

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Propuesta para la elaboración de concreto de
resistencia acelerada $F'C=210\text{KG/CM}^2$, a 05
días, incorporando Aditivos Sika Viscocrete-1110
PE y Sikatard PE, en la Ciudad de Arequipa 2021**

Edson Samuel Osis Cuyo
Angel Jafet Sumi Vilca
Marco Antonio Palomino Lizarraga

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ma. Edinson José Porras Arroyo
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 28 de Abril de 2025

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKa VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

Autores:

1. Edson Samuel Osis Cuyo – EAP. Ingeniería Civil
2. Angel Jafet Sumi Vilca – EAP. Ingeniería Civil
3. Marco Antonio Palomino Lizarraga – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 13 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- | | | |
|--|--|--|
| • Filtro de exclusión de bibliografía | SI ☒ | NO ☐ |
| • Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas (en caso de elegir "SI"): | SI ☐ | NO ☒ |
| • Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante | SI ☐ | NO ☒ |

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

AGRADECIMIENTOS

En estas líneas, queremos agradecer a Dios por permitirnos llegar hasta esta etapa de vida como profesionales, a todas las personas que hicieron posible esta investigación y que de alguna manera estuvieron con nosotros en los momentos complicados, felices, y nos brindaron una palabra de aliento.

A nuestros padres y toda la familia, por todo su amor, comprensión y apoyo, sobre todo gracias infinitas por la paciencia que nos han tenido.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser nuestra mayor fuente de inspiración. A nuestras madres, por sus sacrificios, enseñanzas y la fortaleza que nos han transmitido para alcanzar nuestras metas. A nuestros padres, por su ejemplo de perseverancia y dedicación en cada paso de la vida. También dedicamos este logro a nuestros amigos y amigas, por la amistad, el aliento y la alegría que nos brindaron a lo largo de estos años de estudio. Gracias a todos ellos, hoy celebramos con orgullo un objetivo importante cumplido.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I	16
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	16
1.1. Planteamiento y formulación del problema	16
1.1.1. Planteamiento del problema	16
1.1.2. Formulación del problema	19
1.1.2.1. Problema general	19
1.1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.2. Objetivos	20
1.2.1. Objetivo general.....	20
1.2.2. Objetivos específicos	20
1.3. Justificación	21
1.4. Hipótesis y descripción de variables	22
1.4.1. Hipótesis general	22
1.4.2. Hipótesis específicas	22
1.4.3. Variables operacionalización	23
1.5. Delimitación de la investigación.....	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes del problema	24
2.2. Bases teóricas	33
2.2.1. El concreto.....	33
2.2.1.1. Clasificación según peso unitario.....	34
2.2.1.2. Clasificación de acuerdo con la resistencia a la compresión.....	34
2.2.1.3. Clasificación según aditivos.....	35
2.2.1.4. Concreto con resistencia acelerada.....	35
2.2.1.5. Propiedades del concreto con resistencia acelerada	37
2.2.1.6. Aplicaciones del concreto con resistencia acelerada	39

2.2.2. Los agregados.....	40
2.2.2.1. Tipos principales de agregados	40
2.2.2.2. Efectos de los agregados	41
2.2.2.3. Relación arena/agregado grueso	41
2.2.3. Cemento Portland.....	41
2.2.3.1. Cementos adicionados	45
2.2.4. Los aditivos.....	46
2.2.4.1. Aditivos químicos (ASTM C494 y BS 5075)	47
2.2.4.2. Clasificación de los aditivos	48
2.2.4.3. Aditivos acelerantes de resistencia	49
2.2.5. Agua.....	49
2.2.5.1. El papel del agua con aditivos acelerantes	50
2.3. Términos básicos	51
CAPÍTULO III	54
METODOLOGÍA.....	54
3.1. Métodos, y alcance de la investigación.....	54
3.1.1. Tipo de investigación	54
3.1.2. Nivel de investigación	54
3.1.3. Diseño de la investigación	55
3.1.4. Población.....	55
3.1.5. Muestra	56
CAPÍTULO IV	59
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
4.1. Descripción.....	59
4.2. Desarrollo del procedimiento	59
4.2.1. Adquisición de los materiales. –.....	60
4.2.2. Caracterización de los agregados.....	61
4.2.3. Diseño de mezcla de concreto (método ACI – Walker – Módulo de finesa)	65
4.2.4. Elaboración de las muestras.....	73
4.3. Técnica e instrumentos.....	76
4.4. Indicadores de estudio.....	77
4.5. Interpretación de resultados	100
4.5.1. Según los indicadores de evaluación.....	100
4.5.1.1. Indicador 01: Asentamiento (In)	100
4.5.1.2. Indicador 02: Contenido de aire (%).....	101
4.5.1.3. Indicador 03: Temperatura (°C)	102
4.5.1.4. Indicador 04: Peso unitario (Kg/M3).....	102

4.5.1.5. Indicador 05: Volumen de vacíos (%)	103
4.5.1.6. Indicador 06: Resistencia a compresión (Kg/Cm2)	105
4.5.1.7. Análisis de precios unitarios.....	111
4.6. Procesamiento de datos	114
4.6.1. Análisis estadístico	115
DISCUSIONES	119
CONCLUSIONES	124
RECOMENDACIONES	125
BIBLIOGRAFÍA	126
ANEXOS.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	23
Tabla 2. Clasificación de concreto según peso unitario.....	34
Tabla 3. Clasificación de acuerdo con la resistencia a la compresión.....	35
Tabla 4. Clasificación según aditivos.....	35
Tabla 5. Componentes ordinarios de cemento Portland	42
Tabla 6. Composición típica de óxido de un cemento Portland de uso general	43
Tabla 7. Cinética de reacción, procesos químicos y relevancia para el concreto de las diferentes etapas de reacción del cemento.....	44
Tabla 8. ASTM C 150, Especificaciones de norma para el cemento Portland.....	45
Tabla 9. ASTM C 1157 Especificación de desempeño de cementos hidráulicos	45
Tabla 10. Aplicaciones para los cementos más populares en los EE. UU	46
Tabla 11. Efectos de diferentes tipos de aditivos en las propiedades del concreto	47
Tabla 12. Cinética de reacción, procesos químicos y relevancia para el concreto de las diferentes etapas de reacción del cemento.....	48
Tabla 13. Diseño de mezcla según el tipo de cemento y aditivo, codificados	56
Tabla 14. Muestra de especímenes – Ensayo de asentamiento in.....	57
Tabla 15. Muestra de especímenes – Ensayo de contenido de aire %.....	57
Tabla 16. Muestra de especímenes – Ensayo de temperatura °C	57
Tabla 17. Muestra de especímenes – Ensayo de peso unitario Kg/m ³	57
Tabla 18. Muestra de especímenes – Ensayo de Volumen de vacíos %.....	57
Tabla 19. Muestra de especímenes – Ensayo a compresión kg/cm ²	58
Tabla 20. Granulometría y características físicas del agregado grueso	62
Tabla 21. Granulometría del agregado grueso.....	63
Tabla 22. Granulometría y características físicas del agregado fino	63
Tabla 23. Granulometría del agregado fino.....	64
Tabla 24. Caracterización de los materiales	64
Tabla 25. Diseño de mezcla ACI Tipo IP - Patrón	66
Tabla 26. Diseño de mezcla ACI Tipo IP – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%.....	66
Tabla 27. Diseño de mezcla ACI Tipo IP – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%.....	67
Tabla 28. Diseño de mezcla ACI Tipo HE – Patrón	67
Tabla 29. Diseño de mezcla ACI Tipo HE – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%	67
Tabla 30. Diseño de mezcla ACI Tipo HE – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%	67
Tabla 31. Diseño de mezcla Walker Tipo IP - Patrón.....	68
Tabla 32. Diseño de mezcla Walker Tipo IP – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%	68
Tabla 33. Diseño de mezcla Walker Tipo IP – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%	68

Tabla 34. <i>Diseño de mezcla Walker Tipo HE – Patrón</i>	69
Tabla 35. <i>Diseño de mezcla Walker Tipo HE – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%</i>	69
Tabla 36. <i>Diseño de mezcla Walker Tipo HE – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%</i>	69
Tabla 37. <i>Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo IP - Patrón</i>	69
Tabla 38. <i>Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo IP – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%</i> .70	
Tabla 39. <i>Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo IP – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%</i> .70	
Tabla 40. <i>Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo HE – Patrón</i>	70
Tabla 41. <i>Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo HE – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%</i>	70
Tabla 42. <i>Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo HE – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%</i>	71
Tabla 43. <i>Resumen de Diseños de mezclas Patrón – IP y HE</i>	71
Tabla 44. <i>Resumen de Diseños de mezclas con ADITIVO (SV – ST) - IP y HE</i>	71
Tabla 45. <i>Instrumentos según el indicador de estudio</i>	77
Tabla 46. <i>Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo IP - Patrón</i>	77
Tabla 47. <i>Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%</i>	77
Tabla 48. <i>Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%</i>	77
Tabla 49. <i>Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo HE – Patrón</i>	78
Tabla 50. <i>Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%</i>	78
Tabla 51. <i>Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%</i>	78
Tabla 52. <i>Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo IP - Patrón</i>	78
Tabla 53. <i>Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%</i> ..78	
Tabla 54. <i>Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%</i> ..79	
Tabla 55. <i>Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo HE - Patrón</i>	79
Tabla 56. <i>Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%</i> .79	
Tabla 57. <i>Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%</i> .79	
Tabla 58. <i>Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo IP - Patrón</i>	80
Tabla 59. <i>Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%</i>	80
Tabla 60. <i>Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%</i>	80
Tabla 61. <i>Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo HE – Patrón</i>	80
Tabla 62. <i>Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%</i>	80
Tabla 63. <i>Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%</i>	81
Tabla 64. <i>Resultados – Ensayo de Peso Unitario (Kg/m3): Tipo IP - Patrón</i>	81
Tabla 65. <i>Resultados – Ensayo de Peso Unitario (Kg/m3): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%</i> .81	
Tabla 66. <i>Resultados – Ensayo de Peso Unitario (Kg/m3): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%</i> .82	
Tabla 67. <i>Resultados – Ensayo de peso unitario (Kg/m3): Tipo HE – Patrón</i>	82
Tabla 68. <i>Resultados – Ensayo de peso unitario (Kg/m3): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%</i> 82	

Tabla 69. Resultados – Ensayo de peso unitario (Kg/m ³): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%	83
Tabla 70. Resultados – Ensayo de Volumen de Vacíos (%): Tipo IP - Patrón	83
Tabla 71. Resultados – Ensayo de Volumen de Vacíos (%): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%	84
Tabla 72. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%	86
Tabla 73. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo HE – Patrón.....	87
Tabla 74. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%	88
Tabla 75. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%	89
Tabla 76. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – Patrón a 3 días	91
Tabla 77. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 3 días	91
Tabla 78. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 3 días	91
Tabla 79. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – Patrón a 3 días	91
Tabla 80. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 3 días....	92
Tabla 81. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 3 días....	92
Tabla 82. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – Patrón a 5 días	92
Tabla 83. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 5 días	92
Tabla 84. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 5 días	93
Tabla 85. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – Patrón a 5 días	93
Tabla 86. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – Patrón a 5 días	93
Tabla 87. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 5 días....	93
Tabla 88. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – Patrón a 7 días	94
Tabla 89. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 7 días	94
Tabla 90. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 7 días	94
Tabla 91. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – Patrón a 7 días	94
Tabla 92. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 7 días....	95
Tabla 93. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 7 días....	95
Tabla 94. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – Patrón a 14 días.....	95
Tabla 95. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 14 días ...	95
Tabla 96. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 14 días ..	96
Tabla 97. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – Patrón a 14 días	96
Tabla 98. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 14 días ..	96
Tabla 99. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 14 días ..	96
Tabla 100. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – Patrón a 28 días.....	97
Tabla 101. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 28 días..	97
Tabla 102. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 28 días..	97
Tabla 103. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – Patrón a 28 días	97
Tabla 104. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 28 días	98
Tabla 105. Resultados – Compresión (Kg/cm ²): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 28 días	98

Tabla 106. <i>Tipos de fracturas observadas en el desarrollo del ensayo a compresión uniaxial</i>	98
Tabla 107. <i>Costo unitario para los diseños patrón en 1 m³ – Cemento IP</i>	111
Tabla 108. <i>Costo unitario para los diseños patrón en 1 m³ – Cemento HE</i>	111
Tabla 109. <i>Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.40%, ST-0.50%), IP-1m³</i>	112
Tabla 110. <i>Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.30%, ST-0.40%), IP-1m³</i>	112
Tabla 111. <i>Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.40%, ST-0.50%), HE-1m³</i>	113
Tabla 112. <i>Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.30%, ST-0.40%), HE-1m³</i>	113
Tabla 113. <i>Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales de resistencia a la compresión vs Tiempo (Cemento IP)</i>	115
Tabla 114. <i>Resumen de propiedades en estado fresco y el rendimiento en estado endurecido</i>	116
Tabla 115. <i>Cantidades de dosificación según métodos de diseño de mezclas</i>	116
Tabla 116. <i>Comparación de costos dosificación/Método</i>	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Variación de las proporciones usadas en concreto en volumen absoluto</i>	34
Figura 2. <i>Procesos de Fabricación de cemento Portland</i>	42
Figura 3. <i>Proceso de hidratación de los constituyentes primarios del cemento Portland</i>	43
Figura 4. <i>Desarrollo de la resistencia de los compuestos primarios del cemento Portland</i> ...	43
Figura 5. <i>Curva colorimétrica típica del cemento Portland</i>	44
Figura 6. <i>Esquema de procedimiento a seguir:</i>	59
Figura 7. <i>Resumen de los resultados del ensayo Asentamiento (in) - IP</i>	100
Figura 8. <i>Resumen de los resultados del ensayo Asentamiento (in) – HE</i>	100
Figura 9. <i>Resumen de los resultados del ensayo – contenido de aire (%) - IP</i>	101
Figura 10. <i>Resumen de los resultados del ensayo – contenido de aire (%) - HE</i>	101
Figura 11. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Temperatura (°C) - IP</i>	102
Figura 12. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Temperatura (°C) - HE</i>	102
Figura 13. <i>Resumen de los resultados del ensayo peso unitario (kg/m3) - IP</i>	102
Figura 14. <i>Resumen de los resultados del ensayo peso unitario (kg/m3) - HE</i>	103
Figura 15. <i>Resumen de los resultados del ensayo volumen de vacíos (%) - IP</i>	103
Figura 16. <i>Resumen de los resultados del ensayo volumen de vacíos (%) - HE</i>	104
Figura 17. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 3 días IP</i>	105
Figura 18. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 3 días - HE</i>	105
Figura 19. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 5 días - IP</i>	106
Figura 20. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 5 días - HE</i>	106
Figura 21. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 7 días - IP</i>	107
Figura 22. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 7 días HE</i>	107
Figura 23. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 14 días - IP</i>	108
Figura 24. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 14 días - HE</i>	108
Figura 25. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 28 días - IP</i>	109
Figura 26. <i>Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 28 días - HE</i>	109
Figura 27. <i>Análisis de resultados del ensayo – Compresión, 5 días – IP y HE</i>	110
Figura 28. <i>Resistencia a la compresión vs Tiempo (Cemento IP)</i>	114
Figura 29. <i>Resistencia a la compresión vs Tiempo (Cemento HE)</i>	114
Figura 30. <i>Evaluación de Propiedades reológicas y volumen de vacíos</i>	116
Figura 31. <i>Comparativa dosificación/Método/Costo unitario</i> OJO FALTA LA FIGURA	117

RESUMEN

La investigación titulada “Propuesta para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos SIKA VISCOCRETE-1110 PE y SIKATARD PE, en la ciudad de Arequipa 2021”, tuvo como objetivo principal determinar la dosificación óptima para alcanzar una resistencia acelerada $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 pe y Sikatard pe, en la ciudad de Arequipa 2021.

La metodología tiene un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y es cuasiexperimental, la población estuvo conformado por los concretos con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 5 días, incorporando aditivos Sika Vicocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021, utilizando dos tipos de cemento IP y HE. La muestra está constituida para el concreto en estado endurecido por 60 especímenes en el ensayo a compresión y 18 especímenes para volumen de vacíos y con respecto al concreto en estado fresco por 18 conos de Abrams para el asentamiento, 18 pruebas de temperatura, 18 pruebas de contenido de aire y 18 pruebas de peso unitario, siendo total de 150 pruebas.

De los resultados se obtuvo que la dosificación óptima para obtener la mejor resistencia fue con el diseño DM 1 - HE (SV 1.40% - ST 0.50%) = 365.75 kg/cm^2 aumentado en 74.17% la resistencia a compresión con respecto a la muestra de diseño patrón “DM 1 – HE (SV 0.0% - ST 0.0%)”, en las demás pruebas para la mejor dosificación se obtuvieron para el asentamiento = 9.5 in, contenido de aire = 4.05%, temperatura = 20.7°C , peso unitario = 2298.28 Kg/m^3 y volumen de vacíos = 7.32 %. La conclusión general es que se logra mejorar la resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, utilizando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe al 1.40% y Sikatard Pe al 0.50% respecto al peso del cemento tipo HE, optimizando las propiedades físicas estudiadas del concreto y los tiempos de ejecución en obras.

Palabras clave: Resistencia acelerada, aditivo, optimización, dosificación, concreto

ABSTRACT

The research entitled "Proposal for the production of concrete with accelerated resistance $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, at 05 days, incorporating additives SIKA VISCOCRETE-1110 PE and SIKATARD PE, in the city of Arequipa 2021", had as main objective to determine the dosage optimal to achieve an accelerated resistance $f'_c=210\text{ kg/cm}^2$, at 05 days, incorporating Sika viscocrete-1110 pe and Sikatard pe additives, in the city of Arequipa 2021.

The methodology has a quantitative approach, with an explanatory scope and is quasi-experimental, the population was made up of concrete with accelerated resistance $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, at 5 days, incorporating Sika Vicocrete-1110 Pe and Sikatard Pe additives, in the city of Arequipa 2021, using two types of cement IP and HE. The sample is constituted for the concrete in the hardened state by 60 specimens in the compression test and 18 specimens for void volume and with respect to the concrete in the fresh state by 18 Abrams cones for settlement, 18 temperature tests, 18 air content and 18 tests of unit weight, with a total of 150 tests.

From the results it was obtained that the optimal dosage to obtain the best resistance was with the DM 1 - HE design (SV 1.40% - ST 0.50%) = 365.75 kg/cm^2 , increasing the compressive strength by 74.17% with respect to the sample of pattern design "DM 1 - HE (SV 0.0% - ST 0.0%)", in the other tests for the best dosage were obtained for settlement = 9.5 in, air content = 4.05%, temperature = 20.7°C , unit weight = 2298.28 Kg/m^3 and void volume = 7.32%. The general conclusion is that it is possible to improve the accelerated resistance $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, at 05 days, using additives Sika Viscocrete – 1110 Pe at 1.40% and Sikatard Pe at 0.50% with respect to the weight of the HE type cement, optimizing the properties physical studied of the concrete and the execution times in works

Keywords: Accelerated strength, additive, optimization, dosage, concrete.

INTRODUCCIÓN

Los aditivos son ingredientes esenciales en la producción de hormigón de alta resistencia, ya que permiten mejorar sus propiedades físicas y químicas. El mercado de aditivos para hormigón de alta resistencia muestra un crecimiento constante y se espera que alcance un valor de USD 11,331.32 millones en 2025. Por otro lado, el mercado global de concreto premezclado, que se valoró en \$491,619 millones en 2018, se proyecta al alcance \$766,636 millones para 2026, con una tasa de crecimiento anual compuesta del 5.5% de 2019 a 2026. Los factores que impulsan el crecimiento del mercado incluyen el aumento de la demanda de concreto premezclado, la infraestructura sostenible y el crecimiento de la urbanización e industrialización en los países en desarrollo. La investigación busca optimizar la combinación de aditivos y otros ingredientes, como el cemento, el agua y los agregados, para producir un concreto de alta resistencia con una resistencia adecuada y, de esta manera, contribuir a la innovación y desarrollo de materiales de construcción en la región.

El presente trabajo de investigación de grado, denominado “Propuesta para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos SIKA VISCOCRETE-1110 PE y SIKATARD PE, en la ciudad de Arequipa 2021” tuvo como objetivo general determinar la dosificación óptima para alcanzar una resistencia inicial (05 días) de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ en el concreto con incorporación de aditivos Sika viscocrete-1110 pe y Sikatard pe, en la ciudad de Arequipa, 2021.

La investigación sobre el uso de aditivos en el concreto para la construcción de viviendas en la región Arequipa es altamente conveniente, ya que aborda una problemática importante en la región. La falta de supervisión técnica en más del 70% de las construcciones puede resultar en problemas de calidad, en los materiales y en las propiedades del concreto, lo que es particularmente preocupante en el contexto de la creciente necesidad de construir viviendas en la región. Además, la investigación es socialmente relevante, ya que brinda un método alternativo para la optimización del concreto en las estructuras de las viviendas informales, lo que puede mejorar la calidad de las viviendas y acelerar el tiempo de ejecución de obra para la población. Las aplicaciones prácticas de la investigación son evidentes para el sector de la construcción en la región Arequipa, ya que los resultados pueden ser utilizados para mejorar la calidad del concreto utilizado en la construcción de viviendas y acelerar el tiempo de construcción. Además, la utilidad metodológica de la investigación se encuentra en los ensayos normados utilizados para obtener datos y conocer las proporciones a usar para obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas. Por último, la investigación tiene un valor teórico significativo ya que proporciona una alternativa para el uso de aditivos Sika viscocrete-1110 pe y Sikatard pe en el concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, lo que puede ser útil para profesionales

y técnicos en el sector de la construcción en la región Arequipa, y contribuir a la solución de problemas de calidad en la construcción de viviendas en la región.

