedentes, los resultados del asentamiento obtenidos en la presente investigación confirman lo obtenido por Ochoa (2018), debido a que fueron obtenidas reducciones en el asentamiento debido al incremento del porcentaje de vidrio reciclado; asimismo, también confirman lo expuesto por Elaqla et al. (2019) ya que también encontraron reducciones del asentamiento con mayores dosis de vidrio triturado, no obstante, los resultados difieren al comprobar los asentamientos del concreto con el vidrio con diferentes tiempos de inmersión ya que en el caso de esta investigación el asentamiento aumenta.

El llamado contenido de aire se refiere a cierta cuantía de aire atrapado por la masa durante su etapa fresca, generalmente en forma de burbujas de aire. Esta propiedad es de gran importancia debido a sus efectos en la durabilidad, resistencia al congelamiento, resistencia a la compresión y cabida que soporte ciclos prolongados de humedad.

Los resultados de la presente investigación denotan que el uso de vidrio reciclado triturado puede aumentar ligeramente el contenido de aire, como ha sido visualizado en la Figura 11. Sin embargo, según el análisis estadístico, este incremento no es significativo, ya que los valores promedio oscilan entre 1.93 % y 2.13 %. Es relevante destacar que la mayor cantidad de contenido de aire se obtuvo por la sustitución del 40 % de agregado natural por vidrio, mientras que se observó una reducción con una dosificación del 10 %.

Desde el punto de vista técnico, esta variación no significativa no implica alteraciones negativas. Por el contrario, se considera dentro de los valores convencionales del concreto. Además, es importante mencionar que estos resultados difieren de los encontrados en un

estudio realizado por Ochoa (2018), donde se observaron variaciones significativas del contenido de aire cuando se comparó con la referencia de 5 %.

En la segunda parte del estudio, se estimó el impacto del tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado en el concreto. Se tomó en cuenta la dosificación óptima del 40% y se evaluaron tiempos de inmersión de 3 a 6 horas. Ha sido encontrado que el periodo de inmersión reduce ligeramente el contenido de aire en el concreto fresco, como se muestra en la Figura 13. Sin embargo, estadísticamente hablando, esta reducción no es significativa, ya que la variación porcentual del contenido de aire debido al tiempo de inmersión fue de -6.35 %.

En resumen, el uso de vidrio reciclado triturado y el tiempo de inmersión no generan modificaciones significativas en el contenido de aire del concreto, a pesar que muestra ciertas tendencias en los resultados obtenidos.

En cuanto a la propiedad que se conoce como resistencia a la flexión es un aspecto importante del concreto en estado endurecido, especialmente en estructuras de concreto simple como pavimentos. En este tipo de estructuras, los vehículos generan esfuerzos de tracción debido a que las placas presentan flexión. Por lo tanto, es crucial que el concreto tenga la capacidad de resistir estos esfuerzos para mantener la integridad de la estructura. La resistencia a la flexión se refiere a la capacidad del concreto para resistir la deformación y las grietas cuando se somete a esfuerzos de flexión. En el caso de los pavimentos, las cargas repetidas de los vehículos crean tensiones y deformaciones que pueden causar fisuras y un deterioro prematuro si el concreto no es lo suficientemente resistente a la flexión. Por lo tanto, es esencial que el concreto utilizado en estas estructuras cumpla con los requisitos de resistencia a la flexión para asegurar su durabilidad y funcionalidad a largo plazo (Sánchez, 2000).

Por consiguiente, se consideró su evaluación donde los resultados fueron especificados en la Tabla 37, donde para el concreto sin reemplazo de vidrio por el agregado fino ha sido obtenida una resistencia a flexo tracción a los 28 días de 38.36 kg/cm², al reemplazar 10 % se obtuvo 39.80 kg/cm², con 20 % de reemplazo ha sido encontrado un 40.98 kg/cm², con 30 % se logró obtener 41.87 kg/cm², considerando 40 % una resistencia de 42.65 kg/cm² y con 50 % una resistencia de 40.49 kg/cm²; resaltando que el vidrio triturado reciclado como agregado fino tiende a incrementar la resistencia a flexo tracción del concreto, destacando un 40 % de reemplazo tal como se puede apreciar en la Figura 27.

Del mismo modo, procediendo a someter a inmersión al vidrio, se obtuvo como resultados que con 3 horas de inmersión la resistencia a flexo tracción a los 28 días fue de 49.43 kg/cm², con 3.5 horas fue de 49.58 kg/cm², con 4 horas fue de 49.19 kg/cm², con 4.5 horas resultó 48.98 kg/cm², con 5 horas fue de 48.49 kg/cm², con 5.5 horas fue de 47.00 kg/cm² y con 6 horas resultó 46.63 kg/cm², lográndose denotar que la mayor resistencia se dio con un tiempo de inmersión de 3.5 horas, según se aprecia también en la Figura 43.

Por consecuencia, se tiene de acuerdo a los resultados que el vidrio reciclado siendo parte del agregado fino incrementa la capacidad de soportar eventos a flexo tracción del concreto, siendo el 40 % el valor que produce mayor resistencia, asimismo, se ha denotado que al someter al vidrio a un tiempo de inmersión de 3.5 horas tal resistencia tiende a incrementarse aún más, lo cual resulta favorable para el concreto y la aplicabilidad que se le puede otorgar.

De la contrastación estadística y tal como se muestra en la Tabla 68 y Tabla 76 los cambios en la resistencia a flexo tracción tanto por la sustitución del agregado fino por vidrio reciclado triturado y el tiempo de inmersión resultaron cambios relevantes, por una significancia de 0.00 en la prueba de ANOVA de un factor.

De las referencias, es dable que se concierta con Segura et al. (2022) que reemplazaron el agregado por vidrio de un tamaño máximo nominal de 17 mm, logrando incrementar la resistencia del mismo en 22.53 % y 10.16 %, del mismo modo, se concuerda con Ochoa (2018) quién encontró incrementos de la resistencia del concreto en 8.50 % cuando se realizó la misma sustitución En cuanto a la investigación de Córdova (2018) a pesar que adicionó polvo de vidrio en el concreto, se logra resaltar su capacidad de incremento de la resistencia del mismo. Internacionalmente, se difiere con lo encontrado por Mishra, Thajur y Gupta (2020) quien concluyeron que la sustitución del agregado fino por polvo de vidrio redujo, aunque mínimamente la resistencia del concreto, mientras que, Elaqra, Abou y Rustom (2019) resaltan que, el remplazo del 10 % del cemento por polvo de vidrio puede incrementar hasta 130 % la resistencia del concreto. En cuanto al tiempo de inmersión, se concuerda con lo obtenido por Elaqra et al. (2019) quién consideró también diferentes tiempos de inmersión desde 0 a 12 horas, además de reemplazar el cemento por polvo de vidrio, obteniendo resultados favorables debido a la densificación de la zona de transición entre la pasta de cemento y los agregados con la inmersión del vidrio entre 3 a 6 horas conduciendo a una mayor resistencia a la compresión del concreto. Por último, se concuerda con el incremento de la resistencia del concreto de acuerdo a la investigación de Rahman y Uddin (2018) quienes resaltan que el remplazo del cemento por polvo de vidrio incrementa tanto a la capacidad de resistencia a compresión y tracción.

CONCLUSIONES

1. El tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino mejora la calidad del concreto para pavimento rígido, manteniéndose el contenido de aire y asentamiento e incrementándose la resistencia a flexo tracción al considerar 40 % de reemplazo del agregado fino.
2. El asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido tiende a reducirse, puesto que, se observó que el concreto de referencia presentó un asentamiento de 12 cm. Al reemplazar el 10 % del agregado fino con vidrio reciclado, el asentamiento se redujo a 8.07 cm, mostrando una disminución notable. A medida que se aumentaba el porcentaje de reemplazo del agregado, se registraron asentamientos aún menores: 6.70 cm (20 %), 5.17 cm (30 %), 4.03 cm (40 %) y 2.07 cm (50 %). Se concluye que a medida que se incrementa el porcentaje de reemplazo del agregado fino con vidrio reciclado, el asentamiento disminuye gradualmente. Esto indica que el vidrio reciclado puede contribuir a mejorar la estabilidad del concreto para pavimento rígido al reducir el asentamiento, lo que tiene implicaciones importantes en términos de la calidad y el rendimiento del material en aplicaciones prácticas.
3. El asentamiento del concreto con el porcentaje de reemplazo del 40 % del agregado fino fue sometido a diferentes tiempos de inmersión, lo cual resultó en variaciones en el asentamiento. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el asentamiento a lo largo de los distintos tiempos de inmersión. Con 0 horas de inmersión, se registró un asentamiento de 4.03 cm. A las 3 horas, el asentamiento aumentó ligeramente a 4.13 cm. A las 3.5 horas, se obtuvo un asentamiento de 3.97 cm, que se mantuvo prácticamente constante a lo largo de los demás tiempos de inmersión: 4 horas (3.83 cm), 4.5 horas (3.97 cm), 5 horas (3.93 cm), 5.5 horas (3.97 cm) y 6 horas (3.90 cm). En

conclusión, al emplear un 40 % de reemplazo del agregado fino con vidrio reciclado y someterlo a diferentes tiempos de inmersión, no se observaron cambios significativos en el asentamiento del concreto. Esto indica que el tiempo de inmersión no tiene un impacto relevante en la trabajabilidad y estabilidad del concreto en este caso específico.

4. El contenido de aire en el concreto no ha presentado cambios demostrativos al emplear diferentes porcentajes de reemplazo del agregado fino con vidrio reciclado triturado. El concreto de referencia mostró un contenido de aire del 2.03 %. Al reemplazar el 10 % del agregado fino con vidrio reciclado, el contenido de aire se redujo ligeramente a 1.93 %. A medida que se incrementaba el porcentaje de reemplazo del agregado, se registraron variaciones mínimas en el contenido de aire: 2.07 % (20 %), 2.10 % (30 %), 2.13 % (40 %) y 2.07 % (50 %). Se concluye que el uso de vidrio reciclado como reemplazo parcial del agregado fino en el concreto para pavimento rígido no afecta significativamente el contenido de aire. Esto indica que el vidrio reciclado puede ser una opción viable para reducir la cantidad de agregado natural utilizado en la mezcla de concreto sin comprometer la calidad y las propiedades del aire atrapado en el material.
5. El contenido de aire con un porcentaje de reemplazo del 40 % del agregado fino fue sometido a diferentes tiempos de inmersión, lo cual resultó en variaciones en el contenido de aire del concreto para pavimento rígido. Sin embargo, no se observaron cambios significativos en el contenido de aire a lo largo de los distintos tiempos de inmersión. Con 0 horas de inmersión, se registró un contenido de aire del 2.10 %. A las 3 horas, el contenido de aire disminuyó ligeramente a 2 %. A las 3.5 horas, se obtuvo un contenido de aire del 2 %, que se mantuvo prácticamente constante a lo largo de los demás tiempos de inmersión: 4 horas (2.03 %), 4.5 horas (2 %), 5 horas (1.97 %), 5.5 horas (2.03 %) y 6 horas (1.90 %). En conclusión, al emplear un 40 % de reemplazo del

agregado fino con vidrio reciclado y someterlo a diferentes tiempos de inmersión, no se observaron cambios significativos en el contenido de aire del concreto. Esto indica que el tiempo de inmersión no tiene un impacto relevante en el contenido de aire del material en este caso específico.

6. La denominada resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente, puesto que observó que, a los 28 días, el concreto de referencia mostró una resistencia promedio de 38.36 kg/cm². Sin embargo, al reemplazar el 10 % del agregado fino con vidrio reciclado, se registró una resistencia de 39.80 kg/cm², lo que representa un incremento notable. Asimismo, se observó un incremento progresivo en la resistencia a medida que se aumentaba el porcentaje de reemplazo del agregado: 40.98 kg/cm² (20 %), 41.87 kg/cm² (30 %), 42.65 kg/cm² (40 %). Sin embargo, al utilizar un 50 % de reemplazo, la resistencia disminuyó ligeramente a 40.49 kg/cm². Se destaca que el mayor incremento en la resistencia se obtuvo al reemplazar el 40 % del agregado fino con vidrio reciclado, lo que indica su potencial para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.
7. La resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente, siendo que el porcentaje de reemplazo óptimo del agregado fino (40 %) se sometió a diferentes tiempos de inmersión, lo cual resultó en variaciones en la resistencia a flexo tracción del concreto para pavimento rígido. A las 3 horas, se registró una resistencia de 49.43 kg/cm², mientras que a las 3.5 horas se obtuvo una resistencia ligeramente mayor de 49.58 kg/cm². A las 4 horas, la resistencia disminuyó ligeramente a 49.19 kg/cm², y a las 4.5 horas fue de 48.98 kg/cm². A las 5 horas, se registró una resistencia de 48.49

kg/cm², y a las 5.5 horas, fue de 47 kg/cm². Por último, a las 6 horas, se obtuvo una resistencia de 46.63 kg/cm². En conclusión, el mejor porcentaje de reemplazo del agregado fino, combinado con un tiempo de inmersión de 3.5 horas, resultó en una resistencia máxima de 49.58 kg/cm², lo cual destaca la importancia de considerar tanto el porcentaje de reemplazo como el tiempo de inmersión para lograr una resistencia óptima del concreto.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados favorables derivados es dable encargar antes de adoptar completamente el concreto con reemplazo del agregado fino por vidrio triturado reciclado, realizar una implementación piloto en un proyecto real de pavimento rígido. Esto permitirá evaluar el desempeño y los resultados en condiciones reales, así como identificar cualquier desafío o consideración práctica que pueda surgir.
2. Al encontrarse reducciones del asentamiento del concreto, esto resultaría beneficioso pues, se reduce la posibilidad de segregación, lo que mejora la homogeneidad y la integridad del concreto facilitando el control y la manipulación del concreto durante su colocación. Esto puede resultar en una mayor precisión en la forma y nivelación de la estructura, lo que es especialmente importante y se recomendaría la aplicación de concreto con vidrio reciclado triturado donde se requiere un acabado preciso, como en pavimentos o pisos.
3. Se recomienda utilizar vidrio reciclado de alta calidad, asegurándose de que el vidrio esté limpio, libre de impurezas y correctamente triturado a la granulometría adecuada para su uso como agregado fino en el concreto.
4. Se deberá realizar ajustes de la dosificación de los materiales en la mezcla de concreto para tener en cuenta la presencia del vidrio reciclado triturado. Esto puede implicar ajustes en la cantidad de cemento, agregado grueso y agua de mezcla para mantener las propiedades deseadas del concreto, como resistencia y trabajabilidad.
5. Se debe asegurar que el vidrio reciclado triturado que previamente fue sometido a inmersión se mezcle de manera uniforme con los demás materiales en la mezcla de concreto. Utilizar métodos de mezclado adecuados, como mezcladoras de tambor o 115

mezcladoras de eje horizontal, para lograr una distribución homogénea del vidrio reciclado en la mezcla.

6. Se recomienda proporcionar capacitación adecuada al personal encargado de la elaboración y colocación del concreto con vidrio reciclado sometido a inmersión previa. Asegurarse de que comprendan los procedimientos específicos de mezclado, colocación y curado necesarios para obtener un concreto de calidad. Además, fomentar la conciencia sobre los beneficios ambientales y sostenibles del uso de materiales reciclados.
7. A futuras investigaciones se recomienda realizar pruebas de compatibilidad entre el vidrio reciclado triturado y los demás materiales del concreto, como el cemento y los aditivos de ser el caso. Esto es especialmente importante si se utilizan aditivos especiales o cementos con propiedades específicas. La evaluación de la compatibilidad ayudará a prevenir posibles problemas de reacción química o cambios en el comportamiento del concreto en el pavimento rígido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CÓRDOVA, C., 2018. *Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo*. S.l.: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- ELAQRA, H., ABOU, M. y RUSTOM, R., 2019. Effect of new mixing method of glass powder as cement replacement on mechanical behavior of concrete. *Construction and Building Materials*, vol. 203, pp. 75-82. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.077.
- ELAQRA, H., AL-AFGHANY, M., ABO-HASSEIRA, A., ELMASRY, I., TABASI, A. y ALWAN, M., 2019. Effect of immersion time of glass powder on mechanical properties of concrete contained glass powder as cement replacement. *Construction and Building Materials*, vol. 206, pp. 674-682. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.02.110.
- METHA, K. y MONTEIRO, P., 2008. *Concreto: estructura, propiedades y materiales* [en línea]. S.l.: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=oVgAAQAACAAJ>.
- MISHRA, S., THAKUR, K. y GUPTA, V., 2020. Partial replacement of fine aggregate by glass powder in concrete. *International Journal of Research & Technology*, vol. 9, no. 02, pp. 281-283.
- MTC, 2013. *Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)* [en línea]. Tomo I. Lima - Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Disponible en: https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuale

s/Manual.

OCHOA, L., 2018. *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos*. S.l.: Universidad Señor de Sipán.

RAHMAN, S. y UDDIN, M., 2018. Experimental investigation of concrete with glass powder as partial replacement of cement. *Civil Engineering and Architecture*, vol. 6, no. 3, pp. 149-154. DOI 10.13189/cea.2018.060304.

RIVERA, G., 2007. *Concreto simple* [en línea]. 2007. Primera. S.l.: Universidad de Cauca. Disponible en: <https://www.udocz.com/read/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>.

SÁNCHEZ, D., 2000. *Tecnología del concreto y del mortero* [en línea]. Cuarta. S.l.: Bhandar Editores Ltda. ISBN 958-9247-04-0. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=EWq-QPJhsRAC&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>.

SEGURA, L., SIGÜENZA, R., SOLAR, M. y ZAMORA, J., 2022. Efecto del uso de vidrio reciclado en el diseño de concreto. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, vol. 14, pp. 179-192.