Esta investigación se realiza mediante el análisis y evaluación de especímenes de concreto normalizados elaborados de acuerdo a un diseño de mezclas y ensayados en un laboratorio certificado. El desarrollo de la presente tesis, considera el siguiente contenido:

El capítulo I será una introducción al estudio, en donde se describirá el problema de investigación, los objetivos generales y específicos que se busca alcanzar, la justificación para llevar a cabo el estudio y las variables que se han considerado en la investigación. En este capítulo se pretende que el lector pueda entender el propósito del estudio y la relevancia del mismo.

El capítulo II estará dedicado al desarrollo del marco teórico, en donde se presentarán los antecedentes de la investigación y los conceptos básicos relacionados con el concreto, la clasificación de los aditivos, el diseño de mezclas ACI, las dosificaciones y los ensayos a los que se someterán las probetas de concreto que forman parte de la muestra de estudio. En este capítulo se busca establecer el contexto teórico necesario para comprender la investigación.

El capítulo III detallará la metodología de la investigación, en donde se describirá el tipo de estudio, el diseño muestral, las técnicas de recolección de datos, el procesamiento y análisis de los datos, así como la selección de los aditivos a utilizar en la investigación. En este capítulo se busca que el lector pueda entender cómo se llevó a cabo la investigación y los métodos utilizados para obtener los resultados.

El capítulo IV expondrá los resultados de la investigación, donde se describirán las características y ubicación de la muestra, así como los resultados obtenidos de los ensayos realizados. Finalmente, se establecerán las conclusiones a las que se ha llegado después de realizar la presente investigación, y se discutirán las implicaciones prácticas y teóricas de los resultados obtenidos. En este capítulo se busca que el lector pueda conocer los resultados del estudio y las implicaciones que estos tienen para la práctica y la teoría en el campo de la construcción de viviendas en la región Arequipa.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. Planteamiento del problema

El concreto de alta resistencia muestra un crecimiento constante en el mercado de aditivos, con un aumento del 4.15% en la tasa de crecimiento anual compuesta para el período 2020-2025. En 2016, el mercado mundial de aditivos para hormigón de alta resistencia generó ingresos por valor de USD 8,156.17 millones, que aumentaron a USD 9,246.64 millones en 2020. Se espera que el mercado alcance un valor de USD 11,331.32 millones en 2025. Los aditivos son un ingrediente vital en la producción de hormigón de alta resistencia, ya que permiten la mejora de las propiedades físicas y químicas del hormigón. Los fabricantes de hormigón optimizan la combinación de aditivos y otros ingredientes, como el cemento, el agua y los agregados, para producir un hormigón de alta resistencia con una resistencia adecuada (Research and Markets, 2020, p. 39). El hecho de que el mercado de aditivos para concreto de alta resistencia esté creciendo constantemente sugiere que existe una necesidad real de usar estos aditivos para mejorar las propiedades del concreto. Los aditivos son esenciales para que los fabricantes optimicen la mezcla de ingredientes y produzcan concreto de alta resistencia con la sollicitación requerida. En resumen, el uso de aditivos para producir concreto de alta resistencia es esencial para mejorar la calidad y la resistencia del material, y es una necesidad en el mercado actual.

El tamaño del mercado global de concreto premezclado se valoró en \$ 491,619 millones en 2018, y se proyecta que alcance \$ 766,636 millones para 2026, a una tasa de crecimiento anual compuesto (CAGR) del 5.5% de 2019 a 2026. El concreto premezclado es una mezcla lista para usar de agua, agregados, arena y cemento. La mezcla se realiza según especificación en una planta de fabricación de hormigón y se entrega en obra. Las ventajas del concreto premezclado incluyen el requisito de menos mano de obra, la eliminación de espacios de almacenamiento en el sitio, la reducción del tiempo de procesamiento, la operación silenciosa y la baja producción de polvo. Además, sus características incluyen hormigón de alta calidad y mayor comodidad. Los factores tales como el aumento en la demanda de

concreto premezclado, la infraestructura sostenible y el crecimiento de la urbanización y la industrialización en los países en desarrollo impulsan el crecimiento del mercado. Sin embargo, la pérdida de trabajabilidad en el concreto premezclado puede obstaculizar el crecimiento del mercado. Además, se espera que el aumento de las inversiones gubernamentales y privadas en el sector de la infraestructura ofrezca oportunidades lucrativas para el actor del mercado durante el período de pronóstico. El mercado global de concreto premezclado está segmentado según el tipo, la aplicación y la región. Por tipo, el mercado es concreto de mezcla de tránsito, concreto de mezcla central y concreto de mezcla retráctil. Por aplicación, se divide en comercial e infraestructura, residencial e industrial. Por región, el mercado se analiza en América del Norte, Europa, Asia-Pacífico y LAMEA. (Chinchane & Sumant, 2019, p. 26).

Esto puede tener implicaciones negativas en la industria nacional del cemento, ya que la competencia de productos importados podría afectar la rentabilidad y la sostenibilidad de las empresas nacionales del sector. Además, la dependencia de las importaciones también puede aumentar la vulnerabilidad del país a los cambios en el mercado global y la volatilidad de los precios internacionales. Por lo tanto, es importante que se implementen medidas adecuadas para mantener un equilibrio entre la producción nacional y las importaciones de cemento y garantizar la sostenibilidad y competitividad de la industria del cemento a largo plazo.

Los datos sugieren que, aunque hubo una disminución en la producción y los envíos de cemento en noviembre de 2022 en comparación con el año anterior, los datos acumulados de los últimos 12 meses indican un crecimiento positivo del 3% en la producción y un crecimiento del 1% en el envío nacional de cemento en comparación con el mismo período del año anterior. Por lo tanto, se puede inferir que el mercado del cemento sigue creciendo a largo plazo, aunque hay fluctuaciones a corto plazo. (Asocem, 2022, p. 3).

La resistencia acelerada del concreto es un factor clave en muchos proyectos de construcción, especialmente en situaciones donde se requiere una rápida puesta en servicio de las estructuras, se podrían acelerar los plazos de construcción y optimizar la eficiencia en los proyectos.

En el contexto actual de la industria de la construcción, existe una creciente demanda de soluciones que permitan acelerar los tiempos de ejecución de las

obras. El desarrollo de una mezcla de concreto con resistencia acelerada podría satisfacer esta necesidad y brindar una ventaja competitiva.

El uso de estos aditivos podría reducir los costos de mano de obra, optimizar los recursos y minimizar el tiempo de curado, lo que se traduciría en beneficios económicos y comerciales para la empresa y los clientes.

En la ciudad de Arequipa, es importante desarrollar una solución específica para esta ubicación, y poder abordar los desafíos y necesidades particulares en el sector de la construcción de esa localidad, lo que podría tener un impacto positivo en el desarrollo de proyectos y en la economía.

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la propuesta para la elaboración de un concreto con resistencia acelerada $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas óptimas del concreto en estado fresco (asentamiento, contenido de aire, temperatura, peso unitario), con resistencia acelerada $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas óptimas del concreto en estado endurecido (volumen de vacíos, resistencia a la compresión), con resistencia acelerada $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021?
- ¿Cuál es el costo unitario para la dosificación óptima, de un concreto con resistencia acelerada $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la propuesta óptima para la elaboración de un concreto con resistencia acelerada $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar son las propiedades físicas optimas del concreto en estado fresco (asentamiento, contenido de aire, temperatura, peso unitario), con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021
- Identificar las propiedades físicas optimas del concreto en estado endurecido (volumen de vacíos, resistencia a la compresión), con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021
- Obtener el costo unitario para la dosificación optima, de un concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa, 2021

1.3. Justificación

Conveniencia: La investigación sobre el uso de aditivos en el concreto para la construcción de viviendas en la región Arequipa es conveniente debido a la creciente necesidad de construir viviendas en la región y la falta de supervisión técnica en más del 70% de las construcciones, lo que puede dar lugar a problemas de calidad de los materiales y propiedades del concreto.

Relevancia social: La investigación es socialmente relevante porque brinda un método alternativo para la optimización del concreto en las estructuras de las viviendas informales, lo que puede acelerar el tiempo de ejecución de obra y mejorar la calidad de las viviendas para la población.

Aplicaciones prácticas: La investigación tiene aplicaciones prácticas para el sector de la construcción en la región Arequipa, ya que los resultados pueden ser utilizados para mejorar la calidad del concreto utilizado en la construcción de viviendas y acelerar el tiempo de construcción.

Utilidad metodológica: La investigación utiliza ensayos normados para obtener datos y conocer las proporciones a usar para obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas, lo que tiene utilidad metodológica para el sector de la construcción en la región Arequipa.

Valor teórico: La investigación tiene valor teórico porque brinda una alternativa para el uso de aditivos Sika viscocrete-1110 pe y Sikatard pe en el concreto $f'c=210$ kg/cm², lo que puede ser útil para profesionales y técnicos en el sector de la construcción en la región Arequipa. Además, los resultados pueden contribuir a la solución de problemas de calidad en la construcción de viviendas en la región.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis general

- Incorporar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, mejorara la resistencia con respecto al diseño patrón.

1.4.2. Hipótesis específicas

- Adicionar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, aumentará el asentamiento con respecto al diseño patrón.
- Incorporando los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, ampliará el contenido de aire con respecto al diseño patrón.
- Adicionar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá la temperatura con respecto al diseño patrón.
- Incorporando los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá el peso unitario con respecto al diseño patrón.
- Adicionar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá el volumen de vacíos con respecto al diseño patrón.
- Incorporar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, optimizará económicamente el costo unitario con respecto al diseño patrón.

1.4.3. Variables operacionalización

A continuación, se detalla:

Tabla 1.Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Independiente: Incorporando aditivos Sika Viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	Dosificación (%)	IP-Patrón IP-Aditivo SV 1.40% y ST 0.50% IP-Aditivo SV 1.30% y ST 0.40% HE-Patrón HE-Aditivo SV 1.40% y ST 0.50% HE-Aditivo SV 1.30% y ST 0.40%	Fichas técnicas
Dependiente: Propuesta para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días.	Estado Fresco	Asentamiento (In)	Ficha técnica NTP 339.035
		Contenido de Aire (%)	Ficha técnica NTP 339.083
		Temperatura (°C)	Ficha técnica NTP 339.184
		Peso Unitario (Kg/m ³)	Ficha técnica NTP 339.046
	Estado Endurecido	Volumen de Vacíos (%)	Ficha técnica NTP 339.187
		Resistencia a la Compresión (Kg/Cm ²)	Ficha técnica NTP 339.034

Nota: SV: Sika Viscocrete – 1110 Pe, ST: Sikatard Pe. Fuente: Elaboración propia

1.5. Delimitación de la investigación

- **Delimitación espacial**

La investigación se realizó en los laboratorios de concreto de la ciudad de Arequipa

- **Delimitación temporal**

La investigación y el levantamiento de información se realizaron entre los meses de junio del 2021 a noviembre del 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

En los trabajos previos como antecedentes nacionales tenemos, según Franco-Cruz & Romero-Gil (2019) en la tesis de grado titulado "Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y aditivos Viscocrete 1110 para estructuras afectadas por sulfato en Chorrillos", fijó como objetivos "Determinar la dosificación del concreto con concreto HS y aditivo ViscoCrete 1110 para aumentar la resistencia del concreto en estructuras afectadas por sulfatos.", aplicaron una metodología experimental, obtuvo los resultados siguientes: "El asentamiento obtenido con el diseño empleando 0,7% de aditivo aumenta en 5,5 pulgadas, sin embargo, el asentamiento obtenido con 0,3% mejoró con 5 pulgadas, muy similar al primero mencionado con la diferencia de haber utilizado menos de la mitad de aditivo por lo que notamos una optimización del aditivo frente a su trabajabilidad". Finalmente, fija como conclusiones: "Para los diseños 'DP-VC-0,3', 'DP-VC-0,5' y 'DP-VC-0,7' de mezcla de concreto, los cuales incorporan aditivo ViscoCrete 1110, se comprobó que el asentamiento aumenta significativamente con referencia al diseño patrón, el cual nos dio un asentamiento de 3,0 pulg.; para el diseño 'DP-VC-0,3' se obtuvo un asentamiento 8,0 pulg., lo que demuestra ser el diseño más óptimo por mejorar la trabajabilidad".

Según Quiroz-Cerna (2021) en la tesis de grado titulado "Influencia de los aditivos sika retarder y sikatard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, Trujillo 2021", fijó como objetivos "Determinar la influencia en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempos de fraguado que ejercen los aditivos Retarder y SikaTard en un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ", aplicó una metodología experimental, obtuvo los resultados siguientes: "Se determinó el diseño de mezcla: cemento tipo I, agregado grueso de tamaño máximo nominal $\frac{1}{2}$ ", agregado fino de módulo de finura 2.79, relación agua/cemento 0.55, se agregó a la mezcla del concreto los aditivos tipo B; Sika Retarder PE y SikaTard PE en proporciones de 0.1%, 0.15%, 0.20%, 0.25%, 0.30% y 0.35% respecto al peso del cemento. Las pruebas de compresión se realizaron en probetas de 4" y 8" de diámetro de altura, se ensayaron a 3,7 y 28 días, hasta el día de su ruptura permanecieron en la poza de curado". Finalmente, fija como conclusiones: "Por medio de los resultados obtenidos, se concluyó que el porcentaje óptimo es el de 0.30% para el Aditivos Sika Retarder PE y 0.25% para el de SikaTard PE

respecto al peso del concreto para mejorar y optimizar las propiedades de asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión”.

Según Haro-Huarajare & Meneses-Arcila (2022) en la tesis de grado titulado "Influencia del Sikatard Pe en el comportamiento térmico, resistencia a la compresión y tracción del concreto de baja permeabilidad, Trujillo", fijó como objetivos “determinar la Influencia del Sikatard Pe en el comportamiento térmico, resistencia a la compresión y tracción del concreto de baja permeabilidad”, aplicaron una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes: "En la figura 9: Comportamiento térmico del concreto a la edad de 3 días, se aprecia que se obtiene mayor comportamiento térmico al 0.6% 28.5 T (°C) en adición de Sikatard Pe. En relación a la muestra patrón que solo se logra 27.3 T (°C), lo cual tuvo un incremento del 23%". Finalmente, fija como conclusiones: “Se determinó el porcentaje adecuado a utilizar del aditivo Sikatard Pe para lograr mejores resistencias a la compresión del concreto a los 28 días es al 1.2%. Se determinó que el porcentaje óptimo de temperatura en la adición del 0.6% del aditivo. En relación a la resistencia a la tracción se obtuvo mayor resistencia al 1.5% de adición del Sikatard Pe”.

Según Contreras-Llajaruna & Graus-Vera (2021) en la tesis de grado titulado "Influencia por la aplicación del estabilizador de hidratación en el concreto premezclado $f'c=210$ Kg/cm² de la planta Villa El Salvador, Lima, 2020", fijó como objetivos “Evaluar la influencia por la aplicación del estabilizador de hidratación SIKATARD para prolongar el tiempo antes de la fragua inicial y las propiedades del concreto fresco $f'c=210$ Kg/cm² de la Planta Villa El Salvador, Lima, 2020”, aplicaron una metodología experimental, obtuvieron los resultados siguientes: "Al iniciar los estudios de esta investigación nuestro diseño patrón presentó un Slump de 4 pulgadas a las 2.5 horas, con dosificaciones de 0.4%, 0.8% y 1.0% el que mejor resultado fue el 1.0%, ya que se obtuvo un Slump de 7.5 pulgadas a las 2.5 horas y 6.5 pulgadas a las 3.5 horas, brindándonos una hora adicional al tiempo de vida comercial del concreto premezclado, desde la hora de despacho y salida de la planta, hasta la hora de llegada a la obra y el colocado, manteniendo el Slump por 30 minutos o más desde la recepción del camión Mixer”. Finalmente, fija como conclusiones: “Se evaluó que, la influencia por la Aplicación del Estabilizador de Hidratación SIKATARD mejora y prolonga el tiempo antes de la fragua inicial y las propiedades del concreto fresco $f'c=210$ Kg/cm² de la Planta Villa El Salvador, observando sus propiedades físicas y mecánicas: al aumentar la trabajabilidad, manteniendo el Slump por encima de la vida útil comercial, incrementar el tiempo de fragua inicial y final, mantener la resistencia a la compresión a los 28 días mayor o igual al 100% de lo establecido”.

Según Contreras-Llajaruna & Graus-Vera (2021) en la tesis de grado titulado "Influencia de la sobredosificación del aditivo sika-retarder pe en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021", fijó como objetivos “determinar la influencia de la sobredosificación del aditivo retardante Sika Retarder PE en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión”, aplicaron una metodología experimental, y obtuvieron los resultados siguientes: "De la figura 19, se observa la comparación de los resultados de la resistencia obtenida por el método de madurez de la muestra patrón y de los concretos con adiciones de aditivo retardante al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00% en peso del cemento, según las edades de rotura. A las 24 horas, el concreto patrón alcanzó una resistencia de 2.8 MPa, mientras que la mezcla con 0.25% de aditivo retardante obtuvo 3.8 MPa superando al concreto patrón en un 36%. También, se observa que la resistencia de la mezcla con 0.50% de aditivo retardante, aumenta en un 11% mientras que los concretos de 0.75% y 1.00% aún no alcanzan niveles de resistencia, debido a la excesiva prolongación del tiempo de fraguado. A las 72 horas, se visualiza que, las mezclas con 0.25%, 0.50% y 0.75% de aditivo Sika Retarder PE superan al concreto patrón en 26%, 38%, y 9%, respectivamente. Mientras que, el concreto con 1.00%, disminuye su resistencia en un 12% respecto a la muestra patrón. Y por último, a los 7 días todas las mezclas con adición de aditivo retardante al 0.25%, 0.50%, 0.75% y 1.00%, incrementaron su resistencia en un 26%, 43%, 36% y 14%, respectivamente. Los resultados alcanzados que mejoraron la resistencia del concreto con respecto a la muestra patrón, puede ser gracias a que las reacciones químicas en el concreto luego de finalizado el fraguado provocaron un incremento de temperatura y un rápido proceso de hidratación; generando ganancia en la resistencia a edades tempranas”. Finalmente, fijaron como conclusiones: “Se evaluó el incremento de aditivo Sika Retarder PE en el asentamiento; obteniendo resultados muy favorables en todas las mezclas estudiadas. Siendo la máxima sobredosificación con consistencia plástica, la mezcla con 0.50% de aditivo retardante y con consistencia fluida; la mezcla con 1.00%. Alcanzando valores de asentamientos de 105 mm (4 ¼) y 185 mm (7 ¼”), respectivamente. Por eso; se afirma que, a mayor porcentaje de aditivo retardante, el slump también aumenta; pero puede ser desfavorable en obra ya que la fluidez excesiva producto de la sobredosificación del aditivo puede generar problemas a la hora de controlar la mezcla y por ende afectar la resistencia”.

Según Rabanal-Gonzales & Su-Chaqui (2017) en la tesis de grado titulado "Diseño de un Concreto Autocompactable", fijaron como objetivos “Se determinaron cada una de las proporciones necesarias para el diseño del concreto autocompactable, haciendo alusión

específicamente a los materiales utilizados para la mezcla los cuales fueron cemento, agua, arena amarilla, piedra chancada y aditivos (SikaViscocrete 1110 y MicrosiliceSika Fume). Se establecieron las debidas relaciones de agua cemento de baja proporción según fue su requerimiento para los diferentes diseños $f'c$ que se realizaron. Se pudo comprobar que el concreto autocompactable varía en un 19% del concreto convencional con lo que respecta a su evaluación económica”, aplicando una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes: "En lo que respecta a el ensayo de resistencia a la compresión con testigos cilíndricos con la Norma de Referencia NTP 339.034.2015, se obtuvieron resultados esperados para un concreto de $f'c= 500 \text{ kg/cm}^2$, como fueron a 7 días de 719.72 kg/cm^2 , 14 días 736.65 kg/cm^2 y 28 días de 771.57 kg/cm^2 , superando el 100% de su $f'c$ a los 7 días, lo que en un concreto convencional lo haría en 28 días”. Finalmente, fijaron como conclusiones: “Se determinaron cada una de las proporciones necesarias para el diseño del concreto autocompactable, haciendo alusión específicamente a los materiales utilizados para la mezcla los cuales fueron cemento, agua, arena amarilla, piedra chancada y aditivos (SikaViscocrete 1110 y MicrosiliceSika Fume). Se establecieron las debidas relaciones de agua cemento de baja proporción según fue su requerimiento para los diferentes diseños $f'c$ que se realizaron. Se pudo comprobar que el concreto autocompactable varía en un 19% del concreto convencional con lo que respecta a su evaluación económica”.

Según Aquino-Carreón (2021) en la tesis de grado titulado "Análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ en Puno 2018", fijó como objetivos “Evaluación de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ en la región de Puno, 2018”, aplicó una metodología experimental, obtuvo los resultados siguientes: "El concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$, presenta un costo unitario de materiales de S/ 228.48. El concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 1.0\%$ de aditivo tiene un costo unitario de materiales de S/ 271.03, obteniéndose un aumento de 18.62 %, con respecto al costo unitario del concreto Patrón. El concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 1.5\%$ de aditivo tiene un costo unitario de materiales de S/ 292.31, obteniéndose un aumento de 27.93 %, con respecto al costo unitario del concreto Patrón. El concreto patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2 + 2.5\%$ de aditivo tiene un costo unitario de materiales de S/ 334.86, obteniéndose un aumento de 46.56 %, con respecto al costo unitario del concreto Patrón”. Finalmente, fija como conclusiones: “Con referencia a la resistencia a la compresión, según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, se concluye que la incorporación de aditivo superplastificante (Sika Viscocrete 1110) en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ mejora significativamente la resistencia a la compresión en

un 13.74% utilizando una dosificación de 1% en comparación al concreto patrón, mejoró en un 24.86% utilizando una dosificación de 1.5% y finalmente un 1.43% con una dosificación de 2.5%”.