VARGAS, E., 2015. *Estudio sísmico en el diseño del reservorio circular apoyado R-8 capacidad 3000 m³ para la ciudad de Juliaca* [en línea]. S.l.: Universidad Andina «Néstor Cáceres Velásquez». Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/509>.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Tesis: “El tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino en la calidad del concreto para pavimento rígido”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo interviene el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino en la calidad del concreto para pavimento rígido?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿Cómo varía el asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido? b) ¿Cómo varía el asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido? c) ¿Cómo varía el contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido?</p>	<p>Objetivo general: Analizar cómo interviene el tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino en la calidad del concreto para pavimento rígido.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar la variación del asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido. b) Establecer la variación del asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido. c) Determinar la variación del contenido de aire del concreto con</p>	<p>Hipótesis general: El tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado como sustituto parcial del agregado fino mejora la calidad del concreto para pavimento rígido.</p> <p>Hipótesis específicas: a) El asentamiento del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente. b) El asentamiento del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente. c) El contenido de aire del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.</p>	<p>Variable independiente (X): vidrio reciclado triturado</p> <p>Variable dependiente (Y): calidad del concreto</p>	<p>- Cantidad de vidrio triturado. - Tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado.</p> <p>- Consistencia. - Contenido de aire. - Resistencia.</p>	<p>- Dosificación en relación al contenido de agregado fino. - Variación del tiempo en el cual el vidrio se encuentra sumergido en el agua antes.</p> <p>- Asentamiento. - Aire. - Resistencia a flexotracción a los 7 días. - Resistencia a flexotracción a los 28 días.</p>	<p>Método de investigación: científico.</p> <p>Tipo de investigación: aplicada.</p> <p>Nivel de investigación: explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población para el desarrollo de esta investigación estará dada por el concreto diseñado para un $f'c$: 280 kg/cm² para actuar en losas de pavimento rígido considerando el reemplazo parcial del agregado fino por vidrio reciclado triturado con diferentes tiempos de inmersión.</p> <p>Muestra: La muestra considerando un tipo de muestreo no</p>

<p>d) ¿Cómo varía el contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido?</p> <p>e) ¿Cómo varía la resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido?</p> <p>f) ¿Cómo varía la resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido?</p>	<p>diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.</p> <p>d) Establecer la variación del contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido.</p> <p>e) Determinar la variación de la resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido.</p> <p>f) Determinar la variación de la resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido.</p>	<p>d) El contenido de aire del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.</p> <p>e) La resistencia a flexo tracción del concreto con diferentes cantidades de vidrio reciclado triturado para pavimento rígido se incrementa significativamente.</p> <p>f) La resistencia a flexo tracción del concreto con vidrio reciclado triturado y con diferentes tiempos de inmersión para pavimento rígido se incrementa significativamente.</p>				<p>probabilístico intencional o dirigido, estará dada por un total de 182 especímenes tal como se detalla en la Tabla 7 y Tabla 8.</p>
--	---	---	--	--	--	--

Matriz de operacionalización de variables

Tabla 81. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	
Variable independiente (X): vidrio reciclado triturado	Cantidad de vidrio reciclado triturado	Dosificación en relación al contenido de agregado fino	Porcentaje	
	Tiempo de inmersión del vidrio reciclado triturado	Variación del tiempo en el cual el vidrio se encuentra sumergido en el agua antes	Horas	
Variable dependiente (Y): calidad del concreto	Asentamiento	Asentamiento	cm	
	Contenido de aire	Contenido de aire	%	
	Resistencia	Resistencia a flexo tracción a los 7 días	Resistencia a flexo tracción a los 7 días	kg/cm ²
		Resistencia a flexo tracción a los 28 días	Resistencia a flexo tracción a los 28 días	kg/cm ²

Certificados de ensayos que se realizaron en laboratorio



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Paje, Nuevos N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046588 / 915505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3.213.00 m s.n.m.
 Muestra : Agregado Grueso Lugar de Muestreo : Depósito de Azapampa Coordenadas UTM : E 479394 6 N 8662167
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

ENSAYOS REALIZADOS:
 • ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 • ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGÚN ASTM C136/C136M-19
 • HUMEDAD EVAPORABLE SEGÚN ASTM C566-13

Análisis Granulométrico agregado grueso ASTM C136/C136M-18

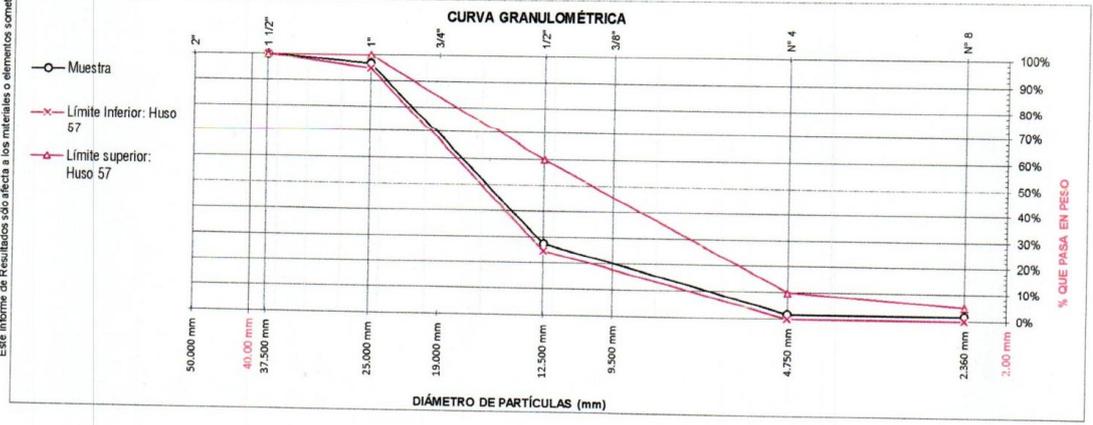
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
2"	50.00 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
1"	25.00 mm	60.00 g	3.4%	3.4%	96.6%
3/4"	19.00 mm	115.00 g	6.5%	9.9%	90.1%
1/2"	12.50 mm	1100.00 g	62.5%	72.5%	27.5%
3/8"	9.50 mm	400.00 g	22.7%	95.2%	4.8%
N° 4	4.75 mm	55.00 g	3.1%	98.4%	1.6%
N° 8	2.36 mm	0.00 g	0.0%	98.4%	1.6%
FONDO		29.00 g	1.6%	100.0%	0.0%
		1759.00 g		100.0%	100%

Humedad evaporable según ASTM C566-13

Variable	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 03
(A) Peso de Tara Vacío	M _c	(g)	211.00
(B) Peso de Tara & Muestra Húmeda	M _{cus}	(g)	2374.00
(C) Peso de Tara & Muestra Seca	M _{cos}	(g)	2358.00
(D) Peso de la Muestra Sec (C-A)	M _s	(g)	2147.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _w	(g)	15.00
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	0.7%
Tamaño máximo, tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado			37.5 mm [1 1/2"]
Tamaño máximo nominal, corresponde al primer retenido entre 5-10%			19 mm [3/4"]
Según ASTM C33 la granulometría de la muestra corresponde al			Huso 57

Límites Granulométricos en agregado grueso según ASTM C33/C33M-18

Huso	Tamaño máximo nominal		Porcentaje que pasa por los tamices normalizados ASTM E11							
			50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm
	Medida en, mm	Medida en, pulg.	[2 pulg]	[1 1/2 pulg]	[1 pulg]	[3/4 pulg]	[1/2 pulg]	[3/8 pulg]	[N° 4]	[N° 8]
4	37.5 mm a 19 mm	[1 1/2" a 3/4"]	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	0 a 5	---	---
467	37.5 mm a 4.75 mm	[1 1/2" a N° 4]	100	90 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---
5	25 mm a 12.5 mm	[1" a 1/2"]	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
56	25 mm a 9.5 mm	[1" a 3/8"]	---	100	90 a 100	40 a 85	0 a 40	0 a 15	0 a 5	---
57	25 mm a 4.75 mm	[1" a N° 4]	---	---	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5
6	19 mm a 9.5 mm	[3/4" a 3/8"]	---	---	---	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---
67	19 mm a 4 mm	[3/4" a N° 4]	---	---	---	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5
7	12.5 mm a 4.75 mm	[1/2" a N° 4]	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 5	0 a 5



OBSERVACIONES: Los agregados han sido producidos en laboratorio de tal manera que cumplan con un Huso granulométrico y cumplan con una Franja granulométrica que establece el diseño de mezclas del ACI.

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 01]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSP

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:
 • ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 • ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGÚN ASTM C136/C136M-19
 • HUMEDAD EVAPORABLE SEGÚN ASTM C566-13

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : 0.00 m Altitud (Cota) : 3.213.00 m s.n.m.
 Muestra : Vidrio triturado Lugar de Muestreo : --- Coordenadas UTM : E 479394.6 N 8662167
 Método de Muestreo : Trituración de muestra con molino manual

Análisis Granulométrico agregado fino ASTM C136/C136M-18

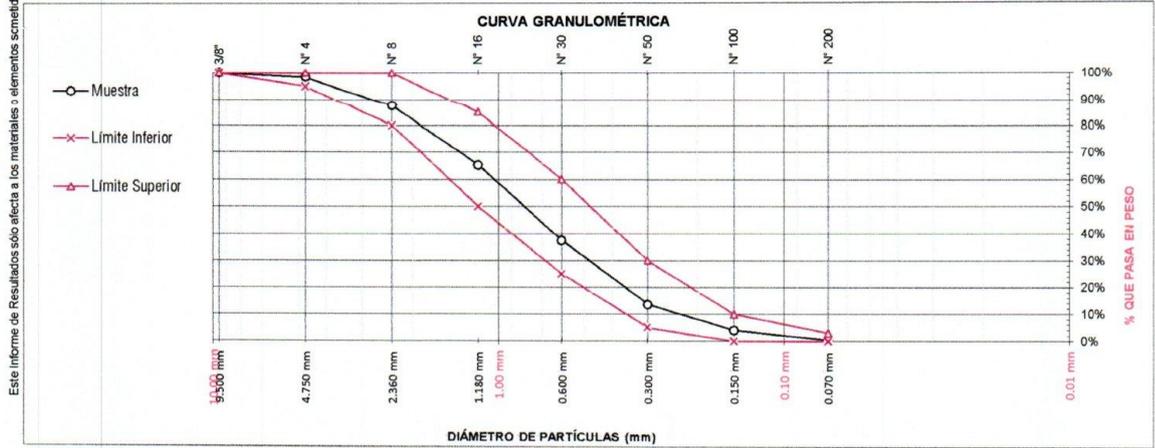
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	12.00 g	33.0%	1.5%	98.5%
N° 8	2.36 mm	85.00 g	100.0%	12.5%	87.5%
N° 16	1.18 mm	173.00 g	130.0%	34.8%	65.2%
N° 30	0.60 mm	215.00 g	238.0%	62.6%	37.4%
N° 50	0.30 mm	185.00 g	135.0%	86.5%	13.5%
N° 100	0.15 mm	74.00 g	110.0%	96.0%	4.0%
N° 200	0.07 mm	28.00 g	22.0%	99.6%	0.4%
FONDO		3.00 g	0.4%	100.0%	0.0%
		775.00 g		100.0%	100%

Humedad evaporable según ASTM C566-13

Variable	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 07
(A) Peso de Tara Vacío	M _C	(g)	419.00
(B) Peso de Tara & Muestra Húmeda	M _{CM}	(g)	1248.00
(C) Peso de Tara & Muestra Seca	M _{CS}	(g)	1218.00
(D) Peso de la Muestra Sec (C-A)	M _S	(g)	799.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _W	(g)	30.00
(F) Contenido Humedad (100° E/D)	w	(%)	3.8%
Según ASTM C136 el modulo de fineza corresponde al valor de			2.94

Límites Granulométricos agregado fino ASTM C33/C33M-18

Ítem	Tamaño máximo nominal		Porcentaje que pasa
	Medida en, mm	Medida en, pulg.	
1	9.5 mm	[3/8 pulg]	100
2	4.75 mm	[N° 4]	95 a 100
3	2.36 mm	[N° 8]	80 a 100
4	1.18 mm	[N° 16]	50 a 85
5	600 µm	[N° 30]	25 a 60
6	300 µm	[N° 50]	10 a 30
7	150 µm	[N° 100]	2 a 10
8	75 µm	[N° 200]	



OBSERVACIONES: Los agregados han sido producidos en laboratorio de tal manera que cumplan con un Huso granulométrico y cumplan con una Franja granulométrica que establece el diseño de mezclas del ACI.

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Soportes, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 03]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2899 Int. 104 Urb. Elio, Lima
 Psje. Nufes N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m.
 Muestra : Agregado Fino Lugar de Muestreo : Depósito de Azapampa Coordenadas UTM : E 479394.6 N 8662167
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

ENSAYOS REALIZADOS: - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS SEGÚN ASTM C136/C136M-19
 - HUMEDAD EVAPORABLE SEGÚN ASTM C566-13

Análisis Granulométrico agregado fino ASTM C136/C136M-18

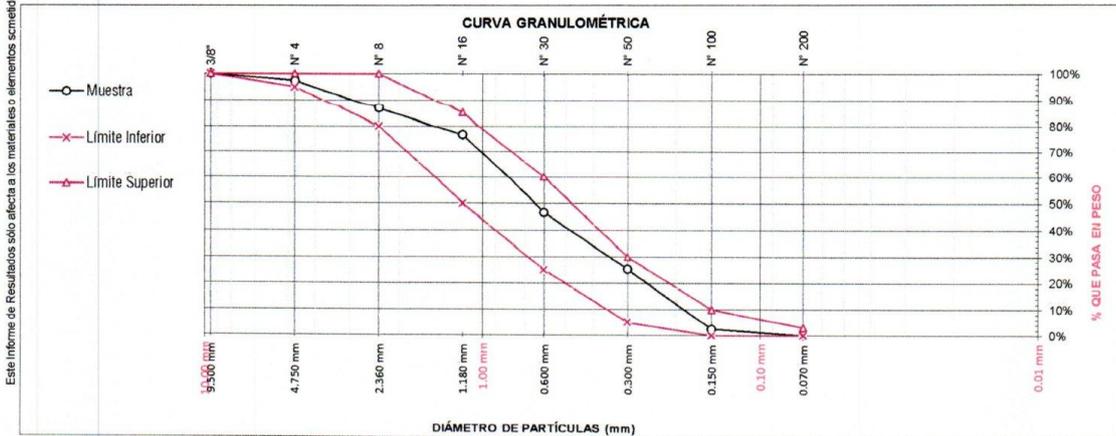
Tamices ASTM E11	Abertura (mm)	Peso Retenido	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3/8"	9.50 mm	0.00 g	0.0%	0.0%	100.0%
N° 4	4.75 mm	34.00 g	2.8%	2.8%	97.2%
N° 8	2.36 mm	130.00 g	10.6%	13.4%	86.6%
N° 16	1.18 mm	121.00 g	9.9%	23.3%	76.7%
N° 30	0.60 mm	368.00 g	30.0%	53.3%	46.7%
N° 50	0.30 mm	263.00 g	21.5%	74.8%	25.2%
N° 100	0.15 mm	280.00 g	22.9%	97.6%	2.4%
N° 200	0.07 mm	29.00 g	2.4%	100.0%	0.0%
FONDO		0.00 g	0.0%	100.0%	0.0%
		1225.00 g			

Humedad evaporable según ASTM C566-13

Variable	Nro		Muestra
	Var.	Unidad	
Recipiente N°	---	---	N° 06
(A) Peso de Tara Vacío	M _C	(g)	219.00
(B) Peso de Tara & Muestra Húmeda	M _{CMS}	(g)	1151.00
(C) Peso de Tara & Muestra Seca	M _{CDS}	(g)	1133.00
(D) Peso de la Muestra Seca (C-A)	M _S	(g)	914.00
(E) Peso de Agua (B-C)	M _W	(g)	18.00
(F) Contenido Humedad (100* E/D)	w	(%)	2.0%
Según ASTM C136 el modulo de fineza corresponde al valor de			2.65

Límites Granulométricos agregado fino ASTM C33/C33M-18

Ítem	Tamaño máximo nominal		Porcentaje que pasa
	Medida en, mm	Medida en, pulg.	
1	9.5 mm	[3/8 pulg]	100
2	4.75 mm	[N° 4]	95 a 100
3	2.36 mm	[N° 8]	80 a 100
4	1.18 mm	[N° 16]	50 a 85
5	600 µm	[N° 30]	25 a 60
6	300 µm	[N° 50]	10 a 30
7	150 µm	[N° 100]	2 a 10
8	75 µm	[N° 200]	



OBSERVACIONES: Los agregados han sido producidos en laboratorio de tal manera que cumplan con un Huso granulométrico y cumplan con una Franja granulométrica que establece el diseño de mezclas del ACI.