En los trabajos previos como antecedentes internacionales tenemos, según Lu et al. (2022) en el artículo científico titulado "Strategy for preventing explosive spalling and enhancing material efficiency of lightweight ultra high-performance concrete", fijaron como objetivos “proponer nuevas ideas para producir un UHPC ligero celular (L-UHPC) y mejorar su seguridad contra incendios al mismo tiempo. Junto con el uso de diferentes regímenes de curado, se incorporaron conjuntamente microesferas de vidrio huecas de alta resistencia y agregados livianos finos en la matriz de UHPC para: 1) mejorar la resistencia al desconchado de UHPC; 2) reducir la densidad y aumentar la eficiencia del material de UHPC y 3) lograr una baja conductividad térmica de la mezcla con fines de ahorro de energía”, aplicando una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes: "La estructura altamente densa que provoca el riesgo de desprendimiento explosivo es una de las principales limitaciones del uso de hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC). Este estudio desarrolló un UHPC liviano (L-UHPC) y propuso una estrategia para mejorar su eficiencia material y reducir el riesgo de desprendimiento explosivo. En el sistema UHPC se utilizaron conjuntamente microesferas de vidrio huecas de alta resistencia y agregados finos y livianos para lograr un peso liviano y una resistencia ultra alta. El L-UHPC se curó en diferentes regímenes de curado para maximizar su eficiencia material y evitar que se astille después de la exposición a altas temperaturas. Los resultados experimentales mostraron que la combinación de materiales ligeros y el curado con calor seco fue eficaz para reducir la densidad ($<1800 \text{ kg/m}^3$) y mejorar la resistencia a la compresión ($>150 \text{ MPa}$) del L-UHPC. Al minimizar la cantidad de agua libre interna, el enfoque de curado por calor contribuyó a evitar el desconchado térmico del L-UHPC expuesto a condiciones de fuego. Los resultados microestructurales indicaron que el curado a temperatura elevada promovió la reacción puzolánica y aumentó la microdureza de la matriz de la pasta al aumentar la polimerización de silicato de la estructura C-S-H. Los vacíos creados por las microesferas de vidrio colapsadas podrían acomodar cierta presión de vapor interna y mitigar la degradación causada por la exposición a altas temperaturas. El efecto sinérgico de los materiales porosos y el curado con calor seco redujo la conductividad térmica y mejoró significativamente la eficiencia del material del LUHPC”. Finalmente, fijan como conclusiones: “Se concluye preliminarmente que la combinación de materiales livianos y el curado con calor seco es beneficiosa para mejorar la eficiencia del material y reducir la posibilidad de desprendimiento explosivo del LUHPC. Sin embargo, el enfoque propuesto para abordar

el desconchado explosivo del L-UHPC se limitó a la producción de elementos prefabricados. Más métodos prácticos y de baja energía son esenciales para aliviar el riesgo de UHPC moldeado in situ. Además, dado que aumentó la porosidad de las muestras después del curado con calor, se necesitan más investigaciones sobre la durabilidad de L-UHPC. Una advertencia particular que debe señalarse es que las pruebas realizadas en este estudio no son suficientes para concluir el riesgo de desconchado de elementos reales de UHPC no estructurales y estructurales expuestos a un fuego real. Es necesario explorar más investigaciones para elementos UHPC reales considerando los parámetros de acoplamiento durante la exposición a altas temperaturas”.

Según Bajaber & Hakeem (2021) en el artículo científico titulado "UHPC evolución, development, and utilization in construction: a review", fijaron como objetivos “representar todos los componentes y características importantes del hormigón de ultra alto rendimiento; destacar las aplicaciones de UHPC en la construcción; e introducir el campo del diseño de estructuras ya sea por UHPC solo o UHPC con otros materiales de construcción que sean amigables con el medio ambiente, menos costos y más fuertes y duraderos”, aplicaron una metodología experimental, obtuvieron los resultados siguientes: "Se logró un desarrollo avanzado en la industria de la construcción mediante la aplicación de tecnología de hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC). Los intensos esfuerzos de investigación se han concentrado en la construcción para producir niveles asombrosos de calidad con una resistencia superior a 150 MPa y una alta durabilidad que nunca antes se había pensado posible. Con esta tecnología, es posible construir estructuras más allá de los diseños habituales, pero con un uso limitado en la construcción ya que no es comercialmente viable para reemplazar el concreto convencional en la mayoría de las aplicaciones. Esto se atribuye al alto costo de los materiales, la falta de su disponibilidad, códigos de diseño limitados y técnicas complicadas de fabricación y curado. Este artículo revisa la evolución de UHPC y las ideas sugeridas para reemplazar sus costosos compuestos por materiales cementosos. Sin embargo, el hormigón fabricado con estos materiales alternativos no tendrá la misma calidad que el UHPC estándar. Otra opción prometedora, que parece ser más práctica y más fácil de promover la tecnología UHPC en la construcción, se vislumbra en el horizonte. Se basa en la utilización de UHPC en estructuras híbridas mediante la combinación de UHPC con otros materiales de construcción. Se espera que el costo de producción se reduzca con tales estructuras compuestas que tienen las ventajas de los materiales combinados. Por lo tanto, se recomienda continuar investigando esta opción, que aumentará el potencial de UHPC para ser más aceptado en muchas aplicaciones de construcción diferentes”. Finalmente, fijan como conclusiones: “Una opción prometedora para promover la tecnología estándar en la

construcción es utilizar UHPC en estructuras híbridas combinándolo con otros materiales de construcción. El UHPC en estructuras híbridas es una opción más práctica y fácil de construir, ya que es probable que el costo de producción se reduzca con una estructura compuesta que tiene las ventajas de ambos materiales combinados. Se recomienda, por lo tanto, continuar con este campo de investigación, ya que tiene el potencial de ser aceptado en muchas aplicaciones diferentes en la construcción. En base a eso, los autores están trabajando para desarrollar e investigar un nuevo diseño de estructura híbrida que combine UHPC con hormigón convencional. Los resultados se documentarán en un documento aparte”.

Según Abdulkareem et al. (2018) en el artículo científico titulado "Mixture design and early age investigations of more sustainable UHPC", fijaron como objetivos “en primer lugar, pretende, a través de un estudio preliminar con tecnología y materiales comunes, asegurar la compatibilidad entre los ingredientes locales de UHPC. En segundo lugar, analice el efecto del contenido de BFS en las propiedades frescas y tempranas de los UHPC diseñados en términos de trabajabilidad, tiempo de fraguado, calor de hidratación y resistencia a la compresión. Además, se profundizará el efecto de la activación química de BFS sobre el mecanismo de hidratación y la resistencia a la compresión de UHPC a una edad temprana”, aplicando una metodología experimental, obtuvieron los resultados siguientes: "Los resultados mostraron que, desde el punto de vista de la mezcla: i) el uso de mezcladores de alta energía es necesario para asegurar una mezcla homogénea y trabajable; ii) el superplastificante de policarboxilato con estructura química de polímero acrílico (ACP1) y una dosis de saturación de 1,8 % brinda una mejor trabajabilidad para UHPC, en comparación con otros seis superplastificantes; iii) a pesar de su efecto negativo sobre el flujo de asentamiento, el humo de sílice gris (silicio) asegura una mejor resistencia a la compresión a una edad temprana que el ligero (zirconio). Los resultados también mostraron que para el 30% del reemplazo de cemento, prevalece el efecto de nucleación de las partículas BFS e induce una aceleración de la reacción de fraguado e hidratación del cemento. Para contenidos de BFS de 50 y 80%, domina el efecto de dilución, lo que desacelera la reacción de fraguado e hidratación y disminuye el pico de flujo de calor. La adición de BFS también afecta el desarrollo de la fuerza. A los 3 días, las concentraciones de las mezclas combinadas de UHPC con 50 y 80 % de BFS se redujeron en un 26 y 66 % respectivamente, mientras que, por el contrario, hubo un ligero aumento en la resistencia (+3 %) con 30 % de BFS en comparación con la mezcla de referencia (UHPC1). Para UHPC que contiene 80% de BFS, el uso de activador químico de hidróxido de potasio, con una concentración de $[KOH]_3$, provoca la disolución y reacción de la escoria, lo que a su vez mejora la resistencia a la compresión en un 42% y

11%, a 3 y 7 días, respectivamente”. Finalmente, fijan como conclusiones: “En conclusión, se diseñó y optimizó un UHPC utilizando materiales locales. La sustitución del 30% del cemento por BFS mejora ligeramente la resistencia a la compresión a edades tempranas y disminuye en dos veces el contenido de superplastificante, sin activación alguna. Esto disminuye la huella ambiental del UHPC desarrollado. Con un alto contenido de BFS, se observa una caída de la resistencia a la compresión a edades tempranas, y una activación química reduce esta caída. Sin embargo, es necesaria una alta concentración de KOH para compensar la disminución de la resistencia a la compresión, que afecta drásticamente la trabajabilidad del hormigón. Por lo tanto, se necesitan más investigaciones para investigar otros modos de activación que mejoren la resistencia a la compresión del UHPC combinado y garanticen la trabajabilidad requerida”.

Según Arora et al. (2019) en el artículo científico titulado "Material Design of Economical Ultra-High Performance Concrete (UHPC) and Evaluation of their Properties", fijaron como objetivos “Este documento describe un método de selección de agregados (tamaño y cantidades) basado en el modelo de empaque comprimible [28,29], que se implementa junto con el método de selección de ligantes basado en el empaque microestructural y la reología descrito en [21], para desarrollar UHPC resistente y económico. mezclas El componente aglutinante está diseñado para ser sostenible y económico, con un reemplazo del 30 % al 50 % del cemento portland (basado en masa) por materiales finos comúnmente disponibles, como cenizas volantes, humo de sílice, metacaolín y polvo de piedra caliza”, aplicaron una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes: "Se informa el acoplamiento de optimizaciones separadas de las fases de aglutinante y agregado para producir mezclas de hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) sostenibles y económicas. Los aglutinantes que contienen materiales de reemplazo de cemento comúnmente disponibles con un nivel de reemplazo de cemento (basado en la masa) entre 30 % y 50 % se seleccionan utilizando criterios basados en la reología y el empaque microestructural. Estos aglutinantes se utilizan junto con tamaños/cantidades de agregados seleccionados en función de la densidad máxima de empaque prevista por un modelo de empaque comprimible para producir mezclas de UHPC con una resistencia a la compresión > 150 MPa. Tres tamaños de agregado grueso (tamaño nominal máximo de 6,25 mm, 4,75 mm y 2,36 mm) y dos tamaños de agregado fino (d₅₀ de 0,6 mm y 0,2 mm) se utilizan en el proceso de optimización, que se implementa en un programa de computadora. Se incorporan consideraciones de empaque relevantes para mezclas polidispersas y la presencia de fibras. Las altas resistencias a la compresión ya la flexión de estas mezclas, junto con una muy alta resistencia a la humedad y al transporte iónico, validan el procedimiento de diseño de materiales. También se presenta un análisis de

costos preliminar para demostrar que las mezclas UHPC se pueden dosificar a una fracción del costo de las mezclas patentadas utilizando un enfoque de diseño basado en la ciencia de los materiales fundamentales”. Finalmente, fijaron como conclusiones: “Un análisis de costos preliminar sugirió que estas mezclas podrían dosificarse a una fracción del costo de las mezclas UHPC patentadas. El uso de materiales aglutinantes y de relleno convencionales, y los altos niveles de reemplazo de OPC a través del empaque microestructural y la optimización de la reología también facilitan la reducción del costo del material. Además, también se espera que las mezclas de UHPC con combinaciones optimizadas de aglomerantes y agregados obtengan buenos resultados en un análisis de impacto y costo del ciclo de vida, atribuible a la gran reducción en el contenido de OPC, así como al uso de materiales de reemplazo de cemento comunes en lugar de otros con mayor rendimiento económico. e impactos ambientales para la producción”.

Según Khayat et al. (2019) en el artículo científico titulado "Rheological properties of ultra-high-performance concrete — An overview", fijaron como objetivos “La descripción general proporcionada en este estudio está motivada por la necesidad de adaptar las propiedades reológicas de UHPC para diferentes aplicaciones para mejorar el rendimiento. Esto incluye recomendaciones para el protocolo de prueba de UHPC para evaluar las propiedades reológicas y la discusión sobre el efecto de los materiales constituyentes en la reología”, aplicaron una metodología experimental, obtuvieron los resultados siguientes: "El hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) está atrayendo cada vez más interés en todo el mundo debido a sus propiedades mecánicas superiores y su durabilidad. Asegurar las propiedades reológicas adecuadas puede afectar la dispersión y alineación de la fibra con un efecto marcado en el rendimiento de UHPC. La adaptación de las propiedades reológicas de UHPC para asegurar un rendimiento mejorado no se considera mucho en la etapa de diseño de la mezcla. En este documento, se analiza una descripción general de las propiedades reológicas del UHPC, los modelos de flujo aplicables, las técnicas de medición y los errores asociados con la interpretación de las mediciones reológicas. Se presenta el efecto de varios materiales constituyentes sobre las propiedades reológicas de UHPC. Esto incluye los materiales cementosos, arena, mezclas químicas, fibras, nanomateriales y agentes de curado internos. Lo que es más importante, el documento analiza los requisitos de propiedades reológicas del UHPC y las estrategias para controlar la reología del UHPC destinado a diferentes aplicaciones, como reparación y rehabilitación, conexiones de paneles de tableros de puentes, construcción de elementos estructurales y arquitectónicos y fabricación digital”. Finalmente, fijaron como conclusiones: “La reología del UHPC se ve afectada considerablemente por la energía de mezcla y la temperatura del material. Cuando se utiliza para aplicaciones de reparación y

relleno, el UHPC debe desarrollar un límite elástico relativamente bajo y una alta viscosidad para mejorar la deformabilidad y la estabilidad. Cuando se utiliza el UHPC como hormigón corto para proyección, la mezcla fresca debe ser altamente viscosa y tixotrópica para adherirse al sustrato y permanecer cohesiva sin descolgarse. En la construcción nueva de elementos estructurales, el UHPC debe adaptarse con un límite elástico bajo para mejorar la capacidad de llenado. En consistencias autocompactantes que implican un límite elástico bajo, una viscosidad plástica óptima puede mejorar la distribución de las fibras y mejorar las propiedades de tracción y flexión. UHPC para aplicaciones de impresión 3D debe desarrollar un límite elástico inicial relativamente bajo para mejorar la capacidad de bombeo y la extrusión. Inmediatamente después de la deposición, se requiere una construcción estructural rápida y el desarrollo de la resistencia en verde para un desempeño exitoso”.

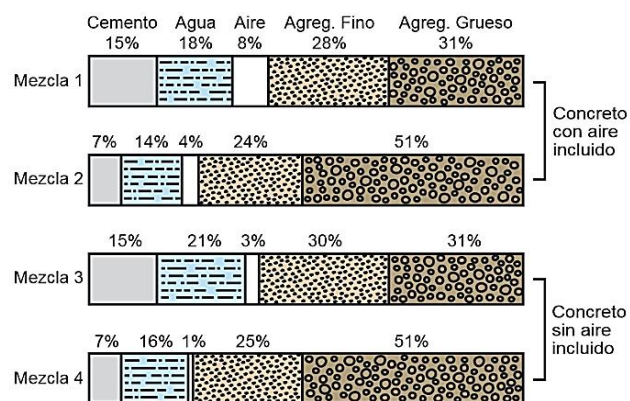
2.2. Bases teóricas

En el presente capítulo, se detallan los aspectos más relevantes de la tecnología del concreto de alta resistencia, como definiciones, las aplicaciones de este tipo de concreto, ventajas y desventajas sobre su utilización, características principales de los materiales adecuados para conformar las mezclas de concretos de alta resistencia, propiedades del concreto en estado fresco, finalizando con las propiedades mecánicas de este tipo de concreto.

2.2.1. El concreto

Es un material de construcción artificial parecido a la piedra. La palabra "concreto" deriva del latín *concretus*, que significa "crecer juntos". El hormigón es un material compuesto formado por material granular grueso (el árido o relleno) incrustado en una matriz dura de material (el cemento o aglutinante) que rellena el espacio entre las partículas del árido y las pega entre sí. Alternativamente, podemos decir que el hormigón es un material compuesto que consiste esencialmente en un medio aglutinante en el que están incrustadas partículas o fragmentos de agregados.

Figura 1. Variación de las proporciones usadas en concreto en volumen absoluto



Fuente: Kosmatka et al. (2004, p. 1)

2.2.1.1. Clasificación según peso unitario

Según el peso unitario de los hormigones, se pueden clasificar en cuatro categorías. El hormigón ultraligero solo se puede utilizar para construir miembros no estructurales. El hormigón ligero se puede utilizar para construir elementos estructurales y no estructurales, según su composición específica. Los hormigones de peso normal son hormigones de uso común en la construcción de infraestructuras y edificios. El hormigón pesado se utiliza para construir algunas estructuras especiales, como laboratorios, salas de examen de hospitales y plantas nucleares, donde se necesita protección radioactiva para minimizar su influencia en la salud de las personas.

Tabla 2. Clasificación de concreto según peso unitario

Classification	Unit Weight (Kg/m ³)
Ultra-lightweight concrete	<1200
Lightweight concrete	1200 < UW < 1800
Normal-weight concrete	~2400
Heavyweight concrete	>3200

Fuente: Li (2011, p. 15)

2.2.1.2. Clasificación de acuerdo con la resistencia a la compresión

Según su resistencia a la compresión, el hormigón se puede clasificar en cuatro categorías. El hormigón de baja resistencia se utiliza principalmente para construir estructuras de hormigón en masa, subrasantes de carreteras y tabiques. Los hormigones de resistencia

moderada son los hormigones más utilizados en edificios, puentes y estructuras similares. Los hormigones de alta resistencia se pueden utilizar para construir columnas de edificios altos, torres de puentes y muros de corte. Los hormigones de ultra alta resistencia aún no se han utilizado ampliamente en construcciones estructurales. Solo unas pocas pasarelas y algunos segmentos estructurales, como vigas, se han construido con este tipo de hormigón.

Tabla 3. *Clasificación de acuerdo con la resistencia a la compresión*

Classification	Compressive Strength (MPa)
Low-strength concrete	<20
Moderate-strength concrete	20–50
High-strength concrete	50–150
Ultra-high-strength concrete	>150

Fuente: Li, (2011, p. 16)

2.2.1.3. Clasificación según aditivos

Según los materiales distintos del cemento, los áridos y el agua que se añaden a las mezclas de hormigón como aditivos, los hormigones se pueden clasificar en diferentes categorías. En la tabla se muestran cuatro ejemplos. El hormigón reforzado con fibra (FRC) es un tipo de hormigón con fibras incorporadas. Se han utilizado muchas fibras diferentes para producir hormigón reforzado con fibras, incluidos acero, vidrio, polímeros y carbono.

Tabla 4. *Clasificación según aditivos*

Classification	Additives
MDF	Polymers
Fiber-reinforced concrete	Different fibers
DSP concrete	Large amount silica fume
Polymer concrete	Polymers

Fuente: Li (2011, p. 16)

2.2.1.4. Concreto con resistencia acelerada

El concreto con resistencia acelerada es una variante de concreto que se caracteriza por adquirir una resistencia temprana en un período de tiempo más corto que el concreto convencional. Esto significa que el concreto puede alcanzar una fuerza y rigidez significativas en un lapso reducido, generalmente dentro de los primeros días de su colocación.

El logro de esta resistencia acelerada se puede establecer mediante la adición de aditivos especiales al concreto durante la mezcla. Estos aditivos acelerantes actúan sobre el proceso de hidratación del cemento, acelerando las reacciones químicas que conducen a la formación de los enlaces y la estructura cristalina del material. Como resultado, se forma una matriz de concreto más densa y resistente en un tiempo más corto.

El concreto con resistencia acelerada se utiliza en situaciones en las que se requiere una fuerza temprana, como en proyectos de construcción que necesitan una rápida puesta en servicio o en estructuras donde se deben aplicar cargas o tensiones prematuras. También puede ser beneficioso en climas fríos o húmedos, donde el tiempo de fraguado y endurecimiento del concreto convencional se vería afectado negativamente.

Ventajas:

Reducción del tiempo de construcción: El principal beneficio del concreto con resistencia acelerada es la capacidad de lograr una resistencia temprana en un tiempo más corto en comparación con el concreto convencional. Esto permite acelerar el proceso de construcción y cumplir con plazos ajustados.

Mayor productividad: Al reducir el tiempo de fraguado y endurecimiento, el concreto con resistencia acelerada puede aumentar la productividad en el sitio de construcción. Se pueden realizar actividades como el encofrado, desencofrado y curado más rápidamente, lo que acelera el ritmo de trabajo.

Posibilidad de uso en condiciones climáticas desfavorables: Los concretos con resistencia acelerada pueden ser especialmente útiles en climas fríos o húmedos, donde las bajas temperaturas o la presencia de agua pueden retrasar el fraguado y endurecimiento del concreto convencional. La resistencia acelerada permite realizar trabajos incluso en condiciones climáticas menos favorables.

Mayor durabilidad y resistencia a largo plazo: Aunque la resistencia acelerada se logra en etapas tempranas, los concretos con resistencia acelerada suelen tener una mayor densidad y resistencia en general. Esto puede traducirse en una mayor durabilidad y capacidad de soportar cargas o condiciones adversas a lo largo del tiempo.

Desventajas:

Costo adicional: El uso de aditivos o técnicas para lograr la resistencia acelerada puede implicar un costo adicional en comparación con el concreto convencional. Estos aditivos o técnicas pueden tener un costo más elevado y requerir un control más estricto durante la dosificación y colocación del concreto.