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204332

RUC: 20601685524
 (Pág. 02)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004598-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Ello, Lima
 Pje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silverageosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESIS:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- PRUEBA ESTÁNDAR PARA MATERIALES MÁS FINOS QUE 75 MM (NO. 200) TAMIZ EN AGREGADOS MINERALES POR LAVADO SEGÚN ASTM C117-17

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio Profundidad : 0.00 m Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m.
 Muestra : Agregado Grueso y Fino Lugar de Muestreo : Cantera del Distrito de Chilca Coordenadas UTM : E.478665 N.866430
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

DATOS Y RESULTADOS DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	M-03
01	N° Bandeja	N°	N° 17	N° 18	N° 19
02	Peso Bandeja	gr	225.0	216.0	214.0
03	Peso muestra Seca Inicial + Bandeja	gr	1410.0	1477.0	1503.0
04	Peso muestra Seca Final + Bandeja	gr	1404.0	1473.0	1498.0
05	Peso muestra Seca Inicial sin Lavar	gr	1185.0	1261.0	1289.0
06	Peso muestra Seca Final Lavada	gr	1179.0	1257.0	1284.0
07	Material Fino que Pasa	gr	6.0	4.0	5.0
08	Cantidad de Material Fino Contenido	%	0.5%	0.3%	0.4%
09	Cantidad de Material Fino Promedio	%		0.4%	

DATOS Y RESULTADOS DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	M-01	M-02	M-03
01	N° Bandeja	N°	N° 20	N° 21	N° 22
02	Peso Bandeja	gr	219.0	220.0	217.0
03	Peso muestra Seca Inicial + Bandeja	gr	2131.0	2084.0	2209.0
04	Peso muestra Seca Final + Bandeja	gr	2128.0	2079.0	2197.0
05	Peso muestra Seca Inicial sin Lavar	gr	1912.0	1864.0	1992.0
06	Peso muestra Seca Final Lavada	gr	1909.0	1859.0	1980.0
07	Material Fino que Pasa	gr	3.0	5.0	12.0
08	Cantidad de Material Fino Contenido	%	0.2%	0.3%	0.6%
09	Cantidad de Material Fino Promedio	%		0.3%	

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 04]



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. sicat: 065581 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Muestra : Agregado Grueso y Fino
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m.
Coordenadas UTM : E.478665 N.866430

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TESIS:
 "EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

ENSAYOS REALIZADOS:
 - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - MÉTODO NORMALIZADO PARA TARRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENZABLES EN LOS AGREGADOS SEGÚN NTP 400.016

MÉTODO NORMALIZADO PARA TARRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENZABLES EN EL AGREGADO FINO SEGÚN NTP 400.016					
Tamiz que retiene la Muestra		Masa de la Muestra de Ensayo	Tamiz designado para partículas Retenidas		Masa de Partículas retenidas en el Tamiz designado
Tamiz	Abertura	[M]	Tamiz	Abertura	[R]
N°4	4.75 mm	1000 gr	N°20	0.85 mm	997 gr

P = 0.3%

$$\text{Fórmula : } P = \left(\frac{M - R}{M} \right) * 100$$

Donde :

P: Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla

M: Masa de la muestra de ensayo para el agregado fino la masa de las partículas retenidas en el tamiz normalizado N° 16.

R: Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado.

MÉTODO NORMALIZADO PARA TARRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENZABLES EN EL AGREGADO GRUESO SEGÚN NTP 400.016					
Tamiz que Retiene la Muestra		Masa de la Muestra de Ensayo	Tamiz designado para partículas Retenidas		Masa de Partículas retenidas en el Tamiz designado
Muestra entre Tamices					
Tamiz (1)	Tamiz (2)	[M]	Tamiz (1)	Abertura	[M]
1 1/2"	3/4"	3000 gr	N°4	4.75 mm	2996 gr

P = 0.1%

Tamiz (1)	Tamiz (2)	[M]	Tamiz (1)	Abertura	[M]
3/4"	3/8"	2000 gr	N°4	4.75 mm	1997 gr

P = 0.2%

Tamiz (1)	Tamiz (2)	[M]	Tamiz (1)	Abertura	[M]
3/8"	N°4	1000 gr	N°4	4.75 mm	996 gr

P = 0.4%

P Prom. = 0.2%

$$\text{Fórmula : } P = \left(\frac{M - R}{M} \right) * 100$$

Donde :

P: Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla

M: Masa de la muestra de ensayo para el agregado fino la masa de las partículas retenidas en el tamiz normalizado N° 16.

R: Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado.

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2018/DSD

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Soles, Construcción y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 2060166524
 [Pág. 05]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
 Psje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE:	LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	TESIS:	"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS REALIZADOS:	• ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18 • MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PARTÍCULAS LIVIANAS EN LOS AGREGADOS SEGÚN NTP 400.023
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:		Modalidad : Muestreo por Laboratorio Muestra : Agregado Grueso y Fino Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03	
		Altitud (Cota) : 3.213,00 m.s.n.m. Lugar de Muestreo : Cantera del Distrito de Chilca Coordenadas UTM : E.478665 N.866430	

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PARTÍCULAS LIVIANAS EN EL AGREGADO FINO SEGÚN NTP 400.023

$W_1 = 1.20 \text{ gr}$
 $W_2 = 490.36 \text{ gr}$

Fórmula : $L = (W_1/W_2) \times 100$

Donde :

- L: Porcentaje en masa de partículas livianas.
- W_1 : Masa seca de las partículas que flotan.
- W_2 : Masa seca de la fracción del espécimen más grueso que el tamiz 300-mm (N°50).

L = 0.2%

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PARTÍCULAS LIVIANAS EN EL AGREGADO GRUESO SEGÚN NTP 400.023

$W_1 = 3.60 \text{ gr}$
 $W_2 = 2989.40 \text{ gr}$

Fórmula : $L = (W_1/W_2) \times 100$

Donde :

- L: Porcentaje en masa de partículas livianas.
- W_1 : Masa seca de las partículas que flotan.
- W_2 : Masa seca de la fracción del espécimen más grueso que el tamiz 300-mm (N°50).

L = 0.1%

OBSERVACIONES: Los agregados fueron muestreados en el depósito de la cantera de Azapampa cuyas coordenadas están especificadas en la sección de datos de este informe. El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 1/2". El líquido empleado fue una solución de cloruro de zinc en agua (para un peso específico hasta casi a 2,0).

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Cimentación y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

RUC: 20601685524
 [Pág. 06]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nudes N° 123-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 964046688 / 955505584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N° 035/2023

SOLICITANTE:		TESIS:	
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY		"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"	
UBICACIÓN DEL PROYECTO:		ENSAYOS REALIZADOS:	
UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.	DISTRITO : CHILCA	- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18	
PROVINCIA : HUANCAYO	DEPARTAMENTO : JUNÍN	- MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO SEGÚN NTP 400.024	
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:			
Modalidad : Muestreo por Laboratorio	Muestra : Agregado Grueso y Fino	Lugar de Muestreo : Cantera del Distrito de Chilca	Altitud (Cota) : 3.213,00 m.s.n.m.
Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03		Coordenadas UTM : E.478665 N.866430	

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS IMPUREZAS ORGÁNICAS EN EL AGREGADO FINO PARA CONCRETO SEGÚN NTP 400.024

Color Garner estándar Nro	Placa Orgánica Nro
5	1
8	2
11	3 (Estándar)
14	4
16	5

Resultado de la placa Orgánica Nro 1

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES: El color del líquido sobrenadante no es más oscuro que el del color de referencia de la solución estándar o del vidrio patrón.
 El agregado fino bajo prueba no está considerado como posible contenedor de impurezas orgánicas dañinas

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204382

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD

RUC: 20601685524
 [Pág. 07]



J: Angel Fernandez Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Elio, Lima
 Psje. Nortes N° 122-152 Chilca, Huancaayo
 Telef. 964046688 / 955305584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESIS:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN AGUA PARA AGREGADOS EN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Muestra : Agregado Grueso y Fino
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03
 Lugar de Muestreo : Cantera del Distrito de Chilca
 Altitud (Cota) : 3.213.00 m s.n.m.
 Coordenadas UTM : E.478665 N.866430

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN AGUA PARA AGREGADOS EN CONCRETO SEGÚN NTP 400.042

Muestra : Agregado Fino Muestra : Agregado Grueso 19 mm [%]

Resultados	
% Cloruros	0.078
% Sulfatos	0.039

Resultados	
% Cloruros	0.013
% Sulfatos	0.15

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geofisica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 08]



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Pse. Nurtes N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telef. 36404668 / 95520764
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
 UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
 Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Muestra : Agregado Grueso
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

ENSAYOS REALIZADOS:
 - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
 - MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821

TESIS:
 "EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

Altitud (Cota) : 3,213.00 m s.n.m
 Coordenadas UTM : E 478665 N 866430

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821

Pasa el Tamiz	Retenido sobre el tamiz	Masa de la muestra	Masa con 01 a más caras fracturadas	Masa de partículas no fracturadas	Porcentaje de caras fracturadas
		[gr]	[gr]	[gr]	[gr]
1 1/2" 37.50 mm	1" 25.00 mm	0	0	0	0%
1" 25.00 mm	3/4" 19.00 mm	1500	1054.0	446.0	70%
3/4" 19.00 mm	1/2" 12.50 mm	500	319.0	181.0	64%
1/2" 12.50 mm	3/8" 9.50 mm	200	135.0	65.0	68%
Masa Total Ensayada		2200			

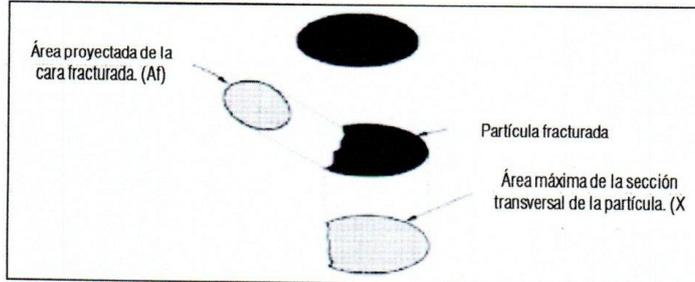
Porcentaje de partículas con 01 a más caras fracturadas : **67%**

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM D5821

Pasa el Tamiz	Retenido sobre el tamiz	Masa de la muestra	Masa con 02 a más caras fracturadas	Masa de partículas no fracturadas	Porcentaje de caras fracturadas
		[gr]	[gr]	[gr]	[gr]
1 1/2" 37.50 mm	1" 25.00 mm	0	0	0	0%
1" 25.00 mm	3/4" 19.00 mm	1500	951.0	549.0	63%
3/4" 19.00 mm	1/2" 12.50 mm	500	336.0	164.0	67%
1/2" 12.50 mm	3/8" 9.50 mm	200	158.0	42.0	79%
Masa Total Ensayada		2200			

Porcentaje de partículas con 02 a más caras fracturadas : **70%**

El criterio de falla considerado se determinó con la expresión $A_f \geq 0.25 X_{max}$



OBSERVACIONES: El porcentaje de partículas fracturadas fue determinado por masa.

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Geotecnia Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.P. N° 204362

RUC: 20601685524
 [Pág. 09]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD



Jr. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Ello, Lima
 Psje. Nahuas N° 122-752 Chilca, Huancaayo
 Telef. 964046588 / 955805584
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESIS:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S A C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN NTP 400.040

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por Laboratorio
 Muestra : Agregado Grueso
 Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03
 Lugar de Muestreo : Cantera del Distrito de Chilca
 Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m.
 Coordenadas UTM : E 478665 N 866430

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO SEGÚN NTP 400.040											
Pasa el Tamiz		Retenido sobre el tamiz		Masa de la muestra	Porcentaje Retenido	Relación Dimensional 5 : 1					
				[gr]	[%]	Masa de partículas chatas	Porcentaje de partículas chatas	Masa de partículas alargadas	Porcentaje de partículas alargadas	Masa de partículas que no son ni chatas ni alargadas	Porcentaje de partículas que no son ni chatas ni alargadas
				[gr]	[%]	[gr]	[%]	[gr]	[%]	[gr]	[%]
1 1/2"	37.50 mm	1"	25.00 mm	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
1"	25.00 mm	3/4"	19.00 mm	1500	30.0%	163	10.9%	129	8.6%	1208	80.5%
3/4"	19.00 mm	1/2"	12.50 mm	2500	50.0%	339	13.6%	152	6.1%	2009	80.4%
1/2"	12.50 mm	3/8"	9.50 mm	1000	20.0%	101	10.1%	141	14.1%	758	75.8%
TOTAL				5000							

Porcentaje de partículas chatas:

Porcentaje de partículas alargadas:

OBSERVACIONES: El agregado grueso es de Tamaño máximo nominal de 3/4"
 El porcentaje de partículas chatas y alargadas fue determinado por masa.
 La relación dimensional usada es: Ratio 5:1

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 10]

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Modalidad : Muestreo por el Cliente
Muestra : Agregado Grueso y Fino
Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

TESIS: "EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

ENSAYOS REALIZADOS: • ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
• MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO SEGÚN ASTM C128-15
• MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15

Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m.
Lugar de Muestreo : Depósito de Azapampa Coordenadas UTM : E.479394.6 N.8662167

Este informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

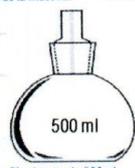
DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGÚN ASTM C128-15 - MÉTODO GRAVIMÉTRICO

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UND	N° ESPÉCIMEN	
			E - 01	E - 02
Masa del Picnómetro		gr	154.71	154.71
Volúmen del Picnómetro		cm ³	500	500
Temperatura del Agua		°C	23.0 °C	23.0 °C
Número de Bandeja		N°	N° 20	N° 34
Masa de la Bandeja		gr	416.84	416.80
Masa de la Bandeja + Muestra seca al Horno		gr	906.80	906.85
Masa de la Muestra Secada al Horno	[A]	gr	489.96	489.90
Masa del Picnómetro con Agua hasta la marca de Calibración	[B]	gr	652.82	652.80
Masa del Picnómetro con Agua + Muestra SSS	[C]	gr	960.28	960.30
Masa Saturada con Superficie Seca (SSS)	[S]	gr	500.00	500.00
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	[A] / [B + S - C]		2.54	2.54
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	[S] / [B + S - C]		2.60	2.60
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	[A] / [B + A - C]		2.68	2.69
% Absorción	[100] x [(S - A) / A]		2.0	2.1

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO

Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	2.54
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	2.60
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	2.69
% Absorción	2.1

Método de Preparación de la Muestra: Desde su Humedad Natural



Picnómetro de 500ml

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGÚN ASTM C127-15

DESCRIPCIÓN	VARIABLE	UND	N° ESPÉCIMEN	
			E - 01	E - 02
Temperatura del Agua		°C	23.0 °C	23.0 °C
Número de Bandeja		N°	N° 34	N° 36
Masa de la Bandeja		gr	462.0	462.0
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al aire SSD		gr	3703.0	3702.0
Masa de la Muestra Seca al aire SSD	[B]	gr	3241.0	3240.0
Masa de la Canastilla Sumergida		gr	430.0	430.0
Masa de la Canastilla + Masa de la Muestra Sumergida		gr	2454.0	2455.0
Masa de la Muestra Sumergida	[C]	gr	2024.0	2025.0
Masa de la Bandeja + Masa de la Muestra Seca al Horno		gr	3671.0	3670.0
Masa de la Muestra Secada al Horno	[A]	gr	3209.0	3208.0
Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	[A] / [B - C]		2.64	2.64
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	[B] / [B - C]		2.66	2.67
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	[A] / [A - C]		2.71	2.71
% Absorción	[100] x [(B - A) / A]		1.0	1.0

RESULTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO

Densidad Relativa (Gravedad específica) (OD)	2.64
Densidad Relativa (Gravedad específica) (SSD)	2.66
Densidad Relativa aparente (Gravedad específica)	2.71
% Absorción	1.0

Método de Preparación de la Muestra: Desde su Humedad Natural



Muestra Seca al Horno



Condición SSD

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004568-2018/DSD

SILVER GEOTEC S.A.C.
Geotécnica Geofísica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 204852

RUC: 20601685524
(Pág. 11)

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA INICIO ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
07-02-23	09-02-23	M-01	SG N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESIS: "EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S A C
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

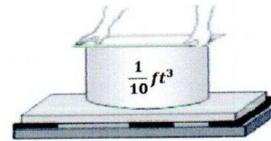
- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD APARENTE ("PESO UNITARIO") Y HUECOS EN EL AGREGADO SEGÚN ASTM C29/C29M-17a

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Modalidad : Muestreo por el Cliente Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3,213.00 m s.n.m.
Muestra : Agregado Grueso y Fino Lugar de Muestreo : Depósito de Azapampa Coordenadas UTM : E. 479394.6 N. 8662167
Método de Muestreo : Muestreo desde el Almacenaje o unidades de transportación según ASTM D75-03

CALIBRACIÓN DEL MOLDE DE PRUEBA

Descripción	Und	Datos
Temperatura del Agua	°C	23 °C
Densidad del Agua	Kg/m ³	997.54
Peso del Agua en el Molde	Kg	2.631
Volumen del Molde	m ³	0.002838



DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO FINO

Descripción	Und	Agregado Fino Suelto			Agregado Fino Compacto		
		Espécimen			Espécimen		
		E - 01	E - 02	E - 03	E - 01	E - 02	E - 03
Masa del Molde	gr	1636	1636	1636	1636	1636	1636
Volumen del Molde	m ³	0.002838	0.002838	0.002838	0.002838	0.002838	0.002838
Masa del Molde + Muestra	gr	5753	5757	5798	6343	6366	6358
Masa de la Muestra	gr	4117	4121	4162	4707	4730	4722
Densidad aparente	Kg/m ³	1451	1452	1467	1659	1667	1664
Densidad aparente Promedio	Kg/m ³	1456			1663		

Densidad Relat. (Gravedad específica) OD	2.54
% de Vacíos - muestra Suelta	42.7%
% de Vacíos - muestra Consolidada	34.5%

Método utilizado en la Consolidación de la Muestra:

RODDING (VARILLADO)

DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO GRUESO

Descripción	Und	Agregado Grueso Suelto			Agregado Grueso Compacto		
		Espécimen			Espécimen		
		E - 01	E - 02	E - 03	E - 01	E - 02	E - 03
Masa del Molde	gr	1636	1636	1636	1636	1636	1636
Volumen del Molde	m ³	0.002838	0.002838	0.002838	0.002838	0.002838	0.002838
Masa del Molde + Muestra	gr	5523	5554	5595	5866	5898	5980
Masa de la Muestra	gr	3887	3918	3959	4230	4262	4344
Densidad aparente	Kg/m ³	1370	1381	1395	1490	1502	1531
Densidad aparente Promedio	Kg/m ³	1382			1508		

Densidad Relat. (Gravedad específica) OD	2.64
% de Vacíos - muestra Suelta	47.5%
% de Vacíos - muestra Consolidada	42.7%

Método utilizado en la Consolidación de la Muestra:

RODDING (VARILLADO)

Este Informe de Resultados solo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES: Se determinó el volumen en frecuencias que no excedan los doce meses, o cuando haya razones para cuestionar la precisión de la capacidad volumétrica del molde.

Realizado: Tec. Roy S.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.

SILVER GEOTEC S.A.C.
Geotecnia Geofísica
Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimento

Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.T. N° 20-4382

REC: 20601685524
[Pág. 12]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004588-2018/DSD



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nuevas N° 12-152 Chilca, Huancaayo
 Telf.: 064-046060 / 2555553-4
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE DISEÑO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
07-02-23	10-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	TESIS: "EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO: UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ENSAYOS Y CÁLCULOS REALIZADOS: - ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18 - ACI PRC-211.1-91: PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL, PESADO Y MASIVO (REAPROBADO EN 2009).
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD: Agregados en Uso : Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m. Cemento en Uso : Andino Tipo I Cantera en Estudio : Depósito de Azapampa Coordenadas UTM : E 479394 6 N 8662167 Aditivos en Uso : Sin Aditivo	

DISEÑO DE MEZCLAS USANDO EL MÉTODO ACI 211.1-91			
MUESTRA: CONCRETO CONVENCIONAL			
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la Compresión especificada del Concreto.	$f'c =$	280	Kg/cm ²
Resistencia promedio a la compresión del Concreto.	$f'cr =$	367	Kg/cm ² Según E.060 Tabla 5.3 ($f'cr = f'c + 87 \text{ kg/cm}^2$)
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
Agregado Fino		Agregado Grueso	
Peso Específico (SSD)	2.60	Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Absorción	2.1 %	Peso Seco Compactado	1508 Kg/m ³
Contenido de Humedad	2.0 %	Peso Específico (SSD)	2.66
Módulo de Finura	2.65	Absorción	1.0 %
		Contenido de Humedad	0.75 %
Cemento		Aditivo	
Tipo de Cemento a Usar	Andino Tipo I	Tipo de Aditivo	---
Peso Específico	3.15	Marca del Aditivo	---
		Densidad	---
		Dosificación	---
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del Asentamiento (Slump)		Tipo de Consistencia Asentamiento	Fluida 6" a 7"
Contenido de Aire a Considerar		Concreto Sin Aire Incorporado	2.50 %
Volumen Unitario de Agua			214 Lt/m ³
Relación Agua / Cemento			0.47
		Factor Cemento	455 Kg/m ³
		Factor Cemento	10.7 Bolsas
Estimación del Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso Seco Compactado por Unidad de Volumen del Concreto :		0.54
	Peso del Agregado Grueso :		808 Kg/m ³
Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Materiales		Cemento	0.145 m ³
		Agua	0.214 m ³
		Aire	0.025 m ³
		Agregado Grueso	0.303 m ³
		Suma de Volúmenes	0.687 m ³
Estimación del Contenido de Agregado Fino	Volúmen Absoluto del Agregado Fino		0.313 m ³
	Peso Seco del Agregado Fino		813 Kg/m ³
Cantidad de Materiales a ser empleados como Valores de Diseño por m ³		Cemento	455 Kg/m ³
		Agua	214 Lt/m ³
		Agregado Fino Seco	813 Kg/m ³
		Agregado Grueso Seco	808 Kg/m ³
Cantidad de Materiales en Peso que se emplea en una Tanda de una Bolsa de Cemento:		Cemento	42.5 Kg/bolsa
		Agua	20.0 Lt/bolsa
		Agregado Fino Seco	75.9 Kg/bolsa
		Agregado Grueso Seco	75.4 Kg/bolsa

Este Informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. D.

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/D00



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685924
 [Pág. 13]



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elío, Lima
 Psje. Nunes N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Telf: 94-4046089 / 955505544
 Correo: silvergeosac@gmail.com

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRAS	FECHA DE DISEÑO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
07-02-23	10-02-23	M-01	SG. N°035/2023

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESIS:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO : CHILCA
 PROVINCIA : HUANCAYO
 DEPARTAMENTO : JUNÍN

ENSAYOS Y CÁLCULOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGÚN ASTM C33/C33M-18
- ACI PRC-211.1-91: PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL, PESADO Y MASIVO

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Agregados en Uso : Agregado Grueso y Agregado Fino Profundidad : 0.00 m. Altitud (Cota) : 3,213.00 m.s.n.m.
 Cemento en Uso : Andino Tipo I Cantera en Estudio : Depósito de Azapampa Coordenadas UTM : E. 479394.6 N. 8662167
 Aditivos en Uso : Sin Aditivo

Este informe de Resultados sólo afecta a los materiales o elementos sometidos a ensayo y no deberá reproducirse total y/o parcialmente sin la aprobación por escrito del LABORATORIO

Proporción de los materiales sin ser corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	1	Bolsa
	Agua	19.98	Lt/bolsa
	Agregado Fino Seco	1.79	
	Agregado Grueso Seco	1.78	
Corrección por Humedad de los Agregados			
Contenido de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	2.0	%
	Agregado Grueso	0.745	%
Peso Húmedo de los Agregados	Agregado Fino	829	Kg/m ³
	Agregado Grueso	814	Kg/m ³
Humedad Superficial de los Agregados	Agregado Fino	-0.1	%
	Agregado Grueso	-0.3	%
Aporte de Humedad de los Agregados	Agregado Fino	-0.7	Lt/m ³
	Agregado Grueso	-2.0	Lt/m ³
	Aporte Total	-2.7	Lt/m ³
Agua Efectiva	Agua Efectiva	217	Lt/m ³
Relación Agua / Cemento de Diseño		0.47	
Peso de los materiales corregidos por humedad a ser emplados en las mezclas de prueba por m ³ .	Cemento	455	Kg/m ³
	Agua Efectiva	217	Lt/m ³
	Agregado Fino Húmedo	829	Kg/m ³
	Agregado Grueso Húmedo	814	Kg/m ³
Relación Agua / Cemento Efectiva		0.48	
Cantidad de materiales corregidos por humedad que se necesitan en una tanda de una bolsa de Cemento.	Cemento	42.5	Kg/bolsa
	Agua Efectiva	20.2	Lt/bolsa
	Agregado Fino Húmedo	77.4	Kg/bolsa
	Agregado Grueso Húmedo	76.0	Kg/bolsa
Proporción en peso de los materiales corregidos por Humedad del Agregado	Cemento	1	
Proporción por Bolsa de Cemento: C / AGUA / AF / AG /	Agua Efectiva	20.2	Lt/bolsa
	Agregado Fino Húmedo	1.82	
	Agregado Grueso Húmedo	1.79	
		1	

OBSERVACIONES:

Realizado: Tec. Roy S. R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.



Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352

RUC: 20601685524
 [Pág. 14]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004588-2018/DSD



J. Angel Fernandez Gutierrez N° 2809 Int. 104 Urb. Elv. Lima
 Pasaje Norte N° 02-52 Chila, Huancayo
 Telef. 08420021 / 964048905 / 925320384
 Correo: admin@silvergeo.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISION INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
11-02-2023	15-04-2023	CF-01	SG.N°142/2022

SOLICITANTE: LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

UBICACION DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo: Optimo de reemplazo de vidrio
 Tipo Ensayo: Ensayos en concreto fresco
 Metodo de Muestreo: Muestreo en Laboratorio

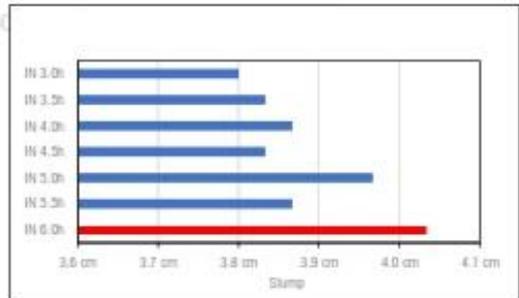
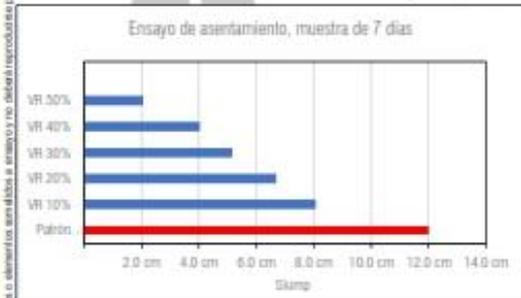
REFERENCIAS NORMATIVAS:
 Ensayo para la medición del asentamiento del concreto según norma ASTM C 143
 Ensayo para determinar el contenido de aire según norma ASTM C 138

Asentamiento de Óptimo de reemplazo de vidrio

N	Descripción de muestra	Código	M-01	M-02	M-03	Promedio
1	Patrón 0%	Patrón 0%	12.0 cm	11.9 cm	12.1 cm	12.0 cm
2	Reemplazo de vidrio en 10%	VR 10%	8.0 cm	8.3 cm	7.9 cm	8.1 cm
3	Reemplazo de vidrio en 20%	VR 20%	6.0 cm	6.6 cm	6.6 cm	6.7 cm
4	Reemplazo de vidrio en 30%	VR 30%	5.1 cm	5.2 cm	5.2 cm	5.2 cm
5	Reemplazo de vidrio en 40%	VR 40%	3.8 cm	4.2 cm	4.1 cm	4.0 cm
6	Reemplazo de vidrio en 50%	VR 50%	2.0 cm	1.9 cm	2.3 cm	2.1 cm

Asentamiento de Tiempo de Inmersión Idónea de VR-40%

N	Descripción de muestra	Código	M-01	M-02	M-03	Promedio
1	Curado por Inmersión a 6.0h	IN 6.0h	4.3 cm	3.9 cm	4.2 cm	4.1 cm
2	Curado por Inmersión a 5.5h	IN 5.5h	3.6 cm	4.0 cm	4.3 cm	4.0 cm
3	Curado por Inmersión a 5.0h	IN 5.0h	3.7 cm	4.1 cm	3.7 cm	3.8 cm
4	Curado por Inmersión a 4.5h	IN 4.5h	3.6 cm	4.0 cm	4.3 cm	4.0 cm
5	Curado por Inmersión a 4.0h	IN 4.0h	4.2 cm	3.8 cm	3.8 cm	3.9 cm
6	Curado por Inmersión a 3.5h	IN 3.5h	3.8 cm	4.1 cm	4.0 cm	4.0 cm
7	Curado por Inmersión a 3.0h	IN 3.0h	3.8 cm	3.9 cm	4.0 cm	3.9 cm

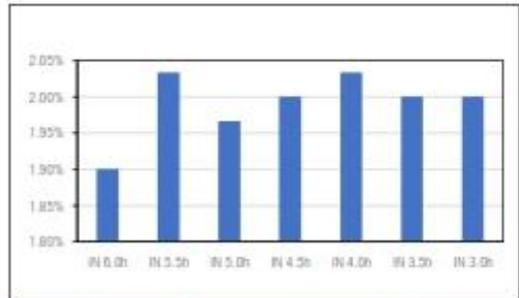


Contenido de aire para Óptimo de reemplazo de vidrio

N	Descripción de muestra	Código	M-01	M-02	M-03	Promedio
1	Curado por Inmersión a 6.0h	IN 6.0h	2.0%	2.2%	1.9%	2.0%
2	Curado por Inmersión a 5.5h	IN 5.5h	1.9%	1.9%	2.0%	1.9%
3	Curado por Inmersión a 5.0h	IN 5.0h	2.2%	2.1%	1.9%	2.1%
4	Curado por Inmersión a 4.5h	IN 4.5h	2.0%	2.2%	2.1%	2.1%
5	Curado por Inmersión a 4.0h	IN 4.0h	2.3%	1.9%	2.2%	2.1%
6	Curado por Inmersión a 3.5h	IN 3.5h	2.1%	2.1%	2.0%	2.1%
7	Curado por Inmersión a 3.0h	IN 3.0h	1.9%	2.1%	1.8%	1.9%

Contenido de aire de Tiempo de Inmersión Idónea VR-40%

N	Descripción de muestra	Código	M-01	M-02	M-03	Promedio
1	Curado por Inmersión a 6.0h	IN 6.0h	1.9%	1.8%	2.0%	1.9%
2	Curado por Inmersión a 5.5h	IN 5.5h	2.2%	2.0%	1.9%	2.0%
3	Curado por Inmersión a 5.0h	IN 5.0h	2.0%	1.9%	2.0%	2.0%
4	Curado por Inmersión a 4.5h	IN 4.5h	1.8%	2.3%	1.9%	2.0%
5	Curado por Inmersión a 4.0h	IN 4.0h	2.0%	2.3%	1.8%	2.0%
6	Curado por Inmersión a 3.5h	IN 3.5h	2.2%	2.0%	1.8%	2.0%
7	Curado por Inmersión a 3.0h	IN 3.0h	1.8%	1.9%	2.3%	2.0%



Nota: La sustitución del agregado resultó en una disminución significativa de la trabajabilidad. Esto se debe a que las partículas de vidrio tienen formas geométricas más redondas e irregulares que las partículas de arena.

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004585-2018/050

SILVER GEO SAC.
 Ingeniería de Suelos y Geotecnia
 Ing. Civil Johnny R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.U.P. N° 2043382

RUC: 2080168524
 [Pg. 41]

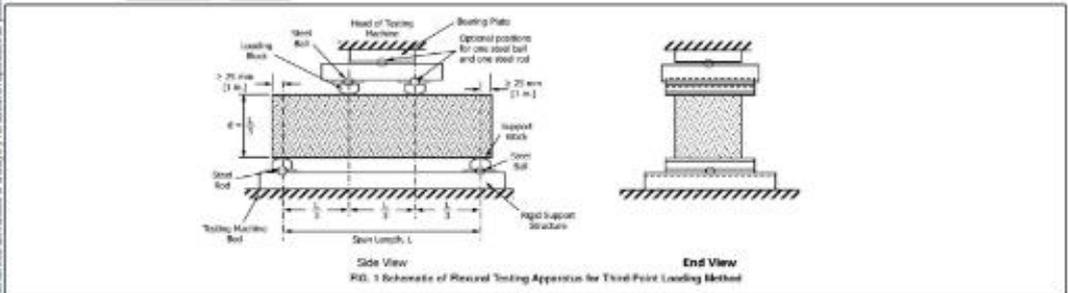
FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-02-2023	15-04-2023	Patrón 0%	SG.N°142/2023

SOLICITANTE:	TESIS:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C 78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	

Identificación Ensayo : Óptimo de remplazo de vidrio
 Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 7 días
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Metodo de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (Alpa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-01_01	11-02-23	18-02-23	7 días	150 mm	480 mm	22.80 kN	3.21	32.78	Tercio medio	Patrón f _c = 280kg/cm ²
2	FE-01_02	11-02-23	18-02-23	7 días	150 mm	480 mm	23.10 kN	3.23	33.50	Tercio medio	Patrón f _c = 280kg/cm ²
3	FE-01_03	11-02-23	18-02-23	7 días	150 mm	480 mm	22.50 kN	3.13	31.91	Tercio medio	Patrón f _c = 280kg/cm ²
							22.57 kN	3.21	32.73		



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C 192/C 192M-15 por personal técnico capacitado.
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante FIZLIAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-10

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johnny R. O.


 Ing. Ovidio R. RAYMONDI OLIVERA
 C.U.P. N° 201352

RUC: 20601680524
 [Pag. 15]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISION INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
11-03-2023	15-04-2023	Patrón 0%	SG.N°142/2022

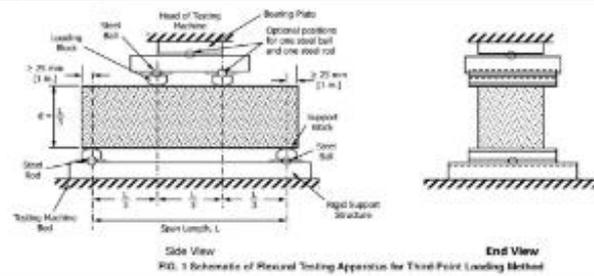
SOLICITANTE:	TESIS:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especimenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	

Identificación Ensayo : Optimo de reemplazo de vidrio
 Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especimenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (kN)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de diseño
1	FE-02-01	11-02-23	11-03-23	28 días	150 mm	480 mm	27.77 kN	3.95	40.27	Tercio medio	Patrón f _c = 280kg/cm²
2	FE-02-02	11-02-23	11-03-23	28 días	150 mm	480 mm	25.58 kN	3.64	37.19	Tercio medio	Patrón f _c = 280kg/cm²
3	FE-02-03	11-02-23	11-03-23	28 días	150 mm	480 mm	26.80 kN	3.70	37.71	Tercio medio	Patrón f _c = 280kg/cm²
							26.45 kN	3.76	38.36		

El presente informe de resultados solo aplica a los resultados o comentarios emitidos a ensayos y no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación escrita del LABORATORIO



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINDAR LTDA, modelo PC-42, serie 437 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:	
Realizado: Sach Denis Y.R. Revisado: Ing. Johnny R. D.	 Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA C.U.P. N° 2011352 RUC: 20601685024 [Pag. 16]

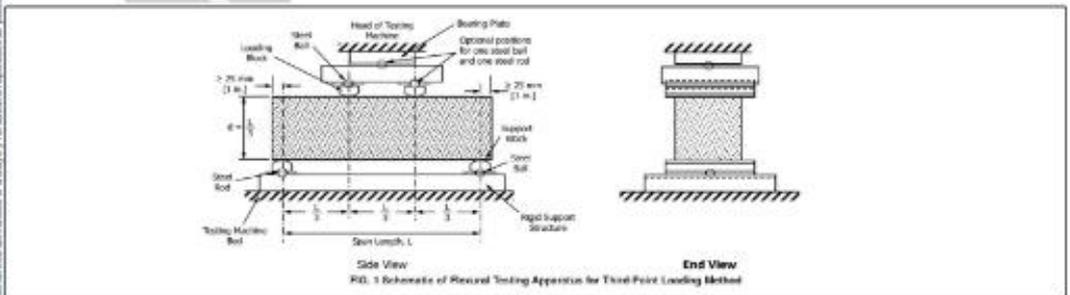
FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISION INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
18-02-2023	15-04-2023	VR 10%	SG.N°142/2023

SOLICITANTE:	TESIS:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especimenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	

Identificación Ensayo : Optimo de reemplazo de vidrio
 Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 460 mm de longitud a los 7 días
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Metodo de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especimenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (Alpa)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-03 01	11-02-23	18-02-23	7 días	150 mm	460 mm	23.20 kN	3.30	33.05	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 10% f'c= 280kg/cm ²
2	FE-03 02	11-02-23	18-02-23	7 días	150 mm	460 mm	27.85 kN	3.22	32.85	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 10% f'c= 280kg/cm ²
3	FE-03 03	11-02-23	18-02-23	7 días	150 mm	460 mm	24.15 kN	3.43	33.02	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 10% f'c= 280kg/cm ²
							25.33 kN	3.32	33.84		



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C 192/C 192M-15 por personal técnico capacitado.
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante FANZIAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-10

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johny R. O.