Mayor complejidad en la dosificación y colocación: La incorporación de aditivos acelerantes y el control del proceso de fraguado y endurecimiento pueden agregar complejidad a la dosificación y colocación del concreto. Se requiere un mayor cuidado en la mezcla y seguimiento de los tiempos y condiciones de curado para garantizar el logro de la resistencia deseada.

Menor tiempo de trabajabilidad: El concreto con resistencia acelerada puede tener un tiempo de trabajabilidad más reducido en comparación con el concreto convencional. Esto significa que el tiempo disponible para mezclar, colocar y compactar el concreto puede ser más limitado, lo que requiere una planificación y ejecución precisas en el sitio de construcción.

2.2.1.5. Propiedades del concreto con resistencia acelerada

El concreto con resistencia acelerada tiene propiedades físicas y mecánicas distintivas en comparación con el concreto convencional. Algunas de las propiedades físicas y mecánicas más relevantes son:

Propiedades físicas:

Aquí tienes información adicional sobre algunas propiedades físicas específicas del concreto con resistencia acelerada.

Temperatura: La temperatura del concreto durante el proceso de fraguado y endurecimiento puede tener un impacto significativo en su resistencia y durabilidad. En el caso del concreto con resistencia acelerada, es importante controlar y monitorear la temperatura para garantizar que se cumplan los requisitos de fraguado y desarrollo de resistencia acelerada. Esto se logra mediante la dosificación y manipulación adecuada de los aditivos acelerantes, así como el uso de técnicas de curado apropiadas para controlar la temperatura del concreto.

Asentamiento: El asentamiento se refiere a la capacidad del concreto fresco para fluir y consolidarse bajo su propio peso. En el caso del concreto con resistencia acelerada, se busca un asentamiento óptimo que permita una adecuada colocación y compactación del concreto sin comprometer la resistencia temprana deseada. Es importante encontrar el equilibrio adecuado entre el asentamiento y la trabajabilidad del concreto para garantizar un adecuado llenado de los moldes o encofrados.

Contenido de aire: El contenido de aire en el concreto se refiere a la presencia de pequeñas burbujas de aire distribuidas en la masa del concreto. En el caso del concreto con resistencia acelerada, se debe tener en cuenta el contenido de aire para asegurar una adecuada resistencia al congelamiento y descongelamiento, así como una mejor resistencia a la segregación y a la expansión por reacción álcali-sílice. El uso de aditivos acelerantes no debe comprometer el contenido de aire especificado según los requisitos del proyecto.

Peso unitario: El peso unitario del concreto se refiere a la masa del concreto por unidad de volumen. En el caso del concreto con resistencia acelerada, el peso unitario puede variar dependiendo de la dosificación de los materiales y la compactación adecuada durante la colocación. Es importante garantizar que el peso unitario cumpla con los requisitos establecidos para garantizar la resistencia y estabilidad estructural adecuadas.

Propiedades mecánicas:

Resistencia a compresión: La resistencia a compresión es una medida de la capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión. En el caso del concreto con resistencia acelerada, se busca obtener una resistencia a compresión temprana y rápida, generalmente a los 5 días, para acelerar los tiempos de construcción. Los aditivos acelerantes utilizados en la dosificación del concreto pueden promover una mayor reacción de hidratación, lo que resulta en un aumento de la resistencia a compresión en un período de tiempo más corto en comparación con el concreto convencional. Es importante realizar pruebas de resistencia a compresión

para verificar si se alcanzan los valores de resistencia deseados en el tiempo especificado.

Volumen de vacíos: El volumen de vacíos se refiere al espacio no ocupado por los agregados y la pasta de cemento en la estructura del concreto. En el caso del concreto con resistencia acelerada, se busca minimizar el volumen de vacíos para garantizar una mayor densidad y resistencia del concreto. Un menor volumen de vacíos contribuye a una mayor resistencia, durabilidad y resistencia a la penetración de agentes externos, como el agua y los productos químicos. El uso de aditivos acelerantes puede ayudar a mejorar la compactación y reducir el volumen de vacíos, lo que contribuye a un concreto más denso y resistente.

2.2.1.6. Aplicaciones del concreto con resistencia acelerada

El concreto de resistencia acelerada tiene diversas aplicaciones en el sector de la construcción. Algunas de las principales son:

Obras de emergencia: El concreto de resistencia acelerada se utiliza en situaciones de emergencia donde es necesario obtener rápidamente una resistencia temprana para garantizar la estabilidad y la seguridad de las estructuras. Por ejemplo, en reparaciones de puentes, estructuras colapsadas o infraestructuras dañadas por desastres naturales.

Construcción rápida: En proyectos, como edificaciones comerciales o industriales, el uso de concreto de resistencia acelerada permite acelerar los tiempos de construcción al lograr rápidamente la resistencia necesaria para avanzar en las etapas de construcción.

Pavimentos y carreteras: El concreto de resistencia acelerada se utiliza comúnmente en la construcción de pavimentos y carreteras, donde es necesario que la superficie sea transitable en poco tiempo. Esto permite reducir el tiempo de cierre de vías y minimizar las molestias a los usuarios.

Elementos prefabricados: En la fabricación de elementos prefabricados, como vigas, losas y paneles, el concreto de resistencia

acelerada se utiliza para lograr rápidamente la resistencia necesaria y permitir el desencofrado y transporte de los elementos prefabricados en un tiempo reducido.

Reparaciones y rehabilitaciones: En proyectos de reparación y rehabilitación de estructuras existentes, el concreto de resistencia acelerada se emplea para garantizar la resistencia temprana y la rápida puesta en servicio de las estructuras intervenidas.

2.2.2. Los agregados

Constituyen el esqueleto del hormigón. Aproximadamente tres cuartas partes del volumen del hormigón convencional lo ocupan los áridos. Es inevitable que un constituyente que ocupa un porcentaje tan grande de la masa aporte propiedades importantes tanto al producto fresco como al endurecido. El árido suele considerarse una dispersión inerte en la pasta de cemento. Sin embargo, en sentido estricto, el árido no es realmente inerte porque las propiedades físicas, térmicas y, a veces, químicas pueden influir en el comportamiento del hormigón. (Neville and Brooks, 1990).

2.2.2.1. Tipos principales de agregados

Agregados gruesos: Los agregados gruesos consisten en partículas de mayor tamaño, generalmente mayores a 4.75 mm (3/16 de pulgada). Estos agregados se componen de rocas trituradas, grava o piedra triturada. Su función principal es proporcionar resistencia estructural al concreto. Los agregados gruesos llenan el espacio entre las partículas de cemento y contribuyen a la resistencia a la compresión del concreto. También ayudan a reducir la contracción y la fisuración.

Agregados finos: Los agregados finos son partículas más pequeñas, generalmente menores a 4.75 mm (3/16 de pulgada), como arena natural o arena triturada. Estos agregados llenan los espacios vacíos entre los agregados gruesos y las partículas de cemento. Su función principal es mejorar la trabajabilidad del concreto, facilitando su mezclado, colocación y acabado. También contribuyen a la resistencia y durabilidad del concreto, así como a la cohesión de la mezcla.

2.2.2.2. Efectos de los agregados

Los agregados en el hormigón fresco y plástico: Cuando el hormigón está recién mezclado, los áridos están suspendidos en la pasta de burbujas de cemento-agua-aire. El comportamiento del hormigón fresco, como la fluidez, la cohesividad y el comportamiento reológico, está influido en gran medida por la cantidad, el tipo, la textura superficial y la gradación de tamaño de los áridos. La selección del árido tiene que cumplir los requisitos del uso final, es decir, qué tipo de estructura se va a construir.

Los agregados en el hormigón endurecido: Aunque hay poca reacción química entre el árido y la pasta de cemento, el árido aporta muchas cualidades al hormigón endurecido. Además de reducir el coste, el árido en el hormigón puede reducir la retracción y la fluencia de la pasta de cemento. Por otra parte, los áridos tienen una gran influencia en la rigidez, el peso unitario, la resistencia, las propiedades térmicas, la adherencia y la resistencia al desgaste del hormigón.

2.2.2.3. Relación arena/agregado grueso

La relación arena/agregado grueso influye en la compactación del hormigón. También influye en la trabajabilidad del hormigón en estado fresco. El aumento de la relación arena/agregado grueso puede conducir a un aumento de la cohesividad, pero reduce la consistencia. De todas las medidas para mejorar la cohesividad del hormigón, el aumento de la relación arena/agregado grueso ha demostrado ser la más eficaz.

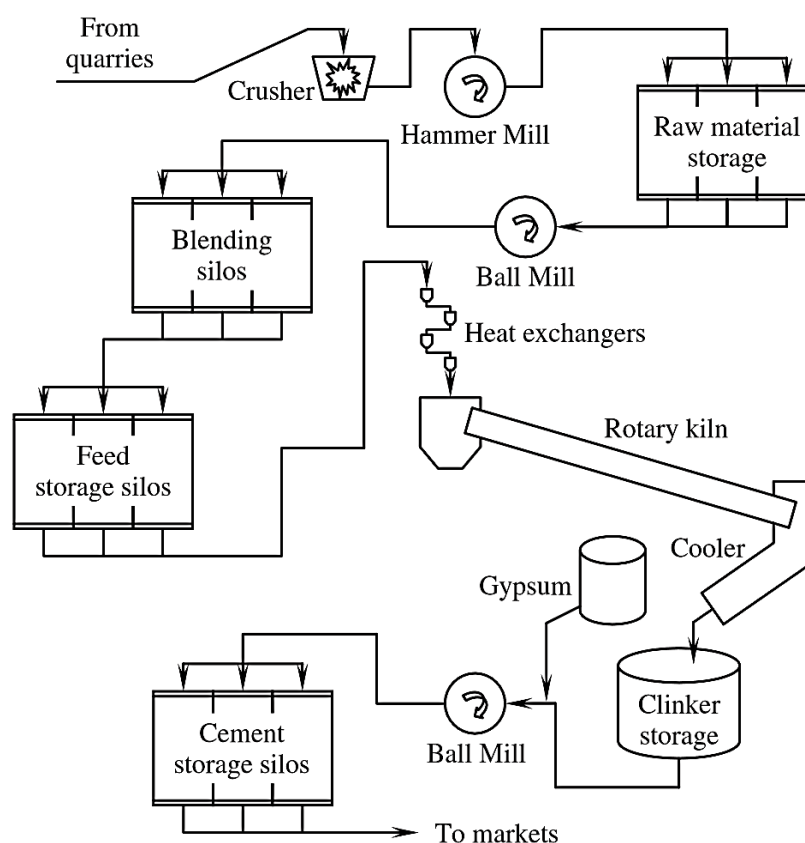
2.2.3. Cemento Portland

El cemento Portland se fabrica combinando una mezcla apropiada de piedra caliza y arcilla o esquisto, y calentándolos a 1450 °C en un horno rotatorio. Actualmente, la capacidad de un horno rotatorio puede alcanzar las 10.000 toneladas métricas diarias. La figura 2 se muestra una línea de producción modelo de China Hailuo Cement Company.

Los pasos preliminares son una variedad de operaciones de mezcla y trituración, la materia prima debe tener una composición uniforme y ser de un tamaño lo

suficientemente fino para que las reacciones entre los componentes puedan completarse en el horno. Posteriormente, el clinker quemado se muele con yeso para formar el familiar polvo gris conocido como cemento Portland. Las materias primas básicas utilizadas para la fabricación del cemento Portland son la piedra caliza, la arcilla y el mineral de hierro. Las reacciones primarias durante el proceso de calcinación se enumeran a continuación.

Figura 2. *Procesos de Fabricación de cemento Portland*



Fuente: Li (2011, p. 35)

Tabla 5. *Componentes ordinarios de cemento Portland*

Compound	Oxide Composition	Color	Common Name	Weight Percentage
Tricalcium silicate	C ₃ S	White	Alite	50
Dicalcium silicate	C ₂ S	White	Belite	25
Tricalcium aluminate	C ₃ A	white/grey	n/a	12
Tetracalcium aluminoferrite	C ₄ AF	Black	Ferrite	8

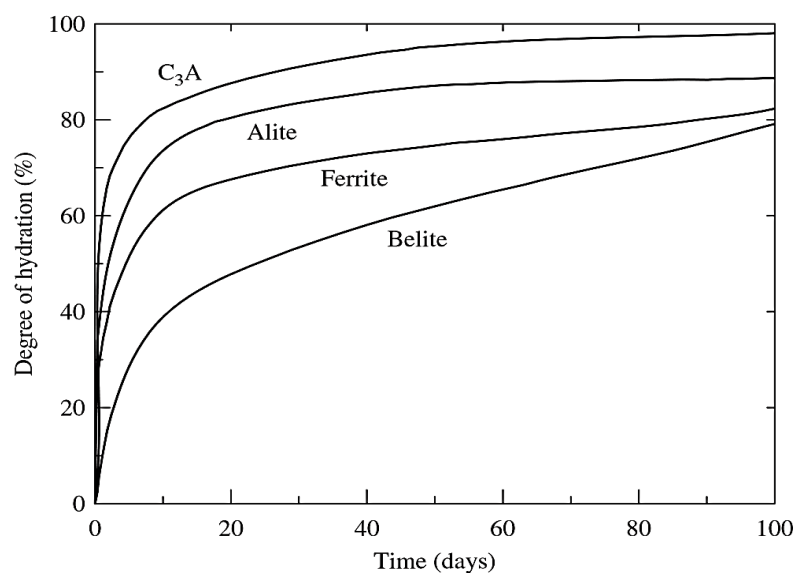
Fuente: Li (2011, p. 37)

Tabla 6. Composición típica de óxido de un cemento Portland de uso general

Oxide	Shorthand Notation	Common Name	Weight Percent
CaO	C	lime	64.67
SiO ₂	S	silica	21.03
Al ₂ O ₃	A	alumina	6.16
Fe ₂ O ₃	F	ferric oxide	2.58
MgO	M	magnesia	2.62
K ₂ O	K	alkalis	0.61
Na ₂ O	N	alkalis	0.34
SO ₃	$\bar{S}$	sulfur trioxide	2.03
CO ₂	$\bar{C}$	carbon dioxide	—
H ₂ O	H	water	—

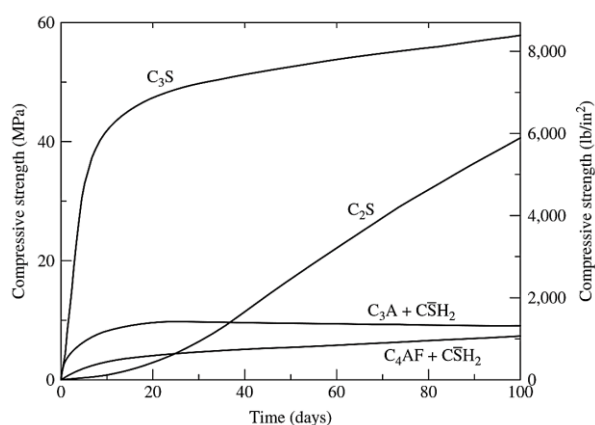
Fuente: Li (2011, p. 37)

Figura 3. Proceso de hidratación de los constituyentes primarios del cemento Portland



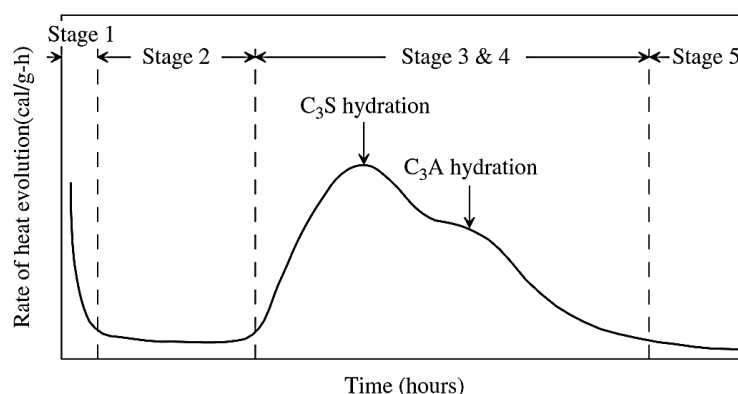
Fuente: Li (2011, p. 40)

Figura 4. Desarrollo de la resistencia de los compuestos primarios del cemento Portland



Fuente: Li (2011, p. 41)

Figura 5. Curva colorimétrica típica del cemento Portland



Fuente: Li (2011, p. 41)

Tabla 7. Cinética de reacción, procesos químicos y relevancia para el concreto de las diferentes etapas de reacción del cemento

Table 2-8 Chemical compositions and physical properties of different Portland cements

Chemical Compositions and Physical Properties	Portland Cement Type				
	I	II	III	IV	V
C ₃ S	50	45	60	25	40
C ₂ S	25	30	15	50	40
C ₃ A	12	7	10	5	4
C ₄ AF	8	12	8	12	10
CSH ₂	5	5	5	4	4
Fineness (Blaine, m ² /kg)	350	350	450	300	350
Compressive strength (1 day, MPa [psi])	7	6	14	3	6
	[1000]	[900]	[2000]	[450]	[900]
Heat of hydration (7 days, J/g)	330	250	500	210	250

Fuente: Li (2011, p. 53)

Los cementos portland son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada piedra machacada, pedrejón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo. Se fabrican diferentes tipos de cemento portland para satisfacer a varios requisitos físicos y químicos para aplicaciones específicas. Los cementos portland se producen de acuerdo con las especificaciones ASTM C 150, AASHTO M 85 o ASTM C 1157. La ASTM C 150, Especificaciones de norma para el cemento Portland (Standard Specification for Portland Cement), designa ocho tipos de cementos, usando los números romanos, como sigue:

Tabla 8. *ASTM C 150, Especificaciones de norma para el cemento Portland*

Tipo I	Normal
Tipo IA	Normal con aire incluido
Tipo II	Moderada resistencia a los sulfatos
Tipo IIA	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido
Tipo III	Alta resistencia inicial (alta resistencia temprana)
Tipo IIIA	Alta resistencia inicial con aire incluido
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos

Fuente: Kosmatka et al. (2004, p. 30)

2.2.3.1. Cementos adicionados

Los cementos adicionados se producen por la molienda uniforme y conjunta o por la mezcla de dos o más tipos de materiales finos. Los materiales principales son cemento Portland, escoria granulada de alto horno, ceniza volante, humo de sílice, arcilla calcinada, otras puzolanas, cal hidratada y combinaciones premezcladas de estos materiales. Los cementos hidráulicos mezclados necesitan estar en conformidad con la ASTM C 595 (AASHTO M 240), Especificación para cementos hidráulicos mezclados (Specification for Blended Hydraulic Cements) o ASTM C 1157, especificación de desempeño de cementos hidráulicos (Performance Specification for Hydraulic Cements). La ASTM C 595 establece cinco clases principales de cementos adicionados:

Tabla 9. *ASTM C 1157 Especificación de desempeño de cementos hidráulicos*

Tipo IS	Cemento portland alto horno
Tipo IP y Tipo P	Cemento portland puzolánico
Tipo I (PM)	Cemento portland modificado con puzolana
Tipo S	Cemento de escoria o siderúrgico
Tipo I (SM)	Cemento portland modificado con escoria

Fuente: Kosmatka et.al. (2004, p. 35)

Tabla 10. Aplicaciones para los cementos más populares en los EE. UU

Especificación del cemento	Aplicaciones*						
	Uso general	Moderado calor de hidratación	Alta resistencia inicial	Bajo calor de hidratación	Moderada resistencia a los sulfatos	Alta resistencia a los sulfatos	Resistencia a la reacción álcali-silice (RAS)**
ASTM C 150 (AASHTO M 85) cementos portland	I	II (opción de moderado calor)	III	IV	II	V	Opción de bajo álcalis
ASTM C 595 (AASHTO M 240) Cementos hidráulicos mezclados	IS IP I(PM) I(SM) S, P	IS(MH) IP(MH) I(PM)(MH) I(SM)(MH)		P(LH)	IS(MS) IP(MS) P(MS) I(PM)(MS) I(SM)(MS)		Opción de baja reactividad
ASTM C 1157 Cementos hidráulicos***	GU	MH	HE	LH	MS	HS	Opción R

* Verifique la disponibilidad local de los cementos específicos pues ni todos los cementos están disponibles en todas las regiones.

** La opción de baja reactividad con agregados susceptibles a la RAS se puede aplicar a cualquier tipo de cemento en las columnas a la izquierda.

*** Para los cementos ASTM C 1157, la nomenclatura de cemento hidráulico, cemento portland, cemento portland con aire incluido, cemento portland modificado o cemento portland adicionado se usa con la designación del tipo.

Fuente: Kosmatka et. al. (2004, p. 38)

Históricamente, una mezcla es casi tan antigua como el hormigón mismo. Los romanos usaban grasa animal, leche y sangre para mejorar sus propiedades concretas. Aunque estos se agregaron para mejorar la trabajabilidad, la sangre era un agente inclusor de aire muy efectivo y bien podría haber mejorado la durabilidad del concreto romano. En tiempos más recientes, el cloruro de calcio se usaba a menudo para acelerar la hidratación del cemento. El estudio sistemático de las mezclas comenzó con la introducción de agentes inclusores de aire en la década de 1930, cuando se descubrió accidentalmente que el cemento molido con sebo de res (ayuda para moler) tenía más resistencia a la congelación y descongelación que un cemento molido sin sebo de res.

2.2.4. Los aditivos

Hoy en día, como mencionamos anteriormente, los aditivos son componentes importantes y necesarios para la tecnología moderna del hormigón. Las propiedades del hormigón, tanto en estado fresco como endurecido, pueden modificarse o mejorarse mediante aditivos. Los beneficios de los aditivos para el concreto se enumeran en la Tabla 2-10. Hoy en día, casi todos los hormigones contemporáneos contienen uno o más aditivos. Por lo tanto, es importante que los ingenieros civiles estén familiarizados con los aditivos de uso común.