 SILVER GEO SAC
 Laboratorio de Ensayos de Materiales y Suelos
 Ing. Ovidio R. RAYMUNDO OLIVERA
 C.U.P. N° 201352

RUC: 20601680524
 [Pag. 17]

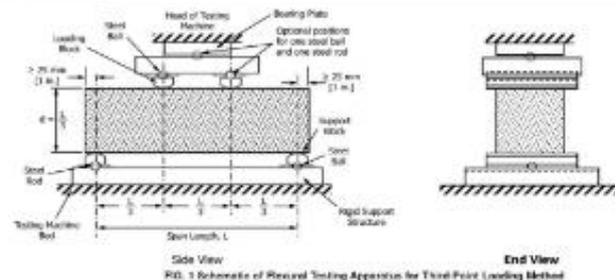
FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISION INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
11-03-2023	15-04-2023	VR 10%	SG.N°035/2022

SOLICITANTE:	TESIS:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:	

Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio
 Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 28 días
 Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
 Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de diseño
1	FE-04_01	11-02-23	11-03-23	28 días	150 mm	480 mm	26.20 kN	3.95	40.61	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 10% f'c=280kg/cm²
2	FE-04_02	11-02-23	11-03-23	28 días	150 mm	480 mm	27.26 kN	3.88	39.56	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 10% f'c=280kg/cm²
3	FE-04_03	11-02-23	11-03-23	28 días	150 mm	480 mm	27.85 kN	3.85	39.25	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 10% f'c=280kg/cm²
							27.44 kN	3.90	39.80		



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PINQUAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
 Revisado: Ing. Johny R. O.


Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA
 C.U.P. N° 201352

RUC: 20601685524
[Pág. 18]

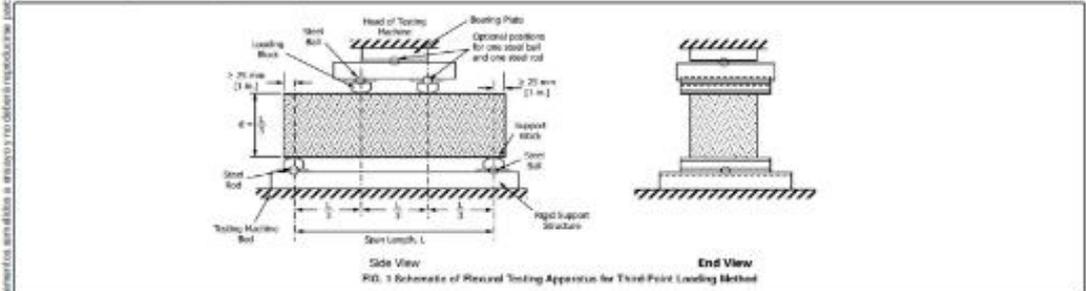
FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20-02-2023	15-04-2023	VR 20%	SG.N°035/2022

SOLICITANTE:	TESIS:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 7 días Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y cubotda en Laboratorio Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (Mpa)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de diseño
1	FE-05 01	13-02-23	29-02-23	7 días	150 mm	400 mm	23.70 kN	3.37	34.37	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 20% f _c =280kg/cm²
2	FE-05 02	13-02-23	29-02-23	7 días	150 mm	400 mm	23.24 kN	3.31	33.70	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 20% f _c =280kg/cm²
3	FE-05 03	13-02-23	29-02-23	7 días	150 mm	400 mm	24.15 kN	3.43	35.02	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 20% f _c =280kg/cm²
							23.70 kN	3.37	34.37		



- NOTAS:**
- 1) Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 KN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach. Denis Y.R.
Revisado: Ing. Johnny R. O.


Ing. Denis Y.R. RAYMONDO OLIVERA
 C.S.P. N° 204352

RUC: 20601682524
(Pag. 13)

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
13-03-2023	15-04-2023	VR 20%	S.G. N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

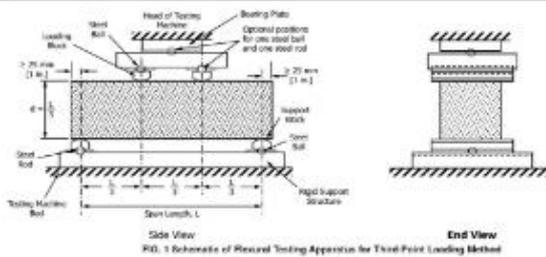
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 450 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-06-01	13-02-23	13-03-23	28 días	150 mm	450 mm	28.26 kN	4.04	41.16	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 20% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-06-02	13-02-23	13-03-23	28 días	150 mm	450 mm	27.94 kN	3.97	40.52	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 20% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-06-03	13-02-23	13-03-23	28 días	150 mm	450 mm	28.45 kN	4.05	41.26	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 20% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
							38.20 kN	4.02	40.98		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en ensayos y no debe ser considerado como un comentario o recomendación de ingeniería por parte del Laboratorio.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C 192/C 192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20610485024
[Pag. 20]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20-02-2023	15-04-2023	VR 30%	S.G.N° 035/2022

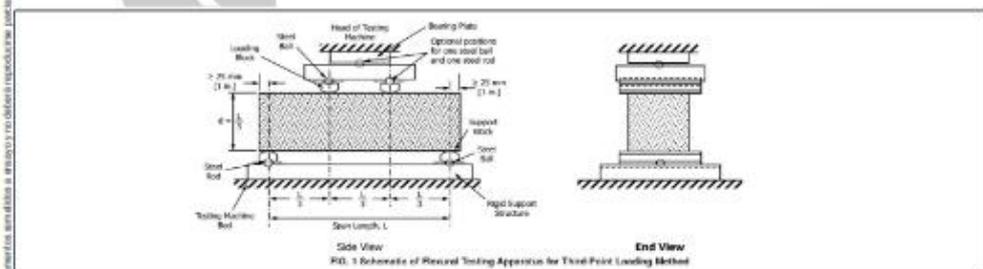
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-07-01	13-02-23	20-02-23	7 días	150 mm	480 mm	23.16 kN	3.35	34.20	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 30% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-07-02	13-02-23	20-02-23	7 días	150 mm	480 mm	24.40 kN	3.47	33.39	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 30% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-07-03	13-02-23	20-02-23	7 días	150 mm	480 mm	24.29 kN	3.45	33.14	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 30% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
							34.07 kN	3.42	34.91		

Ingeniería Consultoria Tecnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en el presente informe de laboratorio.

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.


Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20610485024
[Pag. 21]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
13-03-2023	15-04-2023	VR 30%	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESIS:

"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

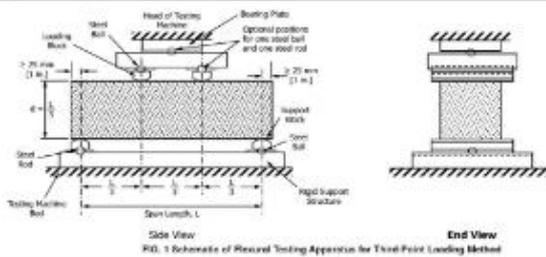
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-08-01	13-02-23	13-03-23	28 días	150 mm	480 mm	28.58 kN	4.05	41.59	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 30% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-08-02	13-02-23	13-03-23	28 días	150 mm	480 mm	28.80 kN	4.10	41.77	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 30% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-08-03	13-02-23	13-03-23	28 días	150 mm	480 mm	29.19 kN	4.14	42.25	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 30% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
							28.87 kN	4.11	41.87		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en ensayos y no debe ser considerado un documento independiente de los resultados obtenidos en el laboratorio de ensayos.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 22]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
21-02-2023	15-04-2023	VR 40%	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

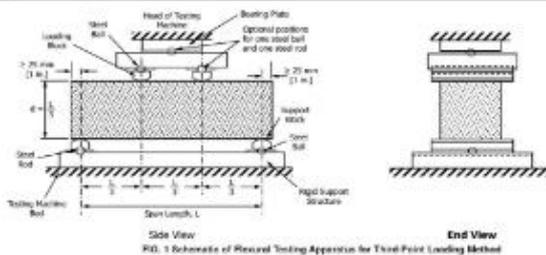
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-09-01	14-02-23	21-02-23	7 días	150 mm	480 mm	24.37 kN	3.47	35.34	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 40% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-09-02	14-02-23	21-02-23	7 días	150 mm	480 mm	24.22 kN	3.44	35.13	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 40% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-09-03	14-02-23	21-02-23	7 días	150 mm	480 mm	24.80 kN	3.41	34.81	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 40% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
							34.20 kN	3.44	35.00		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en ensayos y no debe ser considerado como un comentario o recomendación de ingeniería por parte del Laboratorio.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C 192/C 192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Geotecnia
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20610485024
[Pag. 23]

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004586-2018/DSD

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
14-03-2023	15-04-2023	VR 40%	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

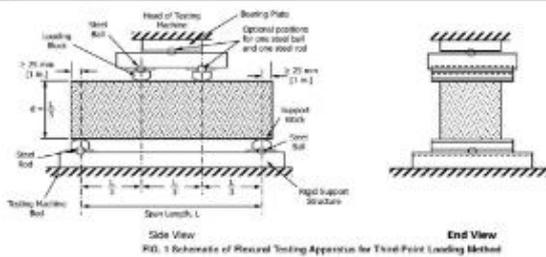
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-10_01	14-02-23	14-03-23	28 días	150 mm	480 mm	29.40 kN	4.15	42.64	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 40% Fc=280kg/cm²
2	FE-10_02	14-02-23	14-03-23	28 días	150 mm	480 mm	29.89 kN	4.22	43.06	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 40% Fc=280kg/cm²
3	FE-10_03	14-02-23	14-03-23	28 días	150 mm	480 mm	29.14 kN	4.14	42.26	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 40% Fc=280kg/cm²
							29.41 kN	4.18	42.65		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los datos de los ensayos y no debe ser utilizado para otros fines. Reservados todos los derechos por el Laboratorio Silver Geo Sac.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20610485024
[Pag. 24]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
21-02-2023	15-04-2023	VR 90%	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

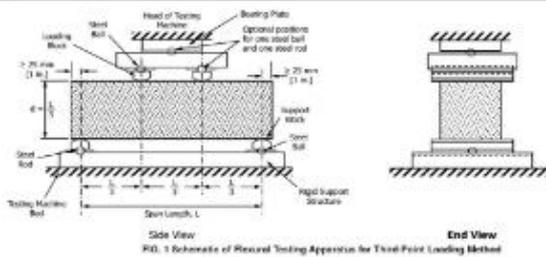
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-11 01	14-02-23	21-02-23	7 días	150 mm	480 mm	23.77 kN	3.35	34.47	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 50% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-11 02	14-02-23	21-02-23	7 días	150 mm	480 mm	24.86 kN	3.42	34.92	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 50% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-11 03	14-02-23	21-02-23	7 días	150 mm	480 mm	25.41 kN	3.33	33.95	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 50% $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
							23.75 kN	3.38	34.45		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en ensayos y no debe ser considerado un comentario o recomendación de ingeniería. LABORAT. CHILCA



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 2013352

RUC: 20601685024
[Pag. 25]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
14-03-2023	15-04-2023	VR 90%	S.G. N° 035/2022

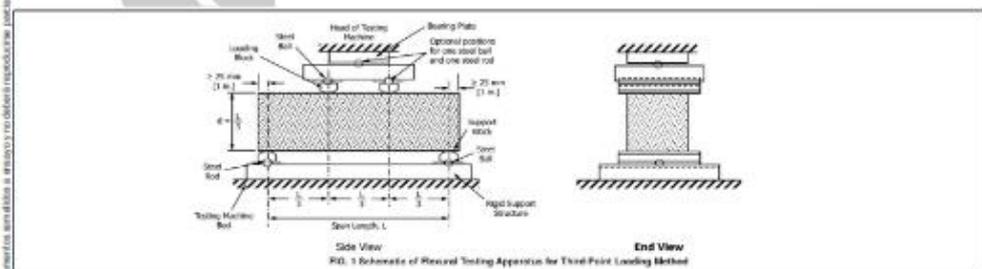
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIDRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Óptimo de reemplazo de vidrio Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-12-01	14-02-23	14-03-23	28 días	150 mm	480 mm	27.71 kN	3.34	40.15	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 50% Fc=280kg/cm²
2	FE-12-02	14-02-23	14-03-23	28 días	150 mm	480 mm	27.46 kN	3.31	39.82	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 50% Fc=280kg/cm²
3	FE-12-03	14-02-23	14-03-23	28 días	150 mm	480 mm	28.56 kN	4.00	41.45	Tercio medio	Reemplazo de vidrio en 50% Fc=280kg/cm²
							27.52 kN	3.97	40.49		

Ingeniería Consultoría Técnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en el presente informe de laboratorio. Cualquier otro uso de este informe de resultados sin el consentimiento escrito de Silver Geo Sac es prohibido.

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.


Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20610485024
[Pag. 26]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23-03-2023	15-04-2023	IN 3.0h	S.G.N° 035/2022

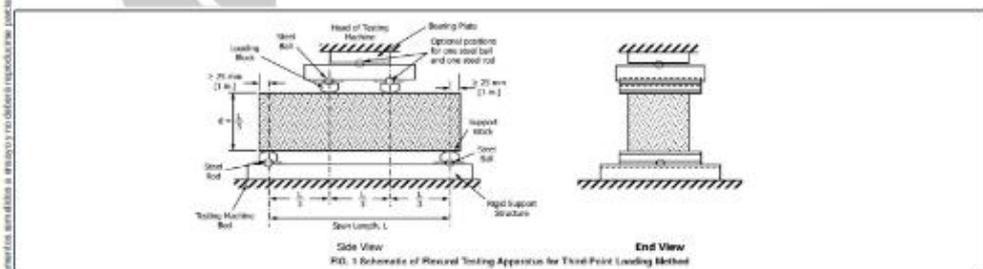
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-13-01	16-03-23	23-03-23	7 días	150 mm	480 mm	28.20 kN	4.10	41.85	Tercio medio	Curado por inmersión de 6.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-13-02	16-03-23	23-03-23	7 días	150 mm	480 mm	29.20 kN	4.15	42.35	Tercio medio	Curado por inmersión de 6.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-13-03	16-03-23	23-03-23	7 días	150 mm	480 mm	28.40 kN	4.04	41.19	Tercio medio	Curado por inmersión de 6.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							38.82 kN	4.10	41.80		

Ingeniería Consultoría Técnica



--

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Ingeniería Consultoría Técnica y Pavimentos
Ing. Civil **Johny R. RAYMONDO OLIVERA**
C.I.P. N° 2013352

RUC: 20601685024
[Pag. 27]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
13-04-2023	15-04-2023	IN 3.0h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIGOR RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

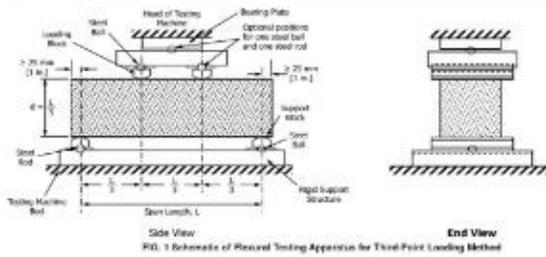
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-14_01	16-03-23	13-04-23	28 días	150 mm	480 mm	32.30 kN	4.35	46.84	Tercio medio	Curado por inmersión de 6.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-14_02	16-03-23	13-04-23	28 días	150 mm	480 mm	31.80 kN	4.32	46.12	Tercio medio	Curado por inmersión de 6.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-14_03	16-03-23	13-04-23	28 días	150 mm	480 mm	32.36 kN	4.60	46.93	Tercio medio	Curado por inmersión de 6.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							32.15 kN	4.57	46.63		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en ensayos y no debe ser considerado como un documento de asesoramiento por parte del Laboratorio.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
(Pag. 28)

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
23-03-2023	15-04-2023	IN 3.5h	S.G.N° 035/2022

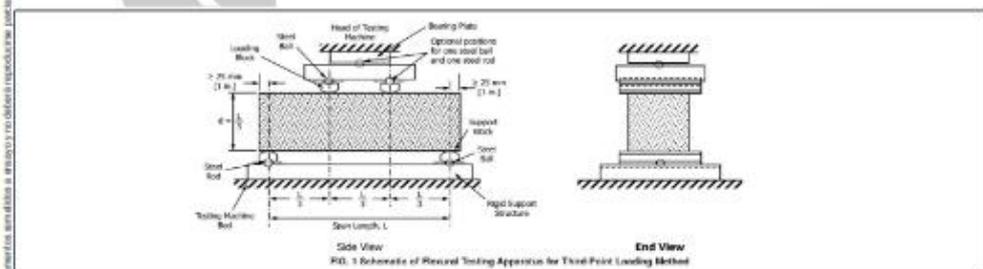
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-15_01	16-03-23	23-03-23	7 días	150 mm	480 mm	28.30 kN	4.11	41.91	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-15_02	16-03-23	23-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.10 kN	4.28	43.03	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-15_03	16-03-23	23-03-23	7 días	150 mm	480 mm	28.35 kN	4.03	41.09	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							29.11 kN	4.14	42.22		

Ingeniería Consultoría Técnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en el presente informe de laboratorio.

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

CONCLUSIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.	 <p>SILVER GEO SAC Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos</p> <p>Ing. Civil Jairo R. RAYMONDO OLIVERA C.I.P. N° 201352</p>	<p>RUC: 20601685024 [Pag. 29]</p>
Revisado: Ing. Johnny R. D.		

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 004586-2018/DSD

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
13-04-2023	15-04-2023	IN 3.5h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

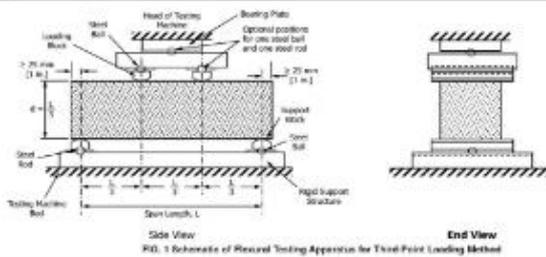
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-16-01	16-03-23	13-04-23	28 días	150 mm	480 mm	37.80 kN	4.52	46.12	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-16-02	16-03-23	13-04-23	28 días	150 mm	480 mm	32.87 kN	4.67	47.67	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-16-03	16-03-23	13-04-23	28 días	150 mm	480 mm	35.56 kN	4.63	47.29	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							32.41 kN	4.61	47.00		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos en ensayos y no debe ser utilizado para otros fines. Reservados todos los derechos. LABORAT. CHILCA



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.U.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 30]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24-03-2023	15-04-2023	IN 4 0h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIGOR RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

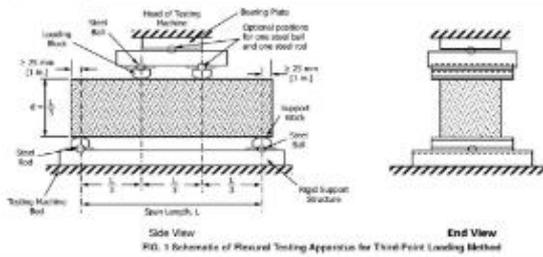
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-17-01	17-03-23	24-03-23	7 días	150 mm	480 mm	29.24 kN	4.24	43.28	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-17-02	17-03-23	24-03-23	7 días	150 mm	480 mm	29.78 kN	4.24	43.19	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-17-03	17-03-23	24-03-23	7 días	150 mm	480 mm	28.50 kN	4.11	41.96	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							29.51 kN	4.20	42.79		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los datos de identificación suministrados por el solicitante al Laboratorio Silver Geo Sac.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 31]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
14-04-2023	15-04-2023	IN 4 0h	S.G.N° 035/2022

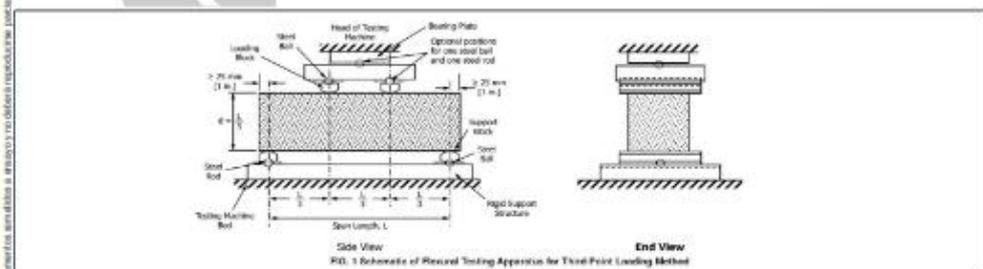
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VRS-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-18_01	17-03-23	14-04-23	28 días	150 mm	480 mm	33.25 kN	4.71	47.95	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-18_02	17-03-23	14-04-23	28 días	150 mm	480 mm	33.11 kN	4.71	48.02	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-18_03	17-03-23	14-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.10 kN	4.85	49.45	Tercio medio	Curado por inmersión de 5.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							33.43 kN	4.75	48.48		

Ingeniería Consultoría Técnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en este informe por el laboratorio LABORAT CHILCA

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.


 Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 32]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
24-03-2023	15-04-2023	IN 4.5h	S.G.N° 035/2022

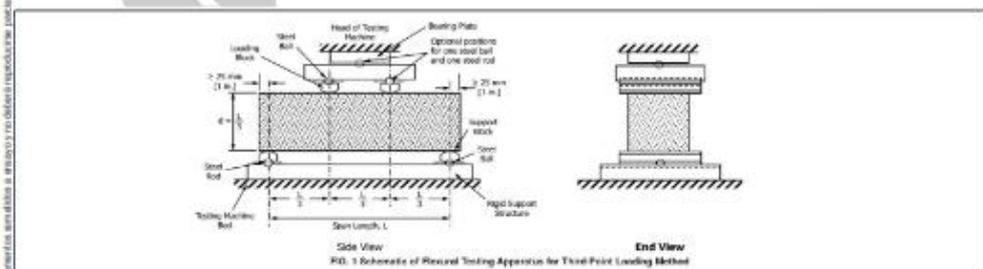
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACIÓN DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNÍN	ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VRS-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-19_01	17-03-23	24-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.22 kN	4.30	43.83	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-19_02	17-03-23	24-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.46 kN	4.33	44.18	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-19_03	17-03-23	24-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.30 kN	4.31	43.94	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							30.33 kN	4.31	43.98		

Ingeniería Consultoría Técnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en el presente informe de laboratorio.

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C 192/C 192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

CONCLUSIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Ingeniería Consultoría Técnica y Pavimentos
Ing. Civil **José R. RAYMUNDO OLIVERA**
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 33]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
14-04-2023	15-04-2023	IN 4.5h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C 192/C 192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

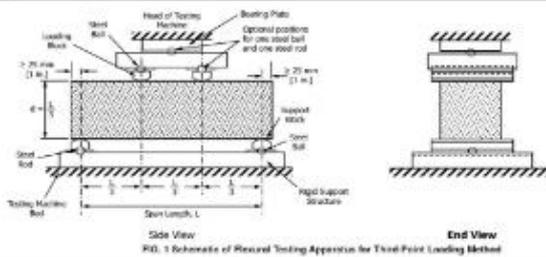
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C 192/C 192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-20 01	17-03-23	14-04-23	28 días	150 mm	480 mm	33.77 kN	4.80	48.98	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-20 02	17-03-23	14-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.80 kN	4.84	49.31	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-20 03	17-03-23	14-04-23	28 días	150 mm	480 mm	35.55 kN	4.77	48.98	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							33.77 kN	4.80	48.98		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los datos de producción declarados en el formulario LABORAT 0103



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C 192/C 192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMUNDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 34]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
25-03-2023	15-04-2023	IN 3.0h	S.G.N° 035/2022

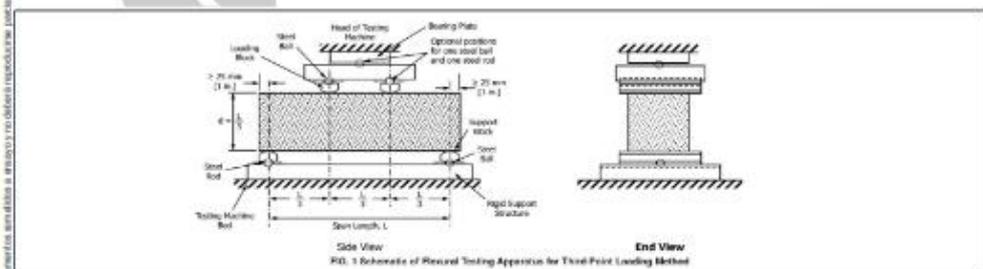
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VRS-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-21-01	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.66 kN	4.36	64.47	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-21-02	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.82 kN	4.38	64.70	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-21-03	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.40 kN	4.32	64.09	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							30.63 kN	4.36	64.42		

Ingeniería Consultoría Técnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en este informe por el laboratorio LABORAT CHILCA

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.


Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 35]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-04-2023	15-04-2023	IN 3.0h	S.G.N°035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TESES:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIGORIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

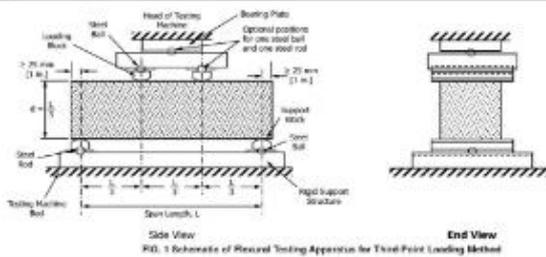
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-22-01	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.45 kN	4.31	50.02	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-22-02	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	33.40 kN	4.73	48.44	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-22-03	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	35.86 kN	4.82	49.11	Tercio medio	Curado por inmersión de 4.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							33.52 kN	4.82	48.19		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en este informe por el laboratorio LABORAT CHILCA



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil Jairo R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 30]

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
25-03-2023	15-04-2023	IN 3.5h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

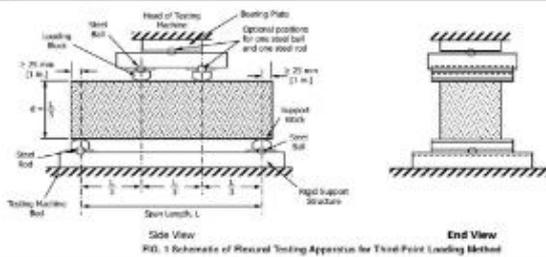
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-23-01	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.55 kN	4.34	44.31	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-23-02	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.88 kN	4.39	44.78	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-23-03	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.50 kN	4.40	44.98	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							30.30 kN	4.38	44.66		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los datos de identificación suministrados por el solicitante en el formulario LABORAT-010.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil **Jorge R. RAYMONDO OLIVERA**
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 37]

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

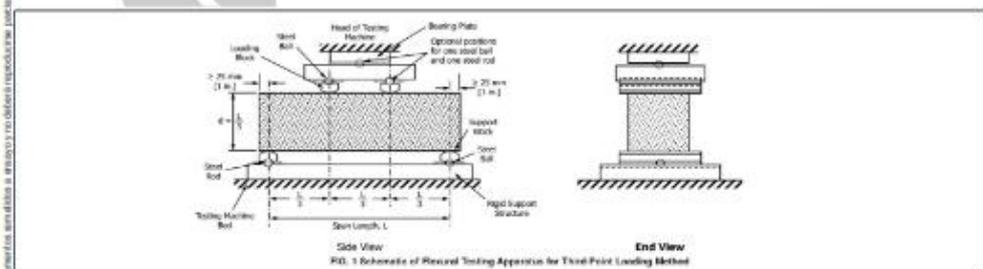
FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-04-2023	15-04-2023	IN 3.5h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-24-01	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	33.82 kN	4.81	49.05	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-24-02	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.80 kN	4.84	49.31	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-24-03	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.79 kN	4.84	50.37	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.5h $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							34.18 kN	4.86	49.58		



- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.



Ing. Celso R. RAYMONDO OLIVERA
C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
(Pag. 38)

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
25-03-2023	15-04-2023	IN 6.0h	S.G.N° 035/2022

SOLICITANTE:

LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY

TEMA:

"EL TIEMPO DE INMERSIÓN DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO : CHILCA
PROVINCIA : HUANCAYO
DEPARTAMENTO : JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

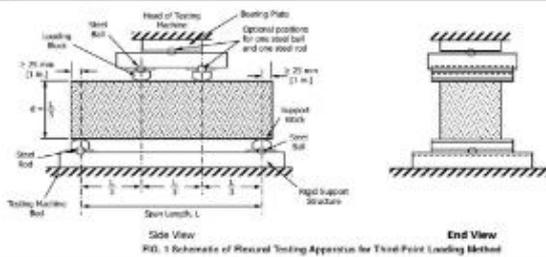
TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:

Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40%
Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 7 días
Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio
Método de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de diseño
1	FE-25 01	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	30.25 kN	4.35	44.80	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-25 02	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	31.10 kN	4.42	45.10	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-25 03	18-03-23	25-03-23	7 días	150 mm	480 mm	31.30 kN	4.45	45.39	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							31.10 kN	4.42	45.10		

Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en el presente informe de laboratorio.



NOTAS:

- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
- Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.

SILVER GEO SAC
Laboratorio de Ensayos de Materiales y Pavimentos
Ing. Civil **Jorge R. RAYMONDO OLIVERA**
(I.P. N° 201352)

RUC: 20601685024
(Pag. 39)

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FINAL DE ENSAYO	FECHA EMISIÓN INFORME	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
15-04-2023	15-04-2023	IN 6.0h	S.G.N° 035/2022

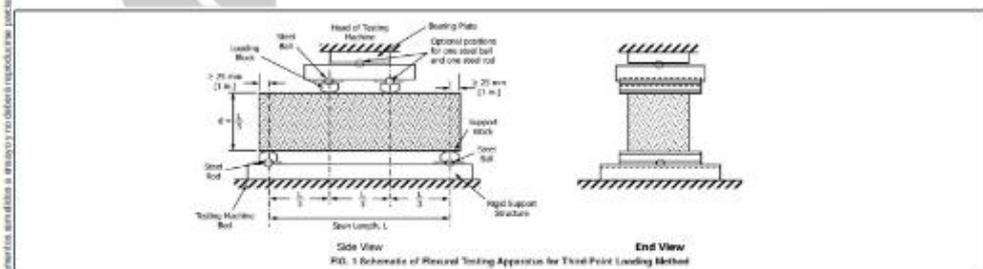
SOLICITANTE:	TEMA:
LIZ ANGELLA SANABRIA GARAY	"EL TIEMPO DE INMERSION DEL VIGRIO RECICLADO TRITURADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO EN LA CALIDAD DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"
UBICACION DEL PROYECTO:	REFERENCIAS NORMATIVAS:
UBICACION : LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. DISTRITO : CHILCA PROVINCIA : HUANCAYO DEPARTAMENTO : JUNIN	ASTM C192/C192M-15 Elaboración y curado / especímenes concreto (Laboratorio) ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS O ACTIVIDAD:
Identificación Ensayo : Tiempo de Inmersión idónea de VR-40% Tipo Ensayo : Flexión de vigas de concreto de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días Modalidad : Muestreo, curado, moldeo y custodia en Laboratorio Metodo de Muestreo : ASTM C192/C192M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18

N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo	Ancho y Alto Promedio	Longitud Promedio	Carga Máxima	Módulo de Rotura (N/m²)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Tipo de Estructura y Resistencia de Diseño
1	FE-26-01	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.33 kN	4.85	49.75	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
2	FE-26-02	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	33.70 kN	4.79	48.87	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
3	FE-26-03	18-03-23	15-04-23	28 días	150 mm	480 mm	34.52 kN	4.87	49.63	Tercio medio	Curado por inmersión de 3.0h. $f_c = 28 \text{ kg/cm}^2$
							34.08 kN	4.85	49.43		

Ingeniería Consultoría Técnica



Este informe de resultados solo aplica a los resultados obtenidos a través de los procedimientos descritos en el presente informe de laboratorio.

- NOTAS:**
- Las vigas han sido moldeadas en conformidad con la Norma ASTM C192/C192M-15 por personal técnico capacitado
 - Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica del fabricante PNUJAR LTDA, modelo PC-42, serie 457 con carga máxima de 1000 kN. Aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/seg en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-15

OBSERVACIONES:

Realizado: Bach Denis Y.R.
Revisado: Ing Johny R. D.


 Ing. Civil **Jorge R. RAYMONDO OLIVERA**
 C.I.P. N° 201352

RUC: 20601685024
[Pag. 40]

Certificados de calibración de equipos empleados en laboratorio



Jr. Ángel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 urb. Ello, Lima
 Psje. Nuñez N° 122-152 Chilca, Huancayo
 Celular: 964046688 / 955505584
 Teléfono Fijo: 064-212021
 Correo: silvergeosac@gmail.com

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN - EQUIPOS ELECTRONICOS

Ítem	Empresa Certificadora	Descripción	Procedencia	Marca	Modelo	Serie	Certificado de calibración	Fecha de Certificación	Fecha de Vencimiento
1	TEST & CONTROL	Balanza de precisión, AC 220V, clase III, capacidad de 30 kg, lectura mínima 1 g	USA	OHAUS	R31P30	8336130194	TC-09248-2022	09-06-22	09-06-23
1	TEST & CONTROL	Balanza de precisión, AC 220V, clase II, capacidad de 2 kg, lectura mínima 0.01 g	USA	OHAUS	PR2202/E	8935184778	TC-09249-2022	09-06-22	09-06-23
2	TEST & CONTROL	Horno eléctrico digital de 76 Litros, AC 220V, precisión ± 1 °C, rango de temperatura de 50 a 300 °C	CHINA	A&A INSTRUMENT	STHX-1A	16635	TC-09902-2022	10-06-22	10-06-23
4	METROLOGÍA Y TÉCNICAS S.A.C.	Máquina manual para Límite Líquido con contador de golpe (Cazuela Casagrande)	USA	FORNEY	LA-3715	1602	MT-IV-026-2021	13-12-21	13-12-22
5	TEST CONTROL S.A.C.	Prensa digital para ensayos de concreto a compresión y flexión con carga máxima a 1000 KN	COLOMBIA	PINZUAR	PC-42	457	TC-09901-2022	08-06-22	08-06-23




SILVER GEOTECH S.A.C.
 Geotécnica Geofísica
 Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos
 Ing. Civil Johnny RAYMONDO OLIVERA
 C.I.P. N° 204352



Certificado

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración
 En su sede ubicada en: Calle Condessa de Lemos N° 117 Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma:

NTP-ISO/IEC 17025 2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración.