Tabla 11. *Efectos de diferentes tipos de aditivos en las propiedades del concreto*

Table 2-10 Beneficial effects of different kinds of admixtures on concrete properties

Concrete Property	Admixture Type	Category of Admixture
Workability	Water reducers	Chemical
	Air-entraining agents	Air entraining
	Inert mineral powder	Mineral
	Pozzolans	Mineral
	Polymer latexes	Miscellaneous
Set control	Set accelerators	Chemical
	Set retarders	Chemical
Strength	Pozzolans	Mineral
	Polymer latexes	Miscellaneous
Durability	Air-entraining agents	Air entraining
	Pozzolans	Mineral
	Water reducers	Chemical
	Corrosion inhibitors	Miscellaneous
	Shrinkage reducer	Miscellaneous
Special concrete	Polymer latexes	Miscellaneous
	Silica fume	Mineral
	Expansive admixtures	Miscellaneous
	Color pigments	Miscellaneous
	Gas-forming admixtures	Miscellaneous

Fuente: Li (2011, p. 69)

2.2.4.1. Aditivos químicos (ASTM C494 y BS 5075)

Un aditivo químico es cualquier aditivo químico a la mezcla de concreto que mejora las propiedades del concreto en estado fresco o endurecido. Los productos químicos de uso general incluyen aquellos que reducen la demanda de agua para una trabajabilidad dada (llamados reductores de agua), y aquellos químicos que controlan el tiempo de fraguado y la tasa de ganancia de resistencia del concreto (llamados aceleradores y retardadores). Además de estos productos químicos, existen otros para fines especiales: agentes modificadores de la viscosidad, productos químicos para reducir la contracción y aditivos para mitigar la reacción de álcali-sílice" (Li, 2011, p. 69).

Tabla 12. *Cinética de reacción, procesos químicos y relevancia para el concreto de las diferentes etapas de reacción del cemento*

Table 2-6 Kinetics of reaction, chemical processes, and relevance to concrete of the different reaction stages of cement

Reaction Stage	Kinetics of Reaction	Chemical Processes	Relevance to Concrete
1. Initial hydrolysis	Chemical control; rapid	Initial hydrolysis; dissolution of ions	n/a
2. Induction period	Nucleation control; slow	Continued dissolution of ions	Determines initial set
3. Acceleration	Chemical control; rapid	Initial formation of hydration products	Determines final set and rate of initial hardening
4. Deceleration	Chemical and diffusion control; slow	Continued formation of hydration products	Determines rate of early strength gain
5. Steady state	Diffusion control; slow	Slow formation of hydration products	Determines rate of later strength gain

Fuente: Li (2011, p. 42)

2.2.4.2. Clasificación de los aditivos

La norma ASTM C494, titulada "Especificación para aditivos químicos para concreto", proporciona una clasificación estándar de los aditivos utilizados en el concreto. Según esta norma, los aditivos se clasifican en las siguientes categorías:

Tipo A: Reductores de agua

Tipo A1: Reductores de agua sin aire incorporado

Tipo A2: Reductores de agua con aire incorporado

Tipo B: Retardadores

Tipo B1: Retardadores normales

Tipo B2: Retardadores de baja emisión

Tipo C: Aceleradores

Tipo C1: Aceleradores normales

Tipo C2: Aceleradores de alta eficiencia

Tipo D: Aditivos para la reducción de la pérdida de agua y la evaporación

Tipo D1: Aditivos para reducir la pérdida de agua

Tipo D2: Aditivos para reducir la evaporación

Tipo E: Aditivos para mejorar la trabajabilidad y la cohesión

Tipo E1: Aditivos plastificantes

Tipo E2: Aditivos de plasticidad

Tipo F: Aditivos para mejorar la resistencia y la durabilidad

Tipo F1: Aditivos reductores de permeabilidad

Tipo F2: Aditivos para resistencia temprana

Tipo G: Aditivos para la modificación del fraguado y las propiedades del concreto

Tipo G1: Aditivos para la modificación del fraguado

Tipo G2: Aditivos para mejorar las propiedades del concreto

2.2.4.3. Aditivos acelerantes de resistencia

Los aditivos acelerantes de resistencia son aquellos que se utilizan en el concreto para lograr un desarrollo rápido de la resistencia inicial. Estos aditivos aceleran el proceso de fraguado y endurecimiento del concreto, permitiendo alcanzar resistencias más altas en un período de tiempo más corto.

Algunas características y beneficios de los aditivos acelerantes de resistencia son:

Aceleración del fraguado: Estos aditivos aceleran la reacción química entre el cemento y el agua, lo que resulta en un tiempo de fraguado más corto. Esto es especialmente útil en condiciones climáticas frías o cuando se requiere un rápido avance en la construcción.

Resistencia inicial más alta: Los aditivos acelerantes de resistencia promueven un desarrollo temprano de la resistencia, lo que permite utilizar el concreto en etapas tempranas de la construcción, como desencofrados o aplicaciones estructurales que requieren soporte de carga temprano.

Mejora de la productividad: Al acelerar el tiempo de fraguado y endurecimiento, los aditivos acelerantes de resistencia permiten reducir los tiempos de espera y aumentar la eficiencia en la construcción.

2.2.5. Agua

El agua desempeña un papel fundamental en el proceso de hidratación del cemento, que es la reacción química que ocurre entre el cemento y el agua para formar la pasta cementicia. Esta hidratación es lo que proporciona al concreto sus propiedades de resistencia y durabilidad.

Beneficios del agua en el concreto:

Hidratación del cemento: El agua es necesaria para activar la hidratación del cemento, lo que resulta en la formación de productos químicos cementicios que contribuyen a la resistencia y la durabilidad del concreto. Sin agua, el cemento no puede hidratarse adecuadamente y no se producirá un endurecimiento efectivo.

Trabajabilidad y plasticidad: El agua juega un papel crucial en la trabajabilidad y la plasticidad del concreto. Permite que la mezcla tenga la consistencia adecuada para ser colocada, compactada y moldeada. El agua actúa como un lubricante entre las partículas de cemento y agregados, facilitando el movimiento y la conformación del concreto fresco.

Distribución homogénea: El agua ayuda a distribuir de manera uniforme los materiales en la mezcla de concreto. Permite que los aditivos, agregados y cemento se dispersen y se combinen de manera homogénea, lo que contribuye a la calidad y la consistencia del concreto.

Reacción química: El agua participa activamente en las reacciones químicas que ocurren durante la hidratación del cemento. Estas reacciones son responsables de la formación de productos químicos cementicios, como la gelatina de sílice y la gelatina de aluminato de calcio, que contribuyen a las propiedades mecánicas y la resistencia del concreto endurecido.

2.2.5.1. El papel del agua con aditivos acelerantes

El agua sigue desempeñando un papel esencial en el concreto incluso cuando se utilizan aditivos acelerantes. Aunque los aditivos acelerantes pueden modificar las propiedades de fraguado y endurecimiento del concreto, el agua sigue siendo necesaria para activar la hidratación del cemento y contribuir al proceso de endurecimiento.

A continuación, se describen cómo el agua participa en un concreto con aditivos acelerantes:

Activación de la hidratación: Aunque los aditivos acelerantes pueden acelerar el proceso de fraguado y endurecimiento del concreto, el agua sigue siendo esencial para activar la hidratación del cemento.

Trabajabilidad y consistencia: El agua desempeña un papel en la trabajabilidad y consistencia del concreto, incluso en presencia de aditivos acelerantes. Ayuda a lubricar y facilitar la mezcla de los materiales, mejorando la fluidez y facilitando la colocación y compactación del concreto. El agua también contribuye a mantener la plasticidad adecuada de la mezcla, lo que facilita su manejo durante la construcción.

Distribución de los aditivos: El agua ayuda a dispersar y distribuir uniformemente los aditivos acelerantes en la mezcla de concreto. Permite que los aditivos se mezclen de manera homogénea con el cemento y los agregados, asegurando que su acción acelerante se distribuya de manera uniforme en toda la masa de concreto.

2.3. Términos básicos

- Hormigón de ultra altas prestaciones (UHPC): El UHPC es un tipo de hormigón conocido por su excepcional resistencia, durabilidad y resistencia al desgaste. Normalmente contiene un porcentaje muy alto de materiales cementantes y áridos, y también puede contener fibras u otros aditivos para mejorar sus propiedades.
- Áridos: Los áridos son materiales como arena, grava, piedra triturada u otros materiales granulares que se mezclan con cemento y agua para fabricar hormigón.
- Modelo de empaquetamiento compresible: El modelo de empaquetamiento compresible es un marco teórico utilizado para estudiar el comportamiento de los materiales granulares, como los áridos en el hormigón. El modelo tiene en cuenta las propiedades físicas de las partículas individuales y cómo interactúan entre sí en diferentes condiciones.
- Aglutinantes: Los aglutinantes son materiales que mantienen unidos otros materiales. En el contexto del hormigón, los aglutinantes suelen ser el cemento u otros materiales que se endurecen y proporcionan la integridad estructural del hormigón.
- Empaquetamiento microestructural: El empaquetamiento microestructural se refiere a la disposición de las partículas individuales de un material a escala microscópica. En el contexto del hormigón, el empaquetamiento microestructural es un factor importante a la hora de determinar las propiedades y el rendimiento del material.

- **Reología:** Es el estudio de la deformación y el flujo de la materia. En el contexto del hormigón, la reología se refiere a la capacidad del material para fluir y deformarse en diferentes condiciones.
- **Diseño sostenible:** El diseño sostenible es la práctica de diseñar edificios, productos o estructuras de forma que se minimice su impacto sobre el medio ambiente y se promueva la sostenibilidad social y económica.
- **Sustitución del cemento Portland:** La sustitución del cemento Portland se refiere al uso de materiales alternativos en mezclas de hormigón para reemplazar parte o todo el contenido de cemento Portland. Esto puede incluir materiales como cenizas volantes, escoria u otros subproductos industriales.
- **Materiales finos comúnmente disponibles:** Los materiales finos comúnmente disponibles se refieren a materiales tales como arena u otros agregados finos que están ampliamente disponibles y son comúnmente utilizados en mezclas de concreto.
- **Cenizas volantes:** Las cenizas volantes son un subproducto de la combustión del carbón que puede utilizarse como sustituto del cemento en las mezclas de hormigón.
- **Humo de sílice:** El humo de sílice es un subproducto de la producción de aleaciones de silicio o ferrosilicio que puede utilizarse como sustituto del cemento en las mezclas de hormigón.
- **Metacaolín:** El metacaolín es un tipo de arcilla que se ha calentado a altas temperaturas para producir una puzolana reactiva que puede utilizarse como sustituto del cemento en las mezclas de hormigón.
- **Caliza en polvo:** El polvo de piedra caliza es un polvo finamente molido hecho de piedra caliza triturada que puede utilizarse como relleno o sustituto del cemento en mezclas de hormigón.
- **Optimización:** La optimización se refiere al proceso de encontrar la mejor solución posible a un problema o desafío, a menudo mediante el uso de métodos matemáticos o computacionales.
- **Resistencia a la compresión:** La resistencia a la compresión es una medida de la capacidad de un material, como el hormigón, para resistir fuerzas de compresión o aplastamiento.

- Agregado grueso: Los áridos gruesos son partículas de mayor tamaño, como grava o piedra triturada, que se suelen utilizar en las mezclas de hormigón.
- Fibras: Las fibras son materiales que se añaden a las mezclas de hormigón para mejorar su tenacidad, durabilidad u otras propiedades.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos, y alcance de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

La investigación de campo puede ser extensiva, cuando se realiza en muestras y en poblaciones enteras (censos); e intensiva cuando se concentra en casos particulares, sin la posibilidad de generalizar los resultados. (Arias, 2012, p. 31)

Es de tipo cuantitativo porque se utilizará la recolección de datos para poner a prueba la hipótesis mediante la medición numérica y un análisis estadístico, para fijar indicadores de comportamiento y verificar teorías. Se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas.

La investigación realizada se basa en la recolección de datos numéricos, que son obtenidos de las variables de estudio. Donde se analiza el concreto en estado fresco: Asentamiento, contenido de aire, temperatura, peso unitario y en estado endurecido: Volumen de vacíos, resistencia a la compresión, los cuales han sido medidos y analizados cuantitativamente.

3.1.2. Nivel de investigación

En la investigación explicativa, se busca entender la relación de causa y efecto entre dos o más variables. Este tipo de investigación va más allá de la descripción de los fenómenos y busca explicar por qué ocurren ciertos fenómenos o cómo se relacionan diferentes variables entre sí. (Granda, 2015, p. 24)

En la investigación explicativa, se suelen utilizar métodos cuantitativos para recolectar y analizar datos, con el objetivo de establecer relaciones causales entre las variables.

El estudio realizado posee el nivel explicativo, ya que el objetivo fue determinar la relación que existía entre las variables independiente y dependiente, que es medir el grado de relación de las propiedades del concreto de resistencia acelerada

con los aditivos superplastificantes Viscocrete - 1110 Pe y Sikatar Pe en condiciones particulares.

3.1.3. Diseño de la investigación

El diseño cuasi experimental es un tipo de diseño de investigación que se utiliza cuando no es posible asignar aleatoriamente a los participantes a los grupos de tratamiento y control debido a limitaciones prácticas o éticas. En este tipo de diseño, los participantes no se asignan al azar a grupos de tratamiento y control, sino que se seleccionan en función de algún criterio previamente establecido. (Paitán et al., 2018, p. 362).

En un diseño cuasi experimental, el grupo de tratamiento recibe la intervención o tratamiento que se está evaluando, mientras que el grupo de control no lo recibe. Después de la intervención, se comparan los resultados entre los dos grupos para determinar si hay alguna diferencia significativa entre ellos.

En la investigación los aditivos superplastificantes Viscocrete - 1110 Pe y Sikatar Pe son manipulados al variar las cantidades siendo mi variable independiente, es experimental por que se desarrolló en los laboratorios de concreto de manera controlada y también tenemos un grupo de control sin aditivos que nos permitirán determinar diferencias en las propiedades del concreto.

3.1.4. Población

La población se refiere al conjunto completo de individuos, objetos, eventos o medidas que comparten una característica en común y que son de interés para el estudio. La población puede ser definida de diferentes maneras, dependiendo del objetivo y alcance de la investigación. (Lucio, 2010, p. 96).

La población de investigación es el concreto con resistencia acelerada $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, incorporando aditivos Sika Vicocrete-1110 Pe (1.40%, 1.30%) y Sikatar Pe (0.50%, 0.40%) en la ciudad de Arequipa, utilizando dos tipos de cemento IP y HE.

En los diseños de concreto planteados a continuación:

Tabla 13. *Diseño de mezcla según el tipo de cemento y aditivo, codificados*

N°	DESCRIPCIÓN	CODIGO
1	Diseño de mezcla con cemento tipo IP-Patrón	DM - IP
2	Diseño de mezcla con cemento tipo IP-Aditivo SV 1.40% y ST 0.50%	DM 1 - IP
3	Diseño de mezcla con cemento tipo IP-Aditivo SV 1.30% y ST 0.40%	DM 2 - IP
4	Diseño de mezcla con cemento tipo HE-Patrón	DM - HE
5	Diseño de mezcla con cemento tipo HE-Aditivo SV 1.40% y ST 0.50%	DM 1 - HE
6	Diseño de mezcla con cemento tipo HE-Aditivo SV 1.30% y ST 0.40%	DM 2 - HE

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

3.1.5. Muestra

La muestra se refiere a un subconjunto de la población que se selecciona para ser estudiado. La muestra debe ser representativa de la población, es decir, debe reflejar la diversidad y características de la población en estudio. (Arias y Covinos, 2022).

Es importante considerar que la muestra debe ser lo suficientemente grande para ser representativa de la población en estudio, pero a la vez lo suficientemente manejable para poder realizar el estudio de manera eficiente.

Se consideró para las muestras realizadas como mínimo 2 a 3 pruebas para cada indicador de estudio según la proporción de diseño de concreto evaluado, dado que se recomienda por las normas NTP y ASTM para tener una mejor representatividad de la población y confianza de los resultados.

El estudio la muestra está constituido: Para el concreto en estado fresco por 18 conos de Abrams para el Slump, 18 pruebas de temperatura, 18 pruebas de contenido de aire y 18 pruebas de peso unitario, con respecto al concreto endurecido tenemos por resistencia a la compresión por probetas cilíndricas de concreto de dimensiones 15 cm de diámetro con 30 cm de altura que son un total de 60 especímenes, en el volumen de vacíos las probetas fueron de 15cm de diámetro con 5 cm de altura se tomaron 18 especímenes. Siendo un total de 150 muestras realizadas para la investigación. A continuación, se detallan de manera más explícita.

Tabla 14. *Muestra de especímenes – Ensayo de asentamiento in*

CONCRETO FRESCO					
CANTIDAD DE PRUEBAS – ASENTAMIENTO					
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
3	3	3	3	3	3
TOTAL - 18 PRUEBAS					

Nota: Cantidad total de muestras, 18 pruebas

Tabla 15. *Muestra de especímenes – Ensayo de contenido de aire %*

CONCRETO FRESCO					
CANTIDAD DE PRUEBAS – CONTENIDO DE AIRE					
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
3	3	3	3	3	3
TOTAL - 18 PRUEBAS					

Nota: Cantidad total de muestras, 18 pruebas

Tabla 16. *Muestra de especímenes – Ensayo de temperatura °C*

CONCRETO FRESCO					
CANTIDAD DE PRUEBAS – TEMPERATURA					
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
3	3	3	3	3	3
TOTAL - 18 PRUEBAS					

Nota: Cantidad total de muestras, 18 pruebas

Tabla 17. *Muestra de especímenes – Ensayo de peso unitario Kg/m³*

CONCRETO FRESCO					
CANTIDAD DE PRUEBAS – PESO UNITARIO					
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
3	3	3	3	3	3
TOTAL - 18 PRUEBAS					

Nota: Cantidad total de muestras, 18 pruebas.

Tabla 18. *Muestra de especímenes – Ensayo de Volumen de vacíos %*

CONCRETO ENDURECIDO					
CANTIDAD DE ESPECIMENES – VOLUMEN DE VACIOS					
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
3	3	3	3	3	3
TOTAL - 18 ESPECIMENES					

Nota: Cantidad total de muestras, 18 especímenes.

Tabla 19. *Muestra de especímenes – Ensayo a compresión kg/cm²*

CONCRETO ENDURECIDO						
CANTIDAD DE ESPECIMENES - ENSAYO A COMPRESIÓN						
Edad (d)	DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM – HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
3	2	2	2	2	2	2
5	2	2	2	2	2	2
7	2	2	2	2	2	2
14	2	2	2	2	2	2
28	2	2	2	2	2	2
TOTAL - 60 ESPECIMENES						

Nota: Cantidad total de muestras, 60 especímenes

CAPÍTULO IV

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

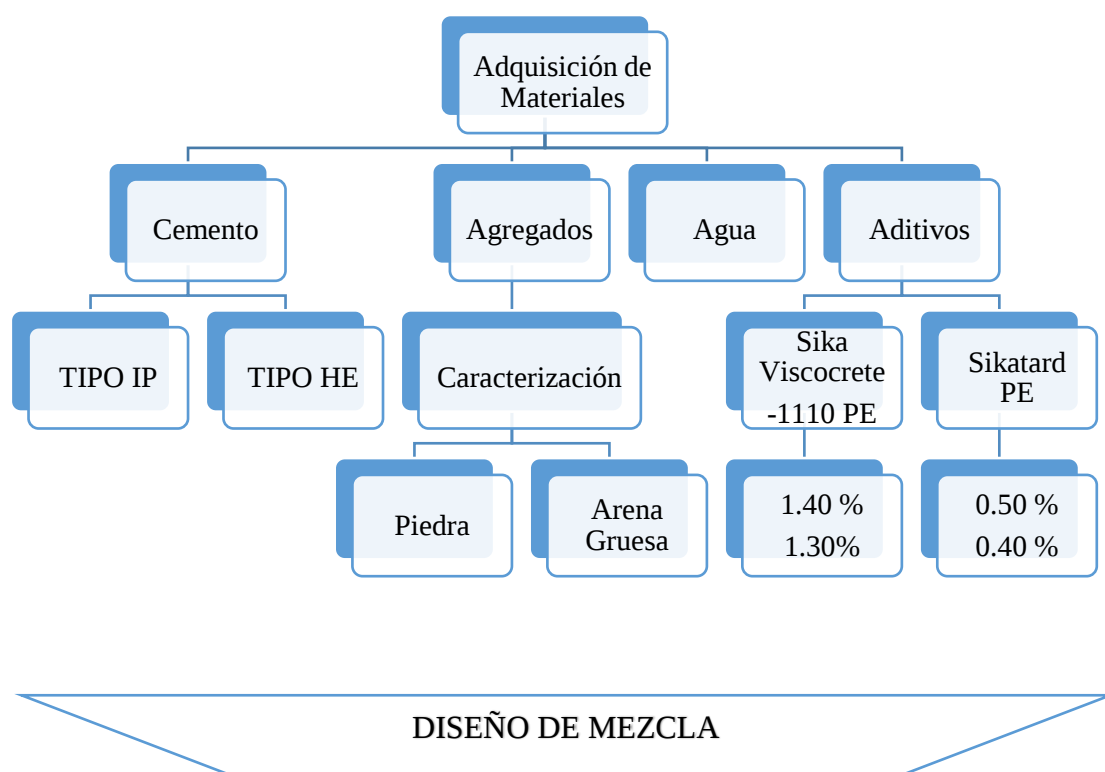
4.1. Descripción

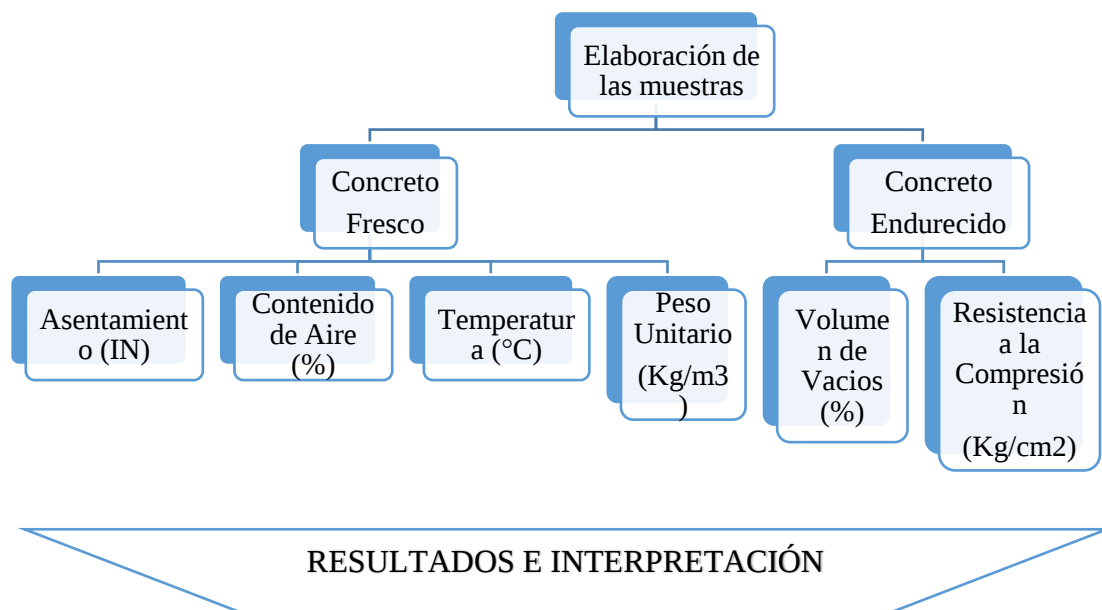
En este apartado se desarrollará los procedimientos, resultados e interpretación, de los ensayos de laboratorio para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'_c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento).