Exhibiéndolo a estar Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación mencionada que se detalla en el DA, acr USP 21F que forma parte integral del presente certificado. Inclusive el número de registro indicado a continuación.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019
 Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023



ESTELA CONTRERAS JUGO
 Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 03 de junio de 2019

Código M: 725-2018-0001-DA
 Número N: 2018-0001-DA
 Registro R: 10208

El presente certificado es válido con el reconocimiento de validez de los resultados de ensayo y calibración emitidos por el laboratorio acreditado en el ámbito de competencia de calibración, de acuerdo a la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación. Inclusive el número de registro indicado a continuación.
 La Emisión, Actualización de Registro y Renovación de Registro de Acreditación de los Laboratorios de Ensayo y Calibración, Organismos (OAC) y Organismos de Acreditación de Registro de Ensayo y Calibración, Organismos (OAC)

Dirección de Acreditación - INACAL

Certificado de Calibración

TC - 09248 - 2022

Proforma : 11317A Fecha de emisión : 2022-06-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Pj Nuñez Nro. 122 Junin-Huancayo-Chilca

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : R31F30
N° de Serie : 8336130194
Capacidad Máxima : 30000 g
Resolución : 10 g
División de Verificación : 10 g
Clase de Exactitud : III
Capacidad Mínima : 200 g
Procedencia : CHINA
Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-06-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII", Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CPF: 0316

PGC-16-r09/Diciembre 2019/Rev.05

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

01) 262 9535
051) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-00555-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 2 kg Clase de Exactitud M2	TC-06242-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 5 kg Clase de Exactitud M2	TC-06243-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 10 kg Clase de Exactitud M2	TC-06244-2022 Abril 2022
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 20 kg Clase de Exactitud M2	TC-06809-2021 Julio 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15.2 °C	15.2 °C
Humedad Relativa	57 %	58 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	15 000	7	-2	1	30000	30 000	8	-3
2		15 000	5	0	2		30 000	8	-3
3		15 000	5	0	3		30 000	8	-3
4		15 000	6	-1	4		30 000	7	-2
5		15 000	6	-1	5		30 000	7	-2
6		15 000	5	0	6		30 000	8	-3
7		15 000	7	-2	7		30 000	8	-3
8		15 000	7	-2	8		30 000	7	-2
9		15 000	6	-1	9		30 000	8	-3
10		15 000	5	0	10		30 000	8	-3
Emax - Emin (g)					Emax - Emin (g)				
e.m.p. ± (g)					e.m.p. ± (g)				



Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

2	5
1	
3	4

Ensayo de excentricidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	58 %	58 %

N°	Carga (g)	Determinación de Eo			Carga (g)	Determinación del Error Corregido Ec			e.m.p. ± (g)
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	
1	100	100	6	1	10000	10 000	7	-2	-1
2		100	4	1		10 000	5	0	-1
3		100	7	-2		10 000	6	-1	1
4		100	7	2		10 000	6	-1	1
5		100	5	0		10 000	5	0	0

Ensayo de pesaje

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	58 %	57 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
100	100	6	-1						
200	200	7	-2	-1	200	6	-1	0	10
1 000	1 000	6	-1	0	1 000	7	-2	-1	10
5 000	5 000	6	-1	0	5 000	6	-1	0	10
7 000	7 000	4	1	2	7 000	5	0	1	20
10 000	10 000	5	0	1	10 000	6	-1	0	20
15 000	15 000	7	-2	-1	15 000	7	-2	-1	20
17 000	17 000	6	-1	0	17 000	7	-2	-1	20
20 000	20 000	7	-2	1	20 000	6	-1	0	20
25 000	25 000	7	-2	1	25 000	7	-2	-1	30
30 000	30 000	8	-4	-3	30 000	7	-3	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga incrementada Eo : Error en cero
e.m.p. : Error máximo permitido E : Error encontrado Ec : Error corregido

Lectura corregida e incertidumbre de la balanza

$$\text{Lectura Corregida} = R + 3,00 \times 10^{-6} \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{7,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 3,55 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 29 960 g para una carga de valor nominal 30000 g.

Incertidumbre

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del documento



Certificado de Calibración
TC - 09249 - 2022

Proforma : 11317A Fecha de emisión : 2022-06-09

Solicitante : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Pj. Nuñez Nro. 122 Junín Huancayo-Chilca

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : PR2202E
N° de Serie : B935184778
Capacidad Máxima : 2200 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 0,5 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : Laboratorio
Variación de ΔT Local : 5 °C
Fecha de Calibración : 2022-06-07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrónes según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SHM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemus N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Certificado de Calibración
TC - 09249 - 2022

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	PE21A-C-1070 Agosto 2021
Patrones de Referencia de LOJUSTO SAC	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	E107-L-209B-2021-1 Agosto 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajusto de Cero	Tiene	Escala	Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	16.2 °C	15.9 °C
Humedad Relativa	52 %	50 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 000,00	5	0		1	2 000,00	6	-1	
2	1 000,01	7	8		2	2 000,01	8	7	
3	1 000,01	7	8		3	2 000,00	4	1	
4	1 000,00	5	0		4	2 000,01	8	7	
5	1 000,00	6	-1		5	2 000,01	7	8	
6	1 000,00	4	1		6	2 000,00	5	0	
7	1 000,01	8	7		7	2 000,00	4	1	
8	1 000,00	4	1		8	2 000,01	8	7	
9	1 000,00	5	0		9	2 000,01	7	8	
10	1 000,01	7	8		10	2 000,00	4	1	
Emáx - Emin (mg)					Emáx - Emin (mg)				
error máximo permitido (smg)					error máximo permitido (smg)				



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 09902 - 2022

Proforma : 11317 Fecha de Emisión : 2022-06-10

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : P.J. NUÑEZ NRO. 122 JUNIN-HUANCAYO-CHILCA

EQUIPO : HORNO
Marca : A&A INSTRUMENTS
Modelo : STHX-1A
Número de Serie : 16835
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Circulación del aire : Ventilación natural
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-06-07

Instrumento de Medición del Equipo :			
	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	0 °C a 300 °C	0,1 °C
Selector	DIGITAL	0 °C a 300 °C	0,1 °C

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOP.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN			
	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	14,6 °C	56 %hr	221 V
Final	15 °C	51 %hr	221 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

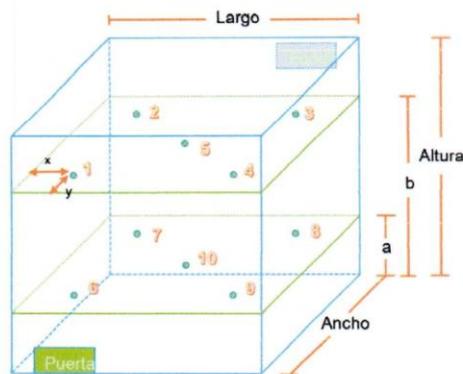
PGC-16-r11/Octubre 2021/Rev.01

Página : 1 de 6

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO



Largo : 60,0 cm a : 5,0 cm x : 6,0 cm
Ancho : 38,0 cm b : 34,0 cm y : 5,0 cm
Altura : 60,0 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.
El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ABREVIATURAS

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
l	: Indicación del termómetro del equipo.	T.prom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MÍN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

RESULTADOS DE MEDICIÓN (1ER PUNTO DE CALIBRACIÓN)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
115 °C ± 5 °C	115 °C	240 min	30%	MUESTRAS DE PIEDRA

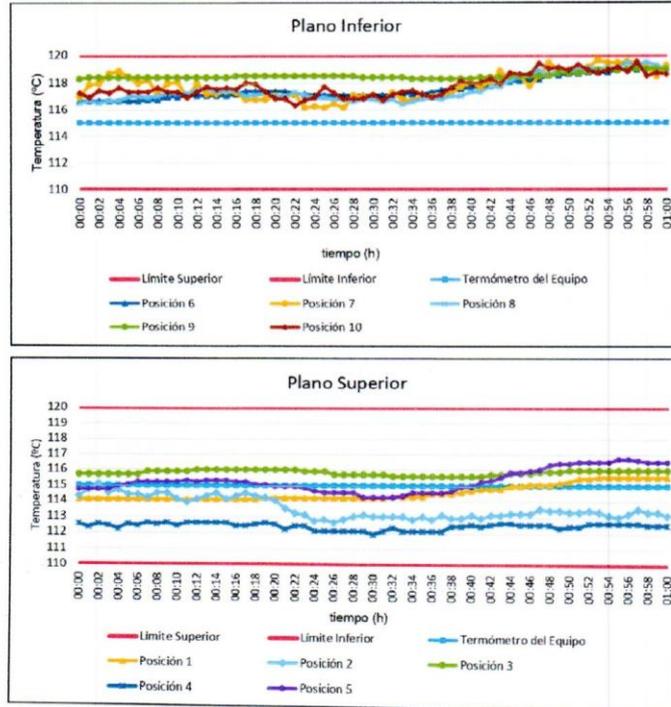
t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	115.0	114.1	114.3	115.7	112.5	114.8	116.7	117.0	116.5	118.3	117.2	115.7	5.8
00:01	115.0	114.1	114.7	115.7	112.3	114.8	116.7	117.9	116.7	118.4	116.9	115.8	6.1
00:02	115.0	114.1	115.1	115.7	112.5	114.8	116.7	118.0	116.5	118.4	117.4	115.9	5.9
00:03	115.0	114.1	114.5	115.7	112.4	114.8	116.7	118.7	116.7	118.4	117.2	115.9	6.2
00:04	115.0	114.1	114.7	115.7	112.2	115.0	116.7	118.9	116.7	118.4	117.6	116.0	6.6
00:05	115.0	114.1	114.4	115.7	112.5	115.0	116.7	118.5	117.0	118.4	117.3	116.0	5.9
00:06	115.0	114.1	114.4	115.7	112.4	115.2	116.7	118.0	117.0	118.4	117.3	115.9	6.0
00:07	115.0	114.1	114.2	115.9	112.6	115.2	116.8	118.3	116.9	118.4	117.3	116.0	5.8
00:08	115.0	114.1	114.5	115.9	112.5	115.2	116.8	117.2	117.0	118.4	117.6	115.9	5.9
00:09	115.0	114.1	114.5	115.9	112.6	115.2	117.0	118.0	117.2	118.4	117.3	116.0	5.8
00:10	115.0	114.1	114.1	115.9	112.4	115.2	117.0	118.1	117.2	118.4	117.3	116.0	6.0
00:11	115.0	114.1	113.9	115.9	112.6	115.3	117.1	117.0	117.2	118.4	116.9	115.9	5.8
00:12	115.0	114.1	114.1	116.0	112.6	115.2	117.1	118.0	117.5	118.4	117.3	116.0	5.8
00:13	115.0	114.1	114.3	116.0	112.6	115.3	117.1	117.2	117.6	118.4	117.7	116.0	5.8
00:14	115.0	114.1	114.5	116.0	112.6	115.3	117.1	117.2	117.3	118.4	117.5	116.0	5.8
00:15	115.0	114.1	114.1	116.0	112.6	115.3	117.1	117.4	117.4	118.4	117.6	116.0	5.8
00:16	115.0	114.1	114.3	116.0	112.4	115.2	117.2	117.3	117.4	118.5	117.5	116.0	6.1
00:17	115.0	114.1	114.5	116.0	112.4	115.2	117.4	116.8	117.0	118.5	118.0	116.0	6.1
00:18	115.0	114.1	114.3	116.0	112.5	115.0	117.4	116.8	117.1	118.5	117.9	116.0	6.0
00:19	115.0	114.2	114.2	116.0	112.6	115.0	117.4	116.8	117.2	118.5	117.3	115.9	5.9
00:20	115.0	114.2	114.0	116.0	112.5	115.0	117.4	117.1	117.0	118.5	116.8	115.9	6.0
00:21	115.0	114.2	113.5	116.0	112.2	115.0	117.4	117.0	117.0	118.5	116.8	115.8	6.3
00:22	115.0	114.2	113.2	116.0	112.4	115.0	117.2	117.2	117.3	118.5	116.3	115.7	6.1
00:23	115.0	114.2	113.1	115.9	112.4	114.9	117.2	116.2	117.1	118.5	116.7	115.6	6.1
00:24	115.0	114.2	112.7	115.9	112.1	114.7	117.1	116.3	116.9	118.5	116.9	115.5	6.4
00:25	115.0	114.2	112.8	115.9	112.1	114.6	117.1	116.2	116.9	118.5	117.7	115.6	6.4
00:26	115.0	114.2	112.7	115.7	112.1	114.6	117.1	116.5	116.8	118.5	117.2	115.5	6.4
00:27	115.0	114.2	112.8	115.7	112.1	114.6	117.1	116.2	116.8	118.5	116.8	115.5	6.4
00:28	115.0	114.2	113.0	115.7	112.1	114.6	117.1	117.1	116.6	118.5	116.8	115.6	6.4
00:29	115.0	114.2	113.1	115.7	112.1	114.3	117.1	117.0	116.8	118.4	116.8	115.6	6.3
00:30	115.0	114.2	113.0	115.7	111.9	114.3	117.1	117.1	116.8	118.4	117.1	115.6	6.5

t (h)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom (°C)	Tmáx Tmín (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:31	115.0	114.2	113.0	115.7	112.1	114.3	117.1	116.7	116.6	118.4	116.7	115.5	6.3
00:32	115.0	114.3	113.0	115.6	112.3	114.3	117.1	117.3	116.8	118.4	117.1	115.6	6.1
00:33	115.0	114.3	113.0	115.6	112.1	114.4	117.2	116.8	116.4	118.4	117.3	115.6	6.3
00:34	115.0	114.3	112.8	115.6	112.1	114.6	117.2	116.7	116.6	118.3	117.4	115.6	6.2
00:35	115.0	114.3	113.0	115.6	112.1	114.6	117.2	117.1	116.8	118.3	117.1	115.6	6.2
00:36	115.0	114.5	112.8	115.6	112.1	114.6	117.3	117.0	116.9	118.3	116.9	115.6	6.2
00:37	115.0	114.5	113.1	115.6	112.1	114.6	117.5	117.1	116.8	118.3	117.1	115.7	6.2
00:38	115.0	114.5	112.9	115.6	112.4	114.7	117.5	117.2	117.0	118.3	117.6	115.8	5.9
00:39	115.0	114.6	112.9	115.6	112.4	115.0	117.6	117.7	117.0	118.3	118.1	115.9	5.9
00:40	115.0	114.7	113.1	115.6	112.5	115.0	117.7	118.1	117.3	118.3	117.9	116.0	5.8
00:41	115.0	114.8	112.9	115.6	112.4	115.2	117.7	117.7	117.3	118.4	118.0	116.0	6.0
00:42	115.0	114.8	113.1	115.7	112.5	115.3	117.8	118.1	117.7	118.4	118.3	116.2	5.9
00:43	115.0	114.8	113.1	115.7	112.6	115.5	117.9	118.9	117.7	118.4	117.9	116.3	6.2
00:44	115.0	115.0	113.2	115.8	112.6	115.8	118.1	118.3	118.2	118.5	118.7	116.4	6.1
00:45	115.0	115.0	113.2	115.8	112.5	115.8	118.2	118.5	118.4	118.5	118.6	116.5	6.1
00:46	115.0	115.1	113.2	115.8	112.5	115.9	118.3	117.9	118.6	118.5	118.6	116.4	6.1
00:47	115.0	115.1	113.5	115.9	112.5	116.0	118.3	118.5	118.9	118.5	119.4	116.7	6.9
00:48	115.0	115.1	113.4	115.9	112.5	116.3	118.6	119.4	118.6	118.5	119.0	116.7	6.9
00:49	115.0	115.2	113.4	115.9	112.3	116.4	118.6	119.0	118.9	118.7	119.1	116.7	6.8
00:50	115.0	115.3	113.3	116.0	112.4	116.4	118.7	118.9	118.9	118.7	118.9	116.7	6.5
00:51	115.0	115.5	113.3	116.0	112.4	116.5	118.7	118.8	118.9	118.7	119.3	116.8	6.9
00:52	115.0	115.5	113.4	116.0	112.6	116.5	118.8	119.1	119.1	118.8	118.9	116.9	6.5
00:53	115.0	115.6	113.3	116.0	112.6	116.5	118.8	119.6	119.0	118.9	118.7	116.9	7.0
00:54	115.0	115.6	113.1	116.0	112.6	116.5	118.8	119.4	119.1	118.9	118.9	116.9	6.8
00:55	115.0	115.6	113.0	116.0	112.6	116.7	119.0	119.4	119.1	118.9	119.1	116.9	6.8
00:56	115.0	115.6	113.2	116.0	112.6	116.7	119.0	119.5	119.5	119.0	118.8	117.0	6.9
00:57	115.0	115.6	113.5	116.0	112.6	116.8	119.0	119.4	119.3	119.0	119.5	117.1	6.9
00:58	115.0	115.6	113.3	116.0	112.5	116.5	119.1	119.1	119.5	119.0	118.5	116.9	6.9
00:59	115.0	115.6	113.3	116.0	112.5	116.5	119.1	118.6	119.3	119.0	118.7	116.8	6.7
01:00	115.0	115.6	113.1	116.0	112.5	116.5	119.1	119.2	119.0	119.0	118.6	116.9	6.7
T.PRON	115.0	114.6	113.6	115.8	112.4	115.3	117.6	117.8	117.5	118.5	117.8	116.1	
T.MAX	115.0	115.6	115.1	116.0	112.6	116.7	119.1	119.6	119.5	119.0	119.5		
T.MIN	115.0	114.1	112.7	115.6	111.9	114.3	116.7	116.2	116.4	116.3	116.3		
DTT	0.0	1.5	2.5	0.4	0.7	2.5	2.4	3.5	3.1	0.7	3.2		

RESUMEN DE RESULTADOS

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	119.6	0.3
Temperatura Mínima Medida	111.9	0.3
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.1	0.2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	3.5	0.1
Estabilidad Medida (±)	1.7	0.05
Uniformidad Medida	7.0	0.7

GRÁFICA PARA LA TEMPERATURA DE TRABAJO DE $115^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



DECLARACION DEL CUMPLIMIENTO DE LOS LIMITES ESPECIFICADOS DE TEMPERATURA

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isotermo:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,03 °C.
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isotermo:



OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Fin del Documento

PGC-16-r11/Octubre 2021/Rev.01

Página : 6 de 6

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

INFORME DE VERIFICACIÓN MT - IV -026 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 3

1. Expediente	17046	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
2. Solicitante	SILVER GEOTEC S.A.C.	
3. Dirección	Pj. Nuñez N° 122 Chilca - Huancayo - JUNIN.	
4. Instrumento de medición	EQUIPO LIMITE LÍQUIDO (CAZUELA CASAGRANDE)	
Marca	FORNEY	
Modelo	LA-3715	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Procedencia	U.S.A.	
Número de Serie	1602	
Código de Identificación	NO INDICA	
Tipo de contador	ANALÓGICO	
5. Fecha de Verificación	2021-12-13	

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2021-12-13		

JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá M: F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282
RPM: *849272 / *971439282 / *042635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV -026 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25 °C	24,3 °C
Humedad Relativa	65 %	66 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
DM - INACAL LLA-088-2016	PIE DE REY de 300 mm con exactitud de 23 µm	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. MT-LL-361-2016

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24, Urb. San Diego - LIMA - PERU
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971-439-272 / 971-439-282
RPM: *849272 / *971439282 / *942635342

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV -026 - 2021**

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE DE GOMA DURA

Altura (mm)	Profundidad (mm)	Ancho (mm)
50,67	150,15	124,50



DIMENSIONES DE LA COPA

Radio de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Altura desde la guía del elevador hasta la base (mm)
53,95	1,99	47,67

Fin del Documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-09901-2022

PROFORMA : 11317A Fecha de emisión : 2022 - 06 - 06 Página : 1 de 2

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : Pj. Nuñez Hro. 122 Junín Huancayo-Chilca

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO
Marca : PINZUAR
Modelo : PC-42
N° Serie : 457
Intervalo de indicación : 1000 kN
Resolución : 0.01 kN
Procedencia : No Indica
Código de Identificación : No Indica
Ubicación : Laboratorio
Fecha de Calibración : 2022 - 06 - 07

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando un instrumento patrón calibrado.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	16,5°C	16,4°C
HUMEDAD RELATIVA	48,0%	48,0%

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
C.F.P. N° 0316

Certificado : TC-09901-2022
Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celda de Carga 3MN 5000 Kn	12821C

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kN)	Lectura Convencionalmente Verdadera (kN)	Error (kN)	Incertidumbre (kN)
10,12	9,94	0,18	0,01
50,08	49,13	0,95	0,01
100,13	98,21	1,92	0,01
200,08	196,22	3,86	0,01
300,12	294,33	5,79	0,01
400,08	392,32	7,76	0,01
500,10	490,37	9,73	0,01
600,08	588,46	11,62	0,01

OBSERVACIONES.

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Panel fotográfico



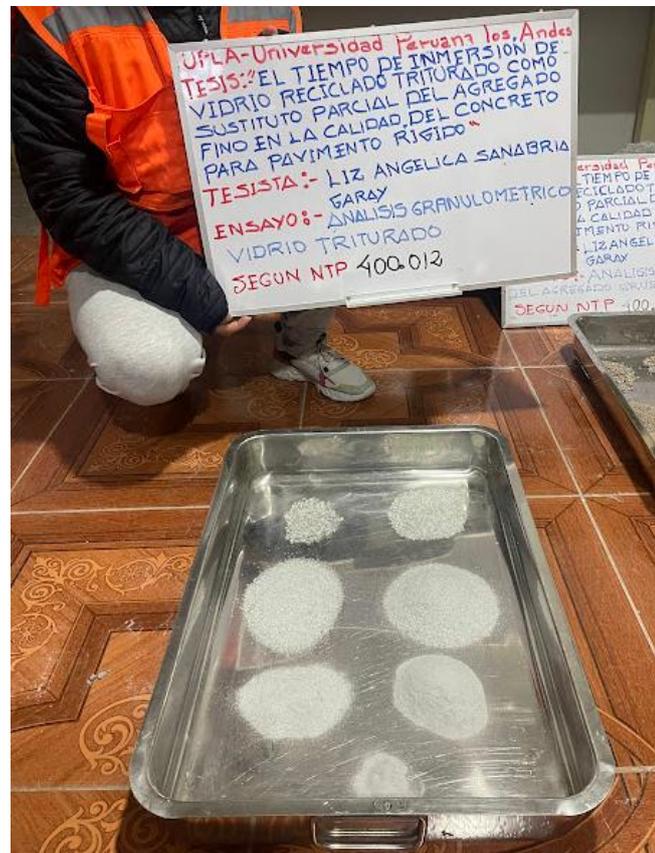
Fotografía 1. Vista del tamizado del agregado fino para la elaboración del concreto.



Fotografía 2. Vista del tamizado del agregado grueso para la elaboración del concreto.



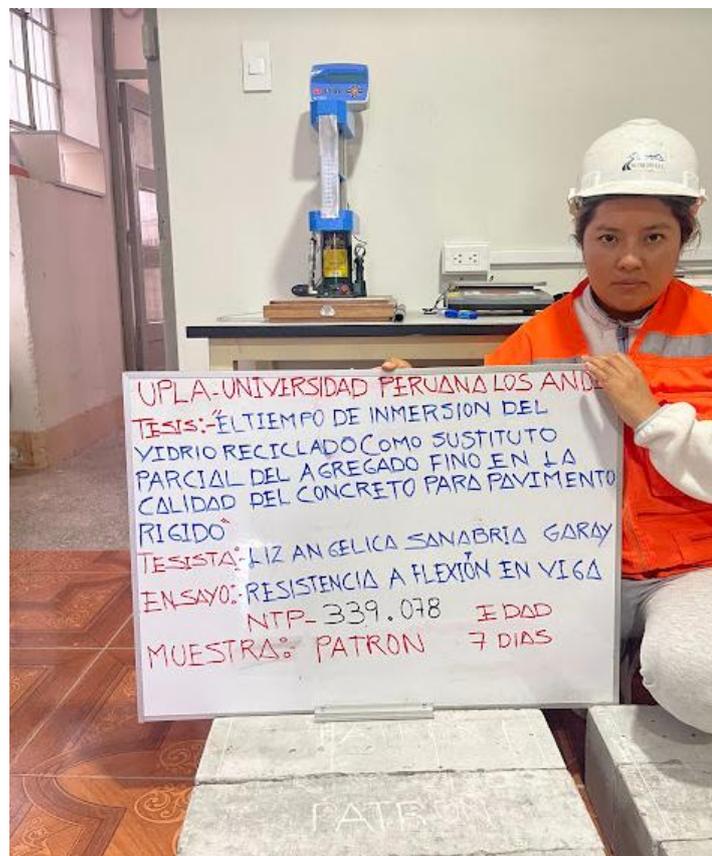
Fotografía 3. Molienda del vidrio, previamente triturado manualmente.



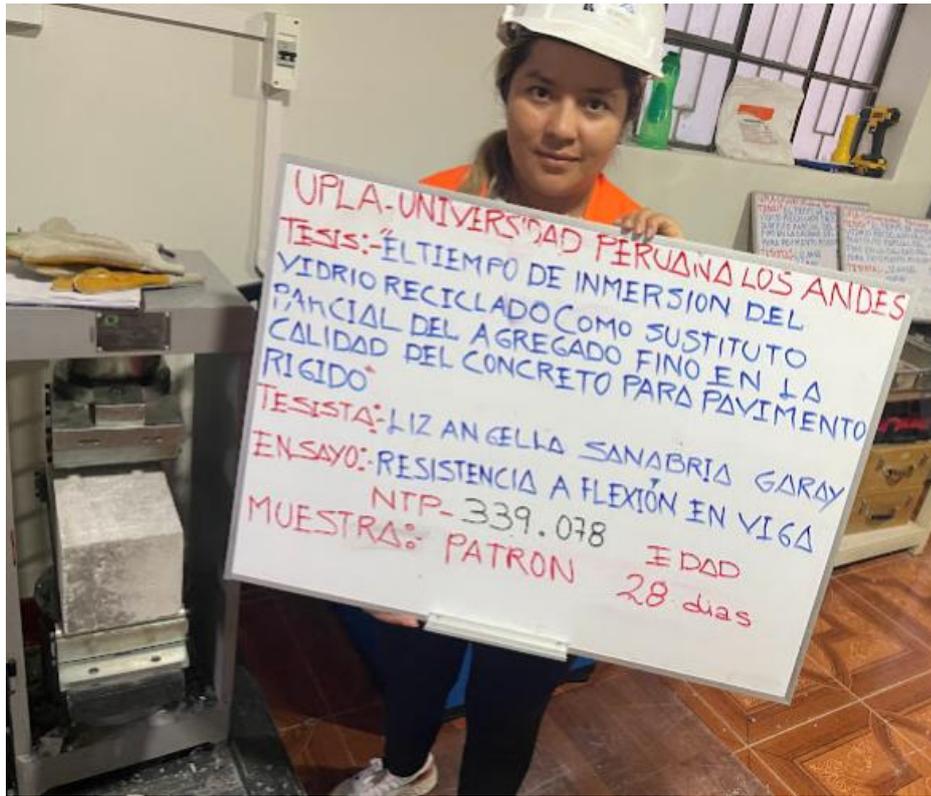
Fotografía 4. Vista de los residuos del vidrio triturado.



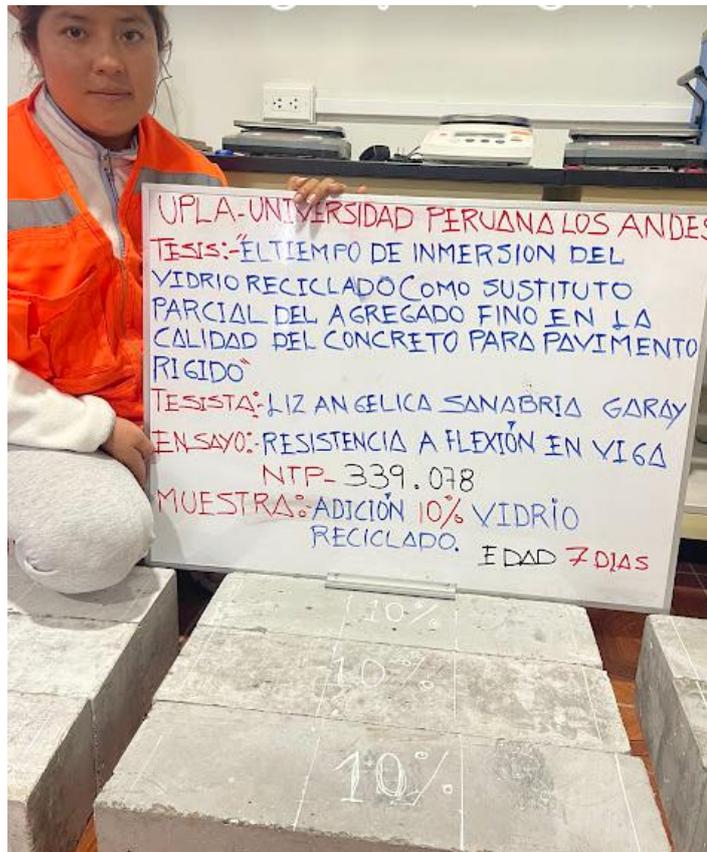
Fotografía 5. Vista general de la gradación obtenida del agregado fino, grueso y el vidrio reciclado triturado.



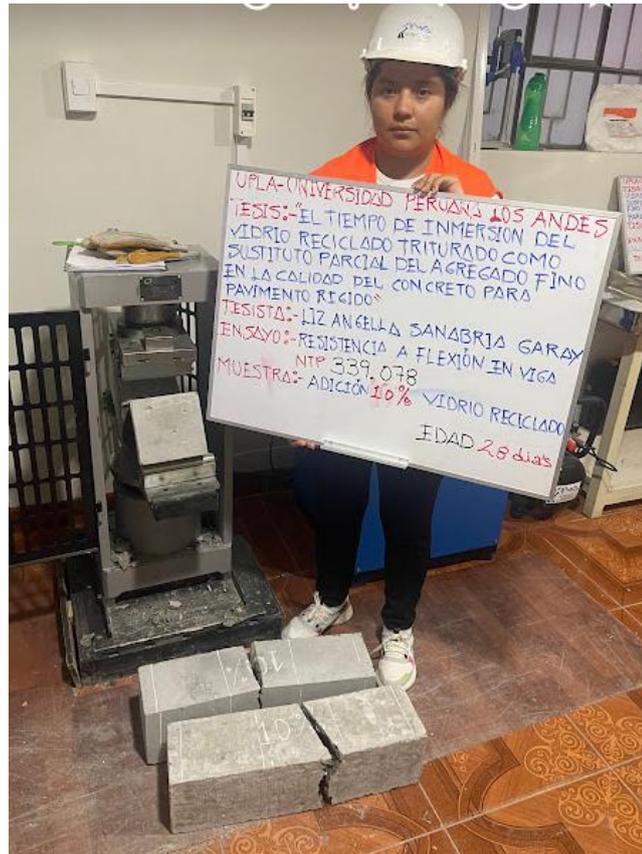
Fotografía 6. Vista de las vigas elaboradas con el agregado natural.



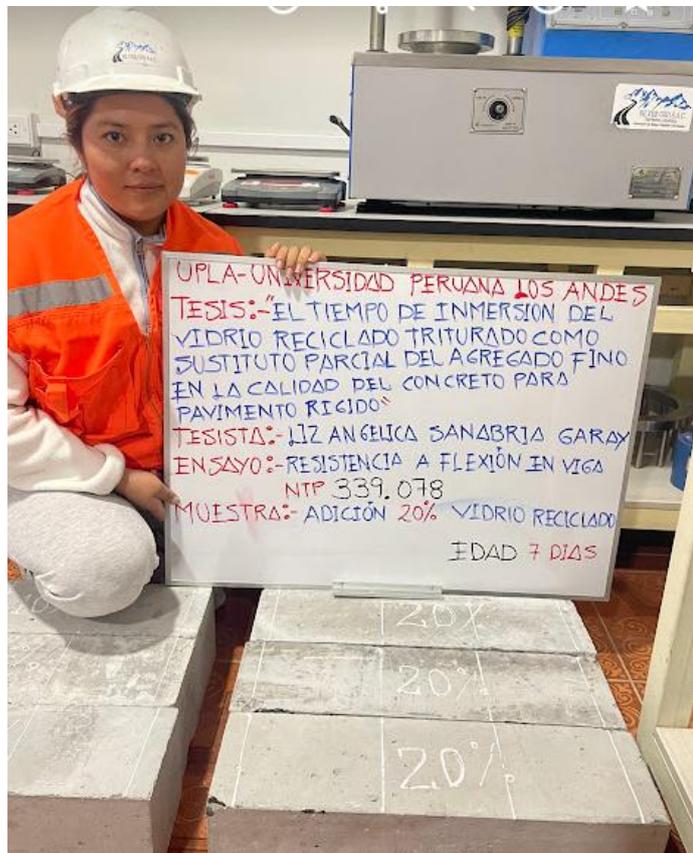
Fotografía 7. Rotura de los especímenes elaborados – concreto patrón.



Fotografía 8. Vista de los especímenes con 10 % de vidrio reciclado triturado.



Fotografía 9. Rotura de las vigas con 10 % de vidrio triturado y reciclado.



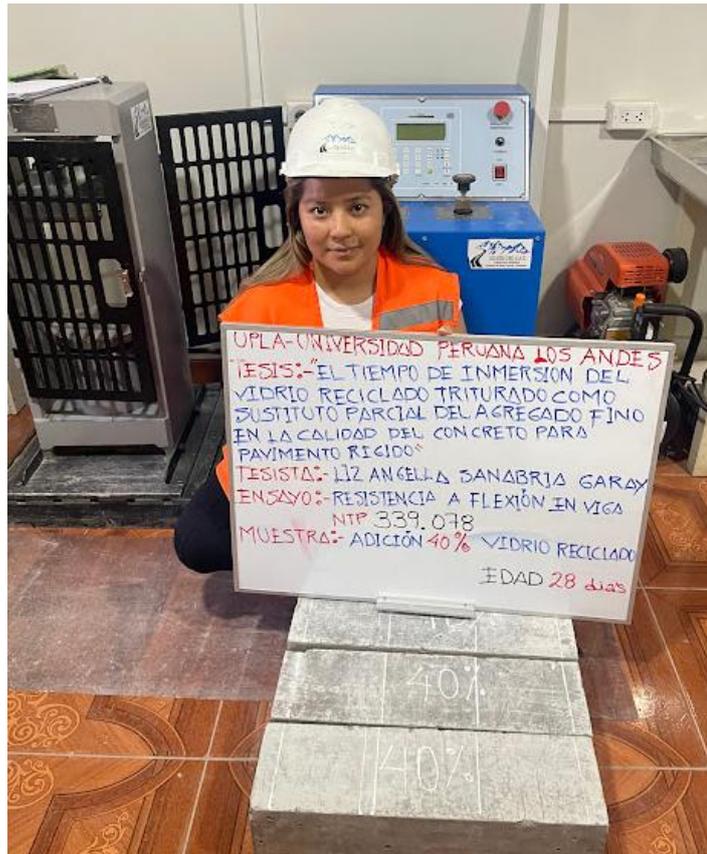
Fotografía 10. Vista de los especímenes con 20 % de vidrio reciclado triturado.



Fotografía 11. Vista de los especímenes con 30 % de vidrio reciclado triturado.



Fotografía 12. Rotura de las vigas con 30 % de vidrio triturado y reciclado.



Fotografía 13. Vista de los especímenes con 40 % de vidrio reciclado triturado.



Fotografía 14. Vista de los especímenes con 50 % de vidrio reciclado triturado.