4.2. Desarrollo del procedimiento

En la investigación realizada, los procedimientos fueron desarrollados aplicando la Normativa Técnica Peruana NTP y ASTM, con el fin de evaluar las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

Figura 6. Esquema de procedimiento a seguir:





Pasos del desarrollo para la elaboración y rotura de probetas de concreto

4.2.1. Adquisición de los materiales. –

Es uno de los primeros pasos en el proceso de preparación de las probetas. Los materiales necesarios incluyen cemento, agregados (arena y grava), agua y aditivos. Es importante asegurarse de que los materiales cumplen con las especificaciones requeridas por el proyecto y las normativas NTP, ASTM, y que se han almacenado de manera adecuada para evitar la contaminación o la humedad.

A continuación, se detallan los materiales:

- A. **Cemento portland Tipo IP “Yura”.** - El IP en su nombre significa "inicial y pozzolanic", lo que significa que contiene adiciones de ceniza volante o puzolana que mejoran su desempeño en términos de resistencia y durabilidad. Cumple con los requisitos de la norma peruana NTP 334.090, ASTM C595. Se utiliza comúnmente en proyectos de construcción, incluyendo edificios, puentes, represas y carreteras.
- B. **Cemento portland tipo HE “Yura”.** - Es un tipo de cemento Portland de alta resistencia inicial y final, diseñado para lograr una rápida ganancia de resistencia en las primeras edades, lo que lo hace especialmente adecuado para el uso en concreto premezclado y prefabricado. Este cemento tiene una alta finura, lo que permite una mejor trabajabilidad y una reducción en la cantidad de agua necesaria para lograr la misma consistencia de mezcla. Cumple con las especificaciones de la norma técnica peruana NTP 334.082, ASTM C1157

y se recomienda su uso en estructuras de concreto que requieren alta resistencia y durabilidad, como puentes, presas, muelles.

C. **Agregados piedra y arena gruesa.** - Se obtuvieron de la cantera la “PODEROSA” ubicado en el distrito de Cerro Colorado de la ciudad de Arequipa, ya que es la más utilizada por su calidad dada la gran importancia en la mezcla debido a que su influencia directa en las propiedades del concreto, tales como resistencia, durabilidad, trabajabilidad y estabilidad.

D. **Agua.** - La calidad del agua utilizada en la elaboración del concreto es muy importante porque puede afectar significativamente las propiedades del concreto, como la resistencia, la durabilidad y la trabajabilidad. Si el agua utilizada en el concreto contiene sustancias que reaccionan químicamente con los componentes del cemento, puede reducir la resistencia y la durabilidad del concreto. Además, el agua con alto contenido de sales o impurezas puede causar corrosión en las armaduras del concreto, lo que puede comprometer la integridad estructural.

Por lo tanto, es importante utilizar agua limpia y de calidad para la elaboración del concreto, especialmente en aplicaciones críticas como estructuras de alta resistencia, puentes, represas, entre otros. Por lo mencionado se utilizó agua potable de la Empresa Sedapar S.A. que brinda servicio en la ciudad de Arequipa.

E. **Aditivos.** - La utilización de aditivos superplastificantes y estabilizadores de hidratación del cemento son importantes porque mejoran la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y control del proceso de fraguado del concreto, lo que resulta en un material de mayor calidad y durabilidad. Por ese motivo que se utilizó el Sika ViscoCrete – 1110 PE y Sikatard PE con el fin de lograr el objetivo principal.

4.2.2. Caracterización de los agregados

Para la caracterización de los agregados como la piedra y arena gruesa, se realizó mediante los ensayos de laboratorio, aplicando la Norma Técnica Peruana NTP, el “Manual de ensayo de materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC” y la ASTM

- NTP 400.037 / ASTM C33 “Agregados para concreto. Especificaciones”

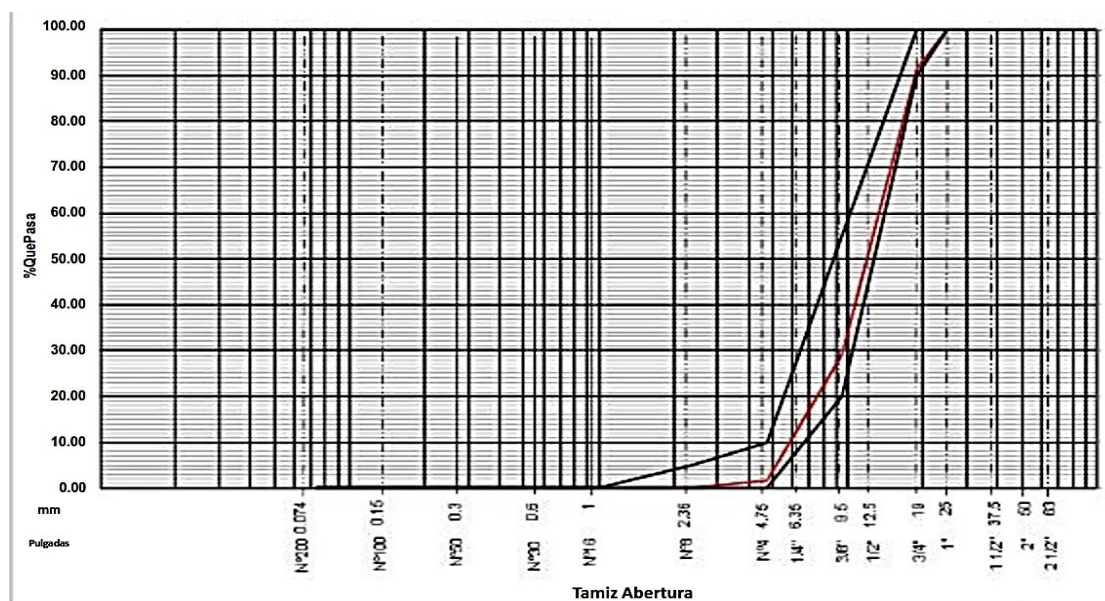
- NTP 400.017 “Método para determinar “Peso Unitario - vacíos en agregados”
- NTP 400.012: “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso”
- NTP 400.022: “Densidad relativa y absorción del agregado fino”
- NTP 400.021: “Densidad relativa y absorción del agregado grueso”
- NTP 339.185: “Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado”
- NTP 400.042: “Determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados en concreto”
- NTP 400.016 / ASTM C 88: “Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio”
- NTP 400.015 / ASTM C 142: “Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados”
- NTP 400.023 / ASTM C 123: “Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados”
- NTP 400.019 / ASTM C 131: “Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la maquinaria de Los Ángeles”
- NTP 400.024 / ASTM C 40: “Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto”

Tabla 20. Granulometría y características físicas del agregado grueso

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037	MODULO DE FINURA	6.78
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2760 kg/m ³
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. COMPAC.	1624 kg/m ³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. SUELTO	1481 kg/m ³
3/4"	465.10	8.49	8.49	91.51	90-100	% ABSORCIÓN	0.76 %
1/2"	2153.00	39.29	47.77	52.23	-	% HUMEDAD	0.13 %
3/8"	1264.40	23.07	70.84	29.16	20-55	% MALLA < # 200	0.34 %
1/4"	1135.50	20.72	91.56	8.44	-	HUSO	67
Nº 4	368.90	6.73	98.30	1.70	0-10	OBSERVACIONES:	
Nº 8	86.80	1.58	99.88	0.12	0-5		
Nº 16	6.60	0.12	100.00	0.00	-		
Nº 30	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
TOTAL:	5480.30	100.00					

Nota: Caracterización del agregado grueso

Tabla 21. Granulometría del agregado grueso



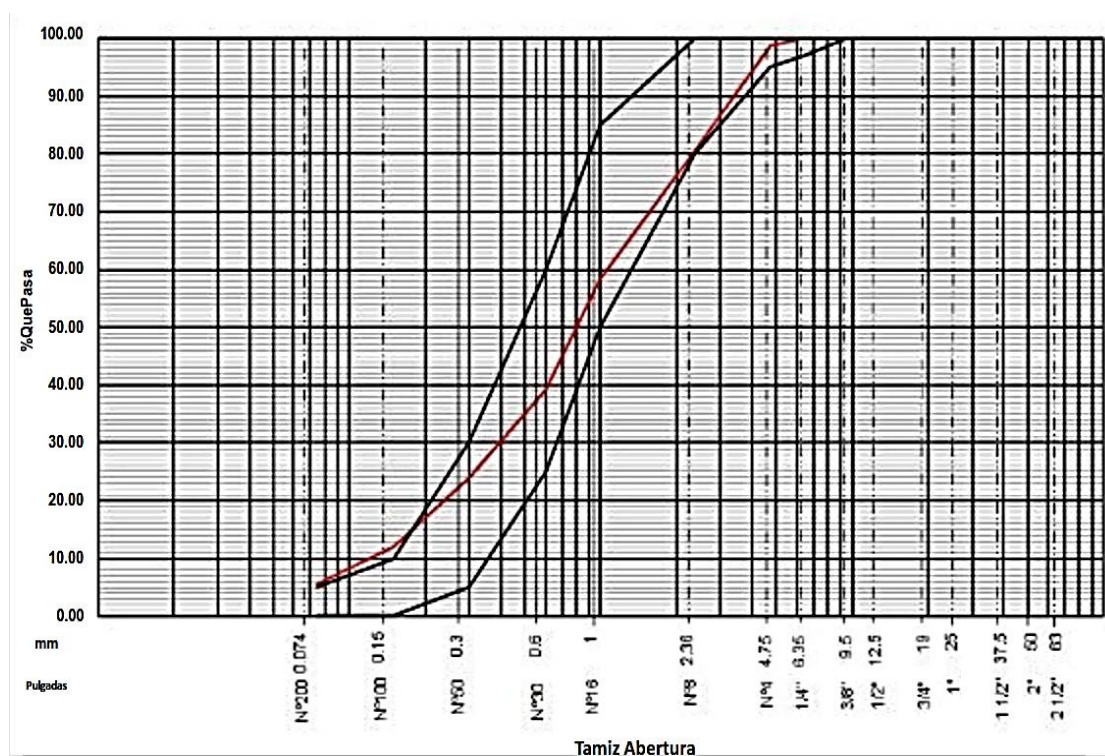
Nota: Por la forma de la figura de la línea roja que se grafica del agregado esta se encuentra en el HUSO 67

Tabla 22. Granulometría y características físicas del agregado fino

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS		
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 400.037	MODULO DE FINURA	2.87	
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.		
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2612	kg/m ³
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. COMPAC.	1837	kg/m ³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO	1652	kg/m ³
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% ABSORCIÓN	2.59	%
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% HUMEDAD	1.17	%
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% MALLA < # 200	6.79	%
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	HUSO	ARENA	
Nº 4	12.60	1.36	1.36	98.64	95-100	OBSERVACIONES:		
Nº 8	168.80	18.15	19.51	80.49	80-100			
Nº 16	206.00	22.16	41.66	58.34	50-85			
Nº 30	177.70	19.11	60.78	39.22	25-60			
Nº 50	141.90	15.26	76.04	23.96	5-30			
Nº 100	112.20	12.07	88.10	11.90	0-10			
Nº 200	59.70	6.42	94.53	5.47	0-5			
<Nº 200	50.90	5.47	100.00	0.00	-			
TOTAL:	929.80	100.00						

Nota: Caracterización del agregado fino

Tabla 23. Granulometría del agregado fino



Nota: En la figura se observa la curva granulométrica del agregado fino tiene una buena gradación ya que se encuentra dentro del rango permitido.

Tabla 24. Caracterización de los materiales

AGREGADOS			
Características	Arena Gruesa	Piedra	Unidad
P. Especifico	2612	2760	Kg/m3
P.U. Seco Suelto	1652	1481	Kg/m3
P.U. Seco Compactado	1837	1624	Kg/m3
% Absorción	2.59	0.76	%
% Humedad Natural	1.17	0.13	%
TMN	---''	3/4''	pulg.
Módulo de Fineza	2.87	6.78	%
CEMENTO			
	Tipo IP	Tipo HE	
P. Especifico	2810	2950	Kg/m3
AGUA			
P. Especifico	1000		Kg/m3
ADITIVOS			
	SV	ST	
Densidad	1.07	1.10	Kg/l

4.2.3. Diseño de mezcla de concreto (método ACI – Walker – Módulo de finesa)

A. **Método ACI 2008.** - Es un procedimiento que se utiliza para determinar la proporción de los materiales necesarios para producir un concreto con una resistencia y durabilidad específicas. Procedimiento del método: Se establecen las especificaciones del proyecto, incluyendo la resistencia a la compresión deseada, el tamaño máximo del agregado, la consistencia deseada y los requisitos de durabilidad, luego se seleccionan los materiales disponibles para la mezcla, incluyendo cemento, agregados, agua y aditivos, se realizan ensayos para determinar las propiedades de los materiales, a continuación se realiza un diseño preliminar de la mezcla, utilizando las proporciones de los materiales y las relaciones agua-cemento apropiadas para lograr la resistencia deseada, se preparan y prueban varias mezclas para determinar la proporción óptima de los materiales y la relación agua-cemento para lograr la resistencia deseada, a continuación se verifica el diseño de la mezcla utilizando los resultados de las pruebas de diseño y se ajustan las proporciones de los materiales según sea necesario, ahora se procede a elaborar el concreto utilizando las proporciones determinadas en el diseño y se realiza un seguimiento de la calidad del concreto durante la producción, finalmente se llevan a cabo pruebas en las probetas de concreto elaboradas para verificar que cumplan con las especificaciones del proyecto.

B. **Método Walker.** - Es un método empírico de diseño de mezclas de concreto que se basa en la relación agua-cemento, la cantidad de cemento, la resistencia deseada, y las características del agregado utilizado. El proceso de diseño comienza con la selección de un valor objetivo de resistencia del concreto, generalmente en psi, MPa. A continuación, se establece una relación agua-cemento inicial que esté dentro del rango adecuado para la resistencia deseada y se ajusta en función de la granulometría y forma del agregado grueso utilizado.

Después de establecer la relación agua-cemento, se determina la cantidad de cemento necesaria para lograr la resistencia objetivo. A continuación, se ajusta la relación agua-cemento para obtener la cantidad adecuada de agua. Finalmente, se determina la cantidad de agregado grueso y fino necesarios para la mezcla. El método de Walker es relativamente simple y fácil de aplicar, pero se basa en suposiciones simplificadas sobre las propiedades del cemento y el agregado.

Además, no tiene en cuenta factores como la variabilidad del material y las condiciones ambientales, por lo que se debe usar con precaución y se recomienda la realización de pruebas de resistencia en probetas antes de su implementación en un proyecto real.

C. **Método de módulo de finura.** – Es un método de diseño de mezcla de concreto que se basa en el tamaño y la distribución de los diferentes tamaños de agregado en la mezcla. Se utiliza para obtener una mezcla de concreto con una granulometría adecuada, lo que resulta en una mayor compacidad y resistencia del concreto. El proceso de diseño por el método del módulo de finura implica determinar el módulo de finura de la mezcla de agregados, que es una medida de la distribución de los diferentes tamaños de partículas en la mezcla de agregados. Luego se utiliza una tabla de relación de mezcla de acuerdo con el tamaño máximo nominal del agregado y la resistencia deseada para determinar las proporciones de los diferentes materiales en la mezcla, como cemento, agua, agregados y aditivos. Se utiliza comúnmente para el diseño de mezclas de concreto de alta resistencia, donde es esencial tener una granulometría adecuada para lograr la densidad y resistencia deseada en la mezcla.

- **Resultados - Método ACI**

Tabla 25. *Diseño de mezcla ACI Tipo IP - Patrón*

Proporciones de materiales DM- IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	28.80
2	Agua	18.15
3	Arena Gruesa	46.28
4	Piedra	49.56

Nota: Proporciones del diseño DM - IP

Tabla 26. *Diseño de mezcla ACI Tipo IP – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%*

Proporciones de materiales DM 1 - IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	27.00
2	Agua	12.53
3	Arena Gruesa	48.68
4	Piedra	52.12

5	SV - 1.40%	0.38
6	ST – 0.50%	0.14

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento.

Tabla 27. *Diseño de mezcla ACI Tipo IP – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%*

Proporciones de materiales DM 2 - IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	27.00
2	Agua	12.66
3	Arena Gruesa	48.57
4	Piedra	52.00
5	SV - 1.30%	0.35
6	ST – 0.40%	0.11

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 28. *Diseño de mezcla ACI Tipo HE – Patrón*

Proporciones de materiales DM- HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	28.80
2	Agua	17.31
3	Arena Gruesa	47.39
4	Piedra	50.74

Nota: Proporciones del diseño DM - HE

Tabla 29. *Diseño de mezcla ACI Tipo HE – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%*

Proporciones de materiales DM 1 - HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	27.00
2	Agua	12.00
3	Arena Gruesa	49.37
4	Piedra	52.86
5	SV - 1.40%	0.38
6	ST – 0.50%	0.14

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 30. *Diseño de mezcla ACI Tipo HE – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%*

Proporciones de materiales DM 2 - HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (kg)

1	Cemento Tipo HE	28.80
2	Agua	12.94
3	Arena Gruesa	52.54
4	Piedra	56.26
5	SV - 1.30%	0.38
6	ST – 0.40%	0.12

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

- **RESULTADOS – Método Walker**

Tabla 31. *Diseño de mezcla Walker Tipo IP - Patrón*

Proporciones de materiales DM- IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	33.40
2	Agua	13.78
3	Arena Gruesa	47.98
4	Piedra	63.84

Nota: Proporciones del diseño DM - IP

Tabla 32. *Diseño de mezcla Walker Tipo IP – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%*

Proporciones de materiales DM 1 - IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	33.40
2	Agua	9.64
3	Arena Gruesa	47.98
4	Piedra	63.84
5	SV - 1.40%	0.47
6	ST – 0.50%	0.17

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 33. *Diseño de mezcla Walker Tipo IP – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%*

Proporciones de materiales DM 2 - IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	33.40
2	Agua	9.64
3	Arena Gruesa	47.98
4	Piedra	63.84
5	SV - 1.30%	0.43
6	ST – 0.40%	0.13

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 34. *Diseño de mezcla Walker Tipo HE – Patrón*

Proporciones de materiales DM- HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	33.40
2	Agua	13.78
3	Arena Gruesa	48.65
4	Piedra	64.71

Nota: Proporciones del diseño DM - HE

Tabla 35. *Diseño de mezcla Walker Tipo HE – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%*

Proporciones de materiales DM 1 - HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	33.40
2	Agua	9.64
3	Arena Gruesa	48.65
4	Piedra	64.71
5	SV - 1.40%	0.47
6	ST – 0.50%	0.17

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 36. *Diseño de mezcla Walker Tipo HE – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%*

Proporciones de materiales DM 2 - HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	33.40
2	Agua	9.64
3	Arena Gruesa	48.65
4	Piedra	64.71
5	SV - 1.30%	0.43
6	ST – 0.40%	0.13

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

- **Resultados – Método módulo de finesa**

Tabla 37. *Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo IP - Patrón*

Proporciones de materiales DM- IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	33.60
2	Agua	13.84

3	Arena Gruesa	44.55
4	Piedra	67.07

Nota: Proporciones del diseño DM - IP

Tabla 38. *Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo IP – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%*

Proporciones de materiales DM 1 - IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	33.60
2	Agua	9.69
3	Arena Gruesa	44.55
4	Piedra	67.07
5	SV - 1.40%	0.47
6	ST – 0.50%	0.17

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento.

Tabla 39. *Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo IP – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%*

Proporciones de materiales DM 2 - IP		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de Laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo IP	33.60
2	Agua	9.69
3	Arena Gruesa	44.55
4	Piedra	67.07
5	SV - 1.30%	0.44
6	ST – 0.40%	0.13

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 40. *Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo HE – Patrón*

Proporciones de materiales DM- HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
N°	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	33.60
2	Agua	13.84
3	Arena Gruesa	45.09
4	Piedra	67.94

Nota: Proporciones del diseño DM – HE

Tabla 41. *Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo HE – con aditivo SV 1.40% y ST 0.50%*

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento.

Proporciones de materiales DM 1 - HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (Kg)
1	Cemento Tipo HE	33.60
2	Agua	9.69
3	Arena Gruesa	45.09
4	Piedra	67.94
5	SV - 1.40%	0.47
6	ST – 0.50%	0.17

Tabla 42. *Diseño de mezcla Módulo de Finesa Tipo HE – con aditivo SV 1.30% y ST 0.40%*

Proporciones de materiales DM 2 - HE		
Tanda (0.064 m3) para ensayos de laboratorio		
Nº	Material	Proporción de peso por tanda (kg)
1	Cemento Tipo HE	33.60
2	Agua	9.69
3	Arena Gruesa	45.09
4	Piedra	67.94
5	SV - 1.30%	0.44
6	ST – 0.40%	0.13

Nota: Los aditivos SV y ST el porcentaje tomado esta en función al peso del cemento

Tabla 43. *Resumen de Diseños de mezclas Patrón – IP y HE*

Proporciones de materiales para 0.064 m3 (Kg) – PATRON IP				
Nº	MATERIAL	ACI	WALKER	M. FINESA
1	Cemento Tipo IP	28.80	33.40	33.60
2	Agua	18.15	13.78	13.84
3	Arena Gruesa	46.28	47.98	44.55
4	Piedra	49.56	63.84	67.07
Proporciones de materiales para 0.064 m3 (Kg) – PATRON HE				
Nº	MATERIAL	ACI	WALKER	M. FINESA
1	Cemento Tipo HE	28.80	33.40	33.60
2	Agua	17.31	13.78	13.84
3	Arena Gruesa	47.39	48.65	45.09
4	Piedra	50.74	64.71	67.94

Nota: Con los resultados obtenidos se aplicó el método ACI, mejor proporción

Tabla 44. *Resumen de Diseños de mezclas con ADITIVO (SV – ST) - IP y HE*

Proporciones de materiales para 0.064 m3 (Kg) con aditivo – IP
--

N°	MATERIAL	ACI	WALKER	M. FINESA
1	Cemento Tipo IP	27.00	33.40	33.60
2	Agua	12.53	9.64	9.69
3	Arena Gruesa	48.68	47.98	44.55
4	Piedra	52.12	63.84	67.07
5	SV - 1.40%	0.38	0.47	0.47
6	ST – 0.50%	0.14	0.17	0.17
Proporciones de materiales para 0.064 m3 (Kg) con aditivo – IP				
N°	MATERIAL	ACI	WALKER	M. FINESA
1	Cemento Tipo IP	27.00	33.40	33.60
2	Agua	12.66	9.64	9.69
3	Arena Gruesa	48.57	47.98	44.55
4	Piedra	52.00	63.84	67.07
5	SV - 1.30%	0.35	0.43	0.44
6	ST – 0.40%	0.11	0.13	0.13
Proporciones de materiales para 0.064 m3 (Kg) con aditivo – HE				
N°	MATERIAL	ACI	WALKER	M. FINESA
1	Cemento Tipo HE	27.00	33.40	33.60
2	Agua	12.00	9.64	9.69
3	Arena Gruesa	49.37	48.65	45.09
4	Piedra	52.86	64.71	67.94
5	SV - 1.40%	0.38	0.47	0.47
6	ST – 0.50%	0.14	0.17	0.17
Proporciones de materiales para 0.064 m3 (Kg) con aditivo – HE				
N°	MATERIAL	ACI	WALKER	M. FINESA
1	Cemento Tipo HE	28.80	33.40	33.60
2	Agua	12.94	9.64	9.69
3	Arena Gruesa	52.54	48.65	45.09
4	Piedra	56.26	64.71	67.94
5	SV - 1.30%	0.38	0.43	0.44
6	ST – 0.40%	0.12	0.13	0.13

Nota: Por los resultados obtenidos con aditivo se aplicó el método ACI.

4.2.4. Elaboración de las muestras

A. Concreto fresco:

- **Asentamiento (in).** - El procedimiento comienza llenando un molde troncocónico de acero con concreto fresco en tres capas iguales, cada una compactada con 25 golpes de una varilla de acero. Luego, se quita el molde y se coloca una placa de metal lisa y horizontal encima del concreto. A continuación, se levanta el molde verticalmente en un movimiento rápido y uniforme, dejando que el concreto se expanda libremente. La altura de la muestra de concreto después de la expansión se mide y se compara con la altura original del molde, y la diferencia entre las dos alturas es el asentamiento. El valor de asentamiento es una medida de la consistencia del concreto fresco y se utiliza para controlar la cantidad de agua necesaria en la mezcla. Un mayor valor de asentamiento indica que el concreto es más fluido, mientras que un valor de asentamiento bajo indica que el concreto es más espeso. El objetivo es buscar un valor de asentamiento que proporcione la mejor trabajabilidad del concreto sin comprometer su resistencia y durabilidad.
- **Contenido de aire (%).**- Se utilizó el método de presión específicamente usando el medidor tipo b, necesitaremos una muestra de concreto un recipiente de medida cuya capacidad dependerá del tamaño máximo nominal de la grava su borde superior debe ser liso y plano, un medidor de aire tipo b una placa de enrase rectangular y plana puede ser de acero con mínimo 6 milímetros de espesor o de acrílico de mínimo 12 milímetros de espesor, un frasco de boquilla flexible, una varilla apisonadora de acero lisa y de punta redondeada una maceta o martillo de goma con un peso de 600 - 200 gramos y un cucharón. Primero se toma una muestra de concreto, segundo vierte el concreto en el recipiente de medida llenando en tres capas de igual volumen con 25 inserciones de la varilla y 10 a 15 golpes con la maceta por capa. tercero una vez completadas las tres capas procede a enrazar con la placa de enrase, cuarto una vez lleno el recipiente retira los excesos de concreto con un trapo limpio incluyendo el borde superior del recipiente y limpiar cuantas veces sea necesario hasta no tener partículas que impidan el ajuste de la tapa, quinto ensambla la tapa del medidor de aire con el recipiente y asegura las grapas en cruz para garantizar un cierre hermético, sexto cierra la válvula de purga de aire, séptimo procede a verter el agua con el medidor a través de una sola de las válvulas para empujar el aire hacia la otra válvula y llenar el espacio vacío que queda entre el concreto y la tapa golpea suavemente las paredes del recipiente para asegurar que no quede aire en forma de burbujas cuando este espacio se llene

el agua saldrá por la válvula opuesta, octavo bombea aire dentro de la cámara de aire de la tapa llevando la aguja hasta el punto de lectura inicial definido previamente en un proceso de calibración y golpea suavemente el manómetro para que se estabilice la aguja espera unos segundos a que el aire comprimido se enfríe, noveno cierra las dos válvulas de paso en la tapa del medidor y abre la válvula de aire principal golpea con firmeza la pared del recipiente con la maceta finalmente golpea suavemente con los dedos el manómetro y procede a tomar la lectura del contenido de aire.

- **Temperatura (°C).** - El ensayo se realiza tomando muestras del concreto fresco en el momento de la colocación y antes de su compactación. Se introduce el termómetro en la muestra y se espera a que la temperatura se estabilice. La temperatura registrada en ese momento se considera como la temperatura del concreto fresco. La temperatura del concreto fresco es importante ya que puede afectar la durabilidad y resistencia del concreto endurecido. Además, la temperatura también puede afectar el tiempo de fraguado y la trabajabilidad del concreto fresco. Por lo tanto, es importante realizar este ensayo para asegurarse de que el concreto se está colocando en las condiciones óptimas.
- **Peso unitario (kg/m³).** - Materiales para ensayo, molde metálico cilíndrico báscula o balanza varilla de acero liso de tres octavos de pulgada con punta redondeada, placa enrase, vaso de goma, cucharón metálico. Procedimiento para ensayo de laboratorio utilizando la báscula obtenemos la masa del molde cilíndrico y también el volumen, procedemos a limpiar con un trapo húmedo tanto del molde como la varilla de manera visual dividimos el molde en tercios primera capa comenzamos a llenar el primer tercio de nuestro molde de concreto fresco terminando tomamos la varilla de acero y medimos nuestro agarre de tal forma que al comenzar el varillado no volvemos el fondo del molde se hace un total de 25 veces siguiendo un patrón espiral de afuera hacia adentro terminado comenzamos a golpear el exterior del molde con el mazo de goma con un mínimo de diez golpes y un máximo de 15 con el fin de eliminar los espacios dejados por la varilla y las burbujas que hayan quedado atrapadas segunda y tercera capa de la misma manera indicada y terminando con una plancha de enrazado le damos el acabado final a la superficie y quitando el material que haya podido quedar con un trapo húmedo limpiamos todo el material que haya quedado en el molde, procedemos a llevarlo a la báscula para obtener la masa final es decir la masa del molde más la masa del concreto. Para el cálculo de peso unitario primero obtenemos la masa final en nuestro concreto restando la masa del molde por último utilizamos la siguiente

formula la masa de concreto sobre volumen del molde dándonos peso unitario. la norma técnica peruana nos da un rango de límites de 2240 – 2460 kg/m³ (339.046).

B. Concreto endurecido:

- **Volumen de vacíos (%).** - El ensayo de volumen de vacíos del concreto endurecido según la norma ASTM C642, también conocido como ensayo de absorción, tiene como objetivo determinar la cantidad de agua que puede ser absorbida por el concreto endurecido. el procedimiento general para realizar este ensayo se inicia con la preparación de las muestras, se toman varias muestras de concreto de forma cilíndrica o prismática. se pesan y se registran sus dimensiones, las muestras se secan en un horno a una temperatura de 105 ± 5 °C hasta que alcancen un peso constante, seguidamente una vez secas, las muestras se retiran del horno y se dejan enfriar a temperatura ambiente, luego se pesan y se registra su peso seco, a continuación, las muestras se sumergen en agua destilada a una temperatura de 23 ± 2 °C durante un período de 48 horas, después de 24 horas se agita el agua para eliminar las burbujas de aire, las muestras se retiran del agua y se eliminan los excesos de agua en la superficie de las mismas, se pesan las muestras sumergidas y se registra su peso húmedo. Finalmente pasamos al cálculo mediante una fórmula.
- **Resistencia a compresión (Kg/cm²)** El ensayo de resistencia a compresión del concreto endurecido, según la norma técnica peruana NTP 339.034, consiste en determinar la resistencia a compresión de un cilindro de concreto previamente curado. El procedimiento para realizar este ensayo es el siguiente:

Preparación de cilindros de concreto: Se preparan los cilindros de concreto a partir de una muestra representativa de la mezcla. Se recomienda preparar al menos dos cilindros para obtener un promedio de la resistencia a compresión. Los cilindros deben tener una altura de 30 cm y un diámetro de 15 cm.

Curado de cilindros: Los cilindros deben ser curados adecuadamente en un ambiente con temperatura y humedad controlada durante un periodo de 3, 5, 7 14 y 28 días planificados para la investigación.

Preparación del equipo: Se debe preparar la máquina de ensayo de compresión, asegurándose de que la carga se aplique axialmente sobre el cilindro.

Colocación del cilindro en la máquina de ensayo: El cilindro debe ser colocado en la máquina de ensayo, asegurándose de que se aplique una carga axialmente sobre el cilindro.

Aplicación de carga: La carga debe ser aplicada gradualmente hasta que se produzca la rotura del cilindro. Se recomienda aplicar la carga a una velocidad constante de 14 ± 2 kg/cm² por segundo.

Registro de la carga: Se debe registrar la carga máxima alcanzada antes de la rotura del cilindro.

Cálculo de la resistencia a compresión: La resistencia a compresión del concreto se calcula dividiendo la carga máxima registrada por la sección transversal del cilindro. La sección transversal del cilindro se calcula como πr^2 , donde r es el radio del cilindro.

Es importante tener en cuenta que el ensayo de resistencia a compresión del concreto endurecido es un ensayo destructivo y que debe ser realizado con el equipo adecuado para garantizar la seguridad en el proceso.

4.3. Técnica e instrumentos

Para Hernandez, Fernandez, & Baptista (2014), la observación es una técnica que consiste en la recolección de datos a través de la observación directa de un fenómeno. Esta técnica puede ser participante (el investigador forma parte del grupo observado) o no participante (el investigador observa el grupo desde afuera).

Los instrumentos son herramientas utilizadas para recopilar datos observando el comportamiento de los fenómenos estudiados en situaciones específicas. Es importante que el instrumento sea validado y confiable para garantizar la calidad de los datos recopilados. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014)

Se utilizaron formatos de registro que se sustentan en las normas NTP y ASTM, para la medición de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido observados en el laboratorio. Se evaluó el diseño de mezcla de concreto para cada tipo de cemento IP – HE, sin aditivos y con los aditivos Sika Viscocrete 1110 Pe (1.40% y 1.30%) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40%).

A continuación, se mencionan las fichas técnicas que se utilizaron:

Tabla 45. Instrumentos según el indicador de estudio

N°	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTO
1	Asentamiento	IN	NTP 339.035
2	Contenido de Aire	%	NTP 339.083
3	Temperatura	° C	NTP 339.184
4	Peso Unitario	Kg/Cm3	NTP 339.046
5	Volumen de Vacíos	%	ASTM C 642
6	Resistencia a la compresión	Kg/cm2	NTP 339.034

4.4. Indicadores de estudio

4.4.1. Indicador 01: Asentamiento (IN)

Tabla 46. Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo IP - Patrón

Espécimen	DM - IP (in)
E - 1	9.0
E - 2	8.5
E - 3	9.5
P	9.0

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 9.0 in.

Tabla 47. Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%

Espécimen	DM 1 – IP (in)
E - 1	10.6
E - 2	10.5
E - 3	10.3
P	10.5

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 10.5 in.

Tabla 48. Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%

Espécimen	DM 2 – IP (in)
E - 1	6.8
E - 2	8.3
E - 3	7.5
P	7.5

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 7.5 in.

Tabla 49. Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo HE – Patrón

Espécimen	DM - HE (in)
E - 1	8.5
E - 2	9.0
E - 3	8.1
P	8.5

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 8.5 in.

Tabla 50. Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%

Espécimen	DM 1 – HE (in)
E - 1	9.7
E - 2	9.5
E - 3	9.3
P	9.5

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 9.5 in.

Tabla 51. Resultados – Ensayo de asentamiento (in): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%

Espécimen	DM 2 – HE (in)
E - 1	8.8
E - 2	8.3
E - 3	8.5
P	8.5

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 8.5 in.

4.4.2. Indicador 02: Contenido de aire (%)

Tabla 52. Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo IP - Patrón

Espécimen	DM - IP (%)
E - 1	2.6
E - 2	3.7
E - 3	2.7
P	3.00

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 3.00 %.

Tabla 53. Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%

Espécimen	DM 1 – IP (%)
E - 1	3.0

E – 2	3.0
E – 3	3.1
P	3.02

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 3.02 %.

Tabla 54. *Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%*

Espécimen	DM 2 – IP (%)
E - 1	2.5
E – 2	2.9
E – 3	2.1
P	2.50

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2.50 %.

Tabla 55. *Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo HE - Patrón*

Espécimen	DM-HE (%)
E - 1	3.70
E – 2	4.00
E – 3	4.30
P	4.00

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 4.00 %.

Tabla 56. *Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%*

Espécimen	DM 1 – HE (%)
E - 1	4.70
E – 2	4.00
E – 3	3.50
P	4.05

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 4.05 %.

Tabla 57. *Resultados – Ensayo de contenido de aire (%): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%*

Espécimen	DM 2 – HE (%)
E - 1	3.40
E – 2	4.20
E – 3	3.70
P	3.80

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 3.80 %.

4.4.3. Indicador 03: Temperatura (°C)

Tabla 58. Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo IP - Patrón

Espécimen	DM-IP (°C)
E - 1	18.3
E - 2	17.5
E - 3	19.2
P	18.3

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 18.3 °C.

Tabla 59. Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%

Espécimen	DM 1 – IP (°C)
E - 1	22.2
E - 2	21.3
E - 3	20.4
P	21.3

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 21.3 °C.

Tabla 60. Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%

Espécimen	DM 2 – IP (°C)
E - 1	20.9
E - 2	19.1
E - 3	20.3
P	20.1

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 20.1 °C.

Tabla 61. Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo HE – Patrón

Espécimen	DM-HE (°C)
E - 1	20.7
E - 2	20.1
E - 3	20.5
P	20.4

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 20.4 °C.

Tabla 62. Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%

Espécimen	DM 1 – HE (°C)
E - 1	21.5
E - 2	20.3

E – 3	20.2
P	20.7

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 20.7 °C.

Tabla 63. *Resultados – Ensayo de Temperatura (°C): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%*

Espécimen	DM 2 – HE (°C)
E - 1	21.2
E – 2	19.6
E – 3	20.9
P	20.6

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 20.6°C.

4.4.4. Indicador 04: Peso unitario (Kg/m3)

Tabla 64. *Resultados – Ensayo de Peso Unitario (Kg/m3): Tipo IP - Patrón*

Especímen	DM – IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (Kg/m3)
E - 1	19.71	3.58	0.01	16.13	2287.64
E - 2	19.70			16.12	2287.08
E - 3	19.71			16.13	2288.21
P					2287.64

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2287.64 (Kg/m3).

Dónde: Peso de concreto (P.C), peso de molde (P.M), volumen de molde (V.M), peso unitario (P.U).

Tabla 65. *Resultados – Ensayo de Peso Unitario (Kg/m3): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%*

Especímen	DM 1 – IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (Kg/m3)
E - 1	19.68	3.58	0.01	16.10	2284.66
E - 2	19.68			16.10	2283.53
E - 3	19.68			16.10	2284.10
P					2284.10

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2284.10 (Kg/m3).

Dónde: Peso de concreto (P.C), peso de molde (P.M), volumen de molde (V.M), peso unitario (P.U).

Tabla 66. Resultados – Ensayo de Peso Unitario (Kg/m3): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%

Especimen	DM 2 – IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (Kg/m3)
E - 1	19.64	3.58	0.01	16.06	2278.59
E - 2	19.74			16.17	2293.28
E - 3	19.70			16.12	2286.79
P					2286.22

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2286.22 (Kg/m3).

Dónde: Peso de concreto (P.C), peso de molde (P.M), volumen de molde (V.M), peso unitario (P.U).

Tabla 67. Resultados – Ensayo de peso unitario (Kg/m3): Tipo HE – Patrón

Especimen	DM – HE				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (Kg/m3)
E - 1	19.82	3.58	0.01	16.24	2303.96
E - 2	19.88			16.29	2311.76
E - 3	19.75			16.19	2294.03
P					2303.25

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2303.25 (Kg/m3).

Dónde: Peso de concreto (P.C), peso de molde (P.M), volumen de molde (V.M), peso unitario (P.U).

Tabla 68. Resultados – Ensayo de peso unitario (Kg/m3): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%

Especimen	DM 1 – HE				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (Kg/m3)
E - 1	19.78	3.58	0.01	16.20	2298.28
E - 2	19.74			16.16	2292.61
E - 3	19.82			16.24	2303.96
P					2298.28

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2298.28 (Kg/m3).

Dónde: Peso de concreto (P.C), peso de molde (P.M), volumen de molde (V.M), peso unitario (P.U).

Tabla 69. Resultados – Ensayo de peso unitario (Kg/m³): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%

Especímen	DM 2 – HE				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (Kg/m3)
E - 1	19.73	3.58	0.01	16.15	2291.19
E - 2	19.84			16.26	2306.78
E - 3	19.79			16.21	2298.99
P					2298.99

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 2298.99 (Kg/m³).

Dónde: Peso de concreto (P.C), peso de molde (P.M), volumen de molde (V.M), peso unitario (P.U).

4.4.5. Indicador 05: Volumen de vacíos (%)

Tabla 70. Resultados – Ensayo de Volumen de Vacíos (%): Tipo IP - Patrón

Especímen	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)				Masa Seca Final (g)
	24h.	48h.	Δ%	OB.	
E - 1	2544.50	2546.00	0.06	OK	2546.00
E - 2	2584.00	2584.50	0.02	OK	2584.50
E - 3	2633.50	2634.00	0.02	OK	2634.00

Especímen	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)				Masa Después de inmersión final (g)
	48h.	72h.	Δ%	OB.	
E - 1	2845.60	2846.00	0.01	OK	2846.00
E - 2	2855.00	2855.50	0.02	OK	2855.50
E - 3	2855.10	2855.50	0.01	OK	2855.50

Especímen	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)	
	Ebullición	Sumergido Aparente
	5h + 14h	
E - 1	2860.50	1540.00
E - 2	2870.50	1566.50
E - 3	2872.00	1636.50

PROPIEDAD	ESPÉCIMEN	VALOR	P
Absorción después de inmersión (%)	E - 1	11.78	10.23
	E - 2	10.49	

	E - 3	8.41	
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	E - 1	12.35	10.82
	E - 2	11.07	
	E - 3	9.04	
Densidad global seca (g/cm ³)	E - 1	1.93	2.01
	E - 2	1.98	
	E - 3	2.13	
Densidad después de inmersión (g/cm ³)	E - 1	2.16	2.22
	E - 2	2.19	
	E - 3	2.31	
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm ³)	E - 1	2.17	2.23
	E - 2	2.20	
	E - 3	2.32	
Densidad aparente (g/cm ³)	E - 1	2.53	2.57
	E - 2	2.54	
	E - 3	2.64	
Volumen De Vacíos (%)	E - 1	23.82	21.67
	E - 2	21.93	
	E - 3	19.26	

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 21.67 (%).

Dónde: Variación de masa ($\Delta\%$), no debe exceder al 0.5%.

Tabla 71. Resultados – Ensayo de Volumen de Vacíos (%): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50%

Especímen	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)				Masa Seca Final (g)
	24h.	48h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	2890.00	2895.00	0.17	OK	2895.00
E - 2	2819.50	2830.00	0.37	OK	2830.00
E - 3	2885.50	2895.00	0.33	OK	2895.00

Especímen	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)				Masa después de inmersión final (g)
	48h.	72h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	3063.00	3064.50	0.05	OK	3064.50
E - 2	3002.00	3004.00	0.07	OK	3004.00
E - 3	3050.50	3051.00	0.02	OK	3051.00

Especimen	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)	
	Ebullición	Sumergido Aparente
	5h + 14h	
E - 1	3083.00	1729.00
E - 2	3021.50	1702.50
E - 3	3066.00	1760.50

PROPIEDAD	ESPÉCIMEN	VALOR	P
Absorción después de inmersión (%)	E - 1	5.85	5.80
	E - 2	6.15	
	E - 3	5.39	
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	E - 1	6.49	6.39
	E - 2	6.77	
	E - 3	5.91	
Densidad global seca (g/cm3)	E - 1	2.14	2.17
	E - 2	2.15	
	E - 3	2.22	
Densidad después de inmersión (g/cm3)	E - 1	2.26	2.29
	E - 2	2.28	
	E - 3	2.34	
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm3)	E - 1	2.28	2.31
	E - 2	2.29	
	E - 3	2.35	
Densidad aparente (g/cm3)	E - 1	2.48	2.51
	E - 2	2.51	
	E - 3	2.55	
Volumen De Vacíos (%)	E - 1	13.88	13.83
	E - 2	14.52	
	E - 3	13.10	

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 13.83 (%)

Donde: Variación de masa ($\Delta\%$), no debe exceder al 0.5%.

Tabla 72. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40%

Espécimen	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)				Masa Seca Final (g)
	24h.	48h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	2879.50	2881.00	0.05	OK	2881.00
E - 2	2875.50	2876.00	0.02	OK	2876.00
E - 3	2784.00	2785.50	0.05	OK	2785.50

Espécimen	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)				Masa después de inmersión final (g)
	48h.	72h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	3067.00	3073.00	0.20	OK	3073.00
E - 2	3028.50	3030.50	0.07	OK	3030.50
E - 3	2960.00	2965.00	0.17	OK	2965.00

Espécimen	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)	
	Ebullición	Sumergido Aparente
	5h + 14h	
E - 1	3093.00	1743.50
E - 2	3046.50	1744.50
E - 3	2981.00	1690.00

PROPIEDAD	ESPÉCIMEN	VALOR	P
Absorción después de inmersión (%)	E - 1	6.66	6.16
	E - 2	5.37	
	E - 3	6.44	
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	E - 1	7.36	6.77
	E - 2	5.93	
	E - 3	7.02	
Densidad global seca (g/cm ³)	E - 1	2.13	2.17
	E - 2	2.21	
	E - 3	2.16	
Densidad después de inmersión (g/cm ³)	E - 1	2.28	2.30
	E - 2	2.33	
	E - 3	2.30	
	E - 1	2.29	2.31

Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm ³)	E - 2	2.34	
	E - 3	2.31	
Densidad aparente (g/cm ³)	E - 1	2.53	2.54
	E - 2	2.54	
	E - 3	2.54	
Volumen De Vacíos (%)	E - 1	15.71	14.65
	E - 2	13.10	
	E - 3	15.14	

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 14.65 (%).

Donde: Variación de masa ($\Delta\%$), no debe exceder al 0.5%.

Tabla 73. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo HE – Patrón

Especímen	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)				Masa seca Final (g)
	24h.	48h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	2906.50	2908.50	0.07	OK	2908.50
E - 2	2789.55	2800.50	0.39	OK	2800.50
E - 3	2746.50	2749.50	0.11	OK	2749.50

Especímen	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)				Masa después de inmersión final (g)
	48h.	72h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	3054.50	3055.00	0.02	OK	3055.00
E - 2	2932.00	2933.00	0.03	OK	2933.00
E - 3	2877.00	2877.50	0.02	OK	2877.50

Especímen	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)	
	Ebullición	Sumergido Aparente
	5h + 14h	
E - 1	3059.00	1730.50
E - 2	2934.00	1644.00
E - 3	2879.50	1614.50

PROPIEDAD	ESPÉCIMEN	VALOR	P
Absorción después de inmersión (%)	E - 1	5.04	4.81
	E - 2	4.73	
	E - 3	4.66	

Absorción después de inmersión y ebullición (%)	E - 1	5.17	4.89
	E - 2	4.77	
	E - 3	4.73	
Densidad global seca (g/cm3)	E - 1	2.19	2.18
	E - 2	2.17	
	E - 3	2.17	
Densidad después de inmersión (g/cm3)	E - 1	2.30	2.28
	E - 2	2.27	
	E - 3	2.27	
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm3)	E - 1	2.30	2.28
	E - 2	2.27	
	E - 3	2.28	
Densidad aparente (g/cm3)	E - 1	2.47	2.44
	E - 2	2.42	
	E - 3	2.42	
Volumen de vacíos (%)	E - 1	11.33	10.65
	E - 2	10.35	
	E - 3	10.28	

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 10.65 (%).

Donde: Variación de masa ($\Delta\%$), no debe exceder al 0.5%.

Tabla 74. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50%

Especímen	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)				Masa Seca Final (g)
	24h.	48h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	2886.00	2887.50	0.05	OK	2887.50
E - 2	3012.50	3013.50	0.03	OK	3013.50
E - 3	2817.50	2819.50	0.07	OK	2819.50

Especímen	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)				Masa después de inmersión Final (g)
	48h.	72h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	3010.00	3011.00	0.03	OK	3011.00
E - 2	3133.50	3135.00	0.05	OK	3135.00
E - 3	2952.00	2953.00	0.03	OK	2953.00

Especímen	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)
-----------	-------------------------------

	Ebullición	Sumergido Aparente
	5h + 14h	
E - 1	3013.50	1692.00
E - 2	3036.50	1794.50
E - 3	2955.50	1671.00

PROPIEDAD	ESPÉCIMEN	VALOR	P
Absorción después de inmersión (%)	E - 1	4.28	4.35
	E - 2	4.03	
	E - 3	4.73	
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	E - 1	4.36	3.32
	E - 2	0.76	
	E - 3	4.82	
Densidad global seca (g/cm3)	E - 1	2.19	2.27
	E - 2	2.43	
	E - 3	2.20	
Densidad después de inmersión (g/cm3)	E - 1	2.28	2.37
	E - 2	2.52	
	E - 3	2.30	
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm3)	E - 1	2.28	2.34
	E - 2	2.44	
	E - 3	2.30	
Densidad aparente (g/cm3)	E - 1	2.42	2.45
	E - 2	2.47	
	E - 3	2.45	
Volumen De Vacíos (%)	E - 1	9.53	7.32
	E - 2	1.85	
	E - 3	10.59	

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 7.32 (%)

Donde: Variación de masa ($\Delta\%$), no debe exceder al 0.5%.

Tabla 75. Resultados – Ensayo de volumen de vacíos (%): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40%

Espécimen	MASA DE PROBETA SECA AL HORNO (g)				Masa Seca Final (g)
	24h.	48h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	3054.50	3056.00	0.05	OK	3056.00

E - 2	2681.00	2683.00	0.07	OK	2683.00
E - 3	2695.50	2697.00	0.06	OK	2697.00

Espécimen	MASA DE PROBETA DESPUÉS DE INMERSIÓN EN AGUA (g)				Masa después de inmersión final (g)
	48h.	72h.	$\Delta\%$	OB.	
E - 1	3231.00	3232.00	0.03	OK	3232.00
E - 2	2870.00	2870.50	0.02	OK	2870.50
E - 3	2893.00	2894.50	0.05	OK	2894.50

Espécimen	MASA DESPUÉS DE INMERSIÓN (g)	
	Ebullición	Sumergido Aparente
	5h + 14h	
E - 1	3237.00	1819.50
E - 2	2877.00	1597.00
E - 3	2902.00	1607.00

PROPIEDAD	ESPÉCIMEN	VALOR	P
Absorción después de inmersión (%)	E - 1	5.76	6.69
	E - 2	6.99	
	E - 3	7.32	
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	E - 1	5.92	6.92
	E - 2	7.23	
	E - 3	7.60	
Densidad global seca (g/cm ³)	E - 1	2.16	2.11
	E - 2	2.10	
	E - 3	2.08	
Densidad después de inmersión (g/cm ³)	E - 1	2.28	2.25
	E - 2	2.24	
	E - 3	2.24	
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm ³)	E - 1	2.28	2.26
	E - 2	2.25	
	E - 3	2.24	
Densidad aparente (g/cm ³)	E - 1	2.47	2.47
	E - 2	2.47	
	E - 3	2.47	

Volumen De Vacíos (%)	E - 1	12.77	14.59
	E - 2	15.16	
	E - 3	15.83	

Nota: De los especímenes (E), se obtiene el promedio (P) final 14.59 (%).

Donde: Variación de masa ($\Delta\%$), no debe exceder al 0.5%.

4.4.6. Indicador 06: Resistencia a la compresión (Kg/cm2)

Tabla 76. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – Patrón a 3 días

DM – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
1	3	210	180.23	65.6	31.24	III
2	3	210	179.30	46.9	22.33	II
P				55.70	26.79	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 55.70 kg/cm2, con un 26.79 % respecto al diseño

Tabla 77. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 3 días

DM 1 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
3	3	210	178.53	92.8	44.19	II
4	3	210	179.30	92.3	43.95	II
P				92.55	44.07	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 92.55 kg/cm2, con un 44.07 % respecto al diseño.

Tabla 78. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 3 días

DM 2 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
5	3	210	178.53	129.8	61.81	II
6	3	210	179.30	138.1	65.76	II
P				133.95	63.79	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 133.95 kg/cm2, con un 63.79 % respecto al diseño.

Tabla 79. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – Patrón a 3 días

DM – HE						
---------	--	--	--	--	--	--

N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
7	3	210	184.01	220.0	104.76	VI
8	3	210	181.77	228.6	108.86	II
P				224.30	106.81	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 224.30 kg/cm2, con un 106.81 % respecto al diseño.

Tabla 80. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 3 días

DM 1 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
9	3	210	181.27	404.3	192.52	III
10	3	210	182.12	305.0	185.90	III
P				354.65	168.88	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 354.65 kg/cm2, con un 168.88 % respecto al diseño

Tabla 81. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 3 días

DM 2 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
11	3	210	180.25	259.6	123.62	IV
12	3	210	180.81	265.2	126.29	IV
P				262.40	124.95	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 262.40 kg/cm2, con un 124.95 % respecto al diseño.

Tabla 82. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – Patrón a 5 días

DM – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
13	5	210	181.66	83.7	39.86	IV
14	5	210	181.94	85.40	40.67	II
P				84.55	40.26	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 84.55 kg/cm2, con un 40.26 % respecto al diseño

Tabla 83. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 5 días

DM 1 – IP						
-----------	--	--	--	--	--	--

N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
15	5	210	179.00	191.40	91.14	III
16	5	210	178.85	203.70	97.00	III
P				197.55	94.07	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 197.55 kg/cm2, con un 94.07 % respecto al diseño

Tabla 84. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 5 días

DM 2 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
17	5	210	178.50	229.4	109.24	IV
18	5	210	179.95	208.1	99.10	III
P				218.75	104.17	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 218.75 kg/cm2, con un 104.17 % respecto al diseño

Tabla 85. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – Patrón a 5 días

DM – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
19	5	210	179.27	257.90	122.81	III
20	5	210	179.01	266.40	126.86	III
P				262.15	124.83	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 262.15 kg/cm2, con un 124.83 % respecto al diseño.

Tabla 86. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – Patrón a 5 días

DM 1 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
21	5	210	181.10	368.6	175.52	III
22	5	210	181.96	362.9	172.81	III
P				365.75	174.17	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 365.75 kg/cm2, con un 174.17 % respecto al diseño.

Tabla 87. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 5 días

DM 2 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
23	5	210	179.36	350.9	167.10	III
24	5	210	182.40	327.2	155.81	III
P				339.05	161.45	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 339.05 kg/cm2, con un 161.45 % respecto al diseño.

Tabla 88. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – Patrón a 7 días

DM – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
25	7	210	178.25	114.8	54.67	II
26	7	210	180.74	112.4	53.52	III
P				113.60	54.10	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 113.60 kg/cm2, con un 54.10 % respecto al diseño.

Tabla 89. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 7 días

DM 1 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
27	7	210	177.04	211.2	100.57	III
28	7	210	176.96	224.5	106.90	III
P				217.85	103.74	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 217.85 kg/cm2, con un 103.74 % respecto al diseño.

Tabla 90. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 7 días

DM 2 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
29	7	210	178.26	257.1	122.43	III
30	7	210	179.78	263.2	125.33	III
P				260.15	123.88	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 260.15 kg/cm2, con un 123.88 % respecto al diseño.

Tabla 91. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – Patrón a 7 días

DM – HE						
---------	--	--	--	--	--	--

N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
31	7	210	182.31	314.20	149.62	IV
32	7	210	179.41	310.40	147.81	III
P				312.30	148.71	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 312.30 kg/cm2, con un 148.71 % respecto al diseño.

Tabla 92. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 7 días

DM 1 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
33	7	210	181.09	435.2	207.24	III
34	7	210	180.86	402.0	191.43	III
P				418.60	199.33	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 418.60 kg/cm2, con un 199.33 % respecto al diseño

Tabla 93. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 7 días

DM 2 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
35	7	210	180.48	367.6	175.05	III
36	7	210	180.91	344.3	163.95	III
P				355.95	169.50	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 355.95 kg/cm2, con un 169.50 % respecto al diseño.

Tabla 94. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – Patrón a 14 días

DM – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
37	14	210	180.61	153.40	73.05	VI
38	14	210	180.75	150.60	71.71	V
P				152.00	72.38	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 152.00 kg/cm2, con un 72.38 % respecto al diseño.

Tabla 95. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 14 días

DM 1 – IP						
-----------	--	--	--	--	--	--

N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
39	14	210	180.41	259.0	123.33	III
40	14	210	179.43	266.8	127.05	III
P				262.90	125.19	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 262.9 kg/cm2, con un 125.19 % respecto al diseño.

Tabla 96. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 14 días

DM 2 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
41	14	210	178.82	267.7	127.48	IV
42	14	210	180.74	265.6	126.48	III
P				266.65	126.98	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 266.65 kg/cm2, con un 126.98 % respecto al diseño

Tabla 97. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – Patrón a 14 días

DM – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
43	14	210	181.20	349.99	166.66	IV
44	14	210	180.73	319.80	152.29	III
P				334.85	159.45	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 334.85 kg/cm2, con un 159.45 % respecto al diseño.

Tabla 98. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 14 días

DM 1 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
45	14	210	179.43	491.4	234.00	IV
46	14	210	180.16	396.8	188.95	IV
P				444.10	211.48	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 444.10 kg/cm2, con un 211.48 % respecto al diseño.

Tabla 99. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 14 días

DM 2 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
47	14	210	180.48	438.6	208.86	IV
48	14	210	181.10	385.0	183.33	IV
P				411.80	196.10	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 411.80 kg/cm2, con un 196.10 % respecto al diseño.

Tabla 100. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – Patrón a 28 días

DM – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
49	28	210	181.47	178.10	84.81	V
50	28	210	182.21	178.20	84.86	V
P				178.15	84.83	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 178.15 kg/cm2, con un 84.83 % respecto al diseño.

Tabla 101. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.40% y ST 0.50% a 28 días

DM 1 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
51	28	210	180.64	274.5	131.19	III
52	28	210	179.98	279.5	133.10	III
P				277.00	131.90	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 277.00 kg/cm2, con un 131.90 % respecto al diseño.

Tabla 102. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo IP – SV 1.30% y ST 0.40% a 28 días

DM 2 – IP						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
53	28	210	182.43	266.7	127.00	III
54	28	210	182.58	278.3	132.52	III
P				272.50	129.76	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 272.50 kg/cm2, con un 129.76 % respecto al diseño.

Tabla 103. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – Patrón a 28 días

DM – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
55	28	210.00	181.34	357.30	170.14	III
56	28	210.00	179.89	417.00	198.57	IV
P				387.15	184.36	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 387.15 kg/cm2, con un 184.36 % respecto al diseño

Tabla 104. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.40% y ST 0.50% a 28 días

DM 1 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
57	28	210	182.56	502.30	239.19	IV
58	28	210	181.34	457.50	217.86	III
P				479.90	228.52	

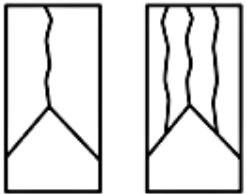
Nota: Resistencia f'c Promedio: 479.90 kg/cm2, con un 228.52 % respecto al diseño.

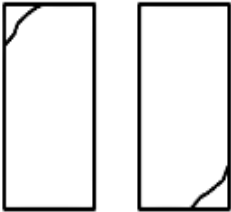
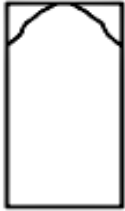
Tabla 105. Resultados – Compresión (Kg/cm2): Tipo HE – SV 1.30% y ST 0.40% a 28 días

DM 2 – HE						
N° de pruebas	Edad (días)	f'c Diseño kg/cm2	Área (cm2)	f'c ensayo kg/cm2	f'c ensayo/ f'c (%)	Tipo de Fractura
59	28	210	180.24	457.6	217.90	III
60	28	210	180.20	502.6	239.33	III
P				480.10	228.62	

Nota: Resistencia f'c Promedio: 480.10 kg/cm2, con un 228.62 % respecto al diseño

Tabla 106. Tipos de fracturas observadas en el desarrollo del ensayo a compresión uniaxial

N°	Tipo fractura	Descripción
1	 Tipo 2	La probeta se rompe en un patrón cónico invertido, se observan fisuras verticales que se extienden hasta el cono invertido. Esto puede ocurrir cuando hay una falta de uniformidad en la distribución de los agregados. Es importante tener en cuenta que la fractura tipo II no siempre indica una deficiencia en la calidad del concreto, sino que puede ser simplemente un resultado de las condiciones de carga o de la variabilidad en la calidad del agregado.

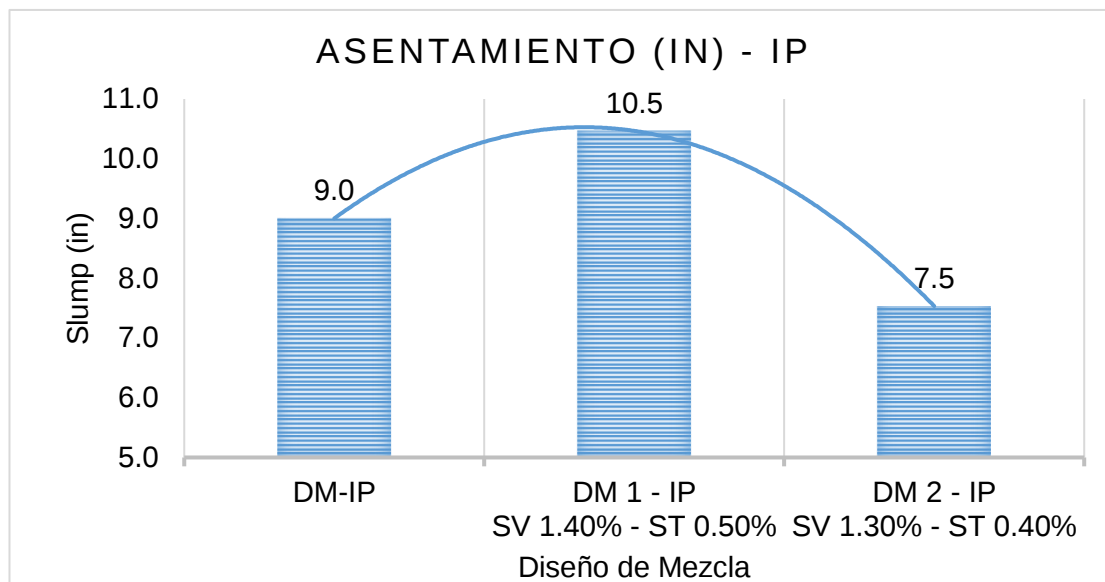
2	 Tipo 3	También conocida como fractura en forma columnar, se caracteriza por la presencia de fisuras que se extienden de extremo a extremo de la probeta de concreto. La fractura tipo III es común en probetas de concreto de alta resistencia, donde la falla se produce por la rotura de los agregados, debido a la alta resistencia del concreto.
3	 Tipo 4	La fractura de probeta tipo IV, también conocida como fractura oblicua o diagonal. Esta fractura se caracteriza por una fisura que atraviesa los extremos de la probeta. Se asocia generalmente con una distribución no uniforme de las tensiones en la probeta, que puede ser causada por una mala colocación del refuerzo, una compactación inadecuada del concreto o una carga aplicada de forma desigual.
4	 Tipo 5	Este tipo de fractura tipo V, "fractura en los lados en las partes superiores o inferiores", se produce cuando la probeta se rompe en un plano inclinado que comienza en la parte superior o inferior y se extiende hacia los lados. Esta fractura indica que el concreto ha fallado en compresión y suele ser más común en probetas con baja resistencia a la compresión.
5	 Tipo 6	Tipo VI es como el del tipo V, solo varía la forma que tiene de un cono puntiagudo en la parte extrema superior, este tipo de fractura generalmente nos indica que es de baja resistencia a la compresión.

4.5. Interpretación de resultados

4.5.1. Según los indicadores de evaluación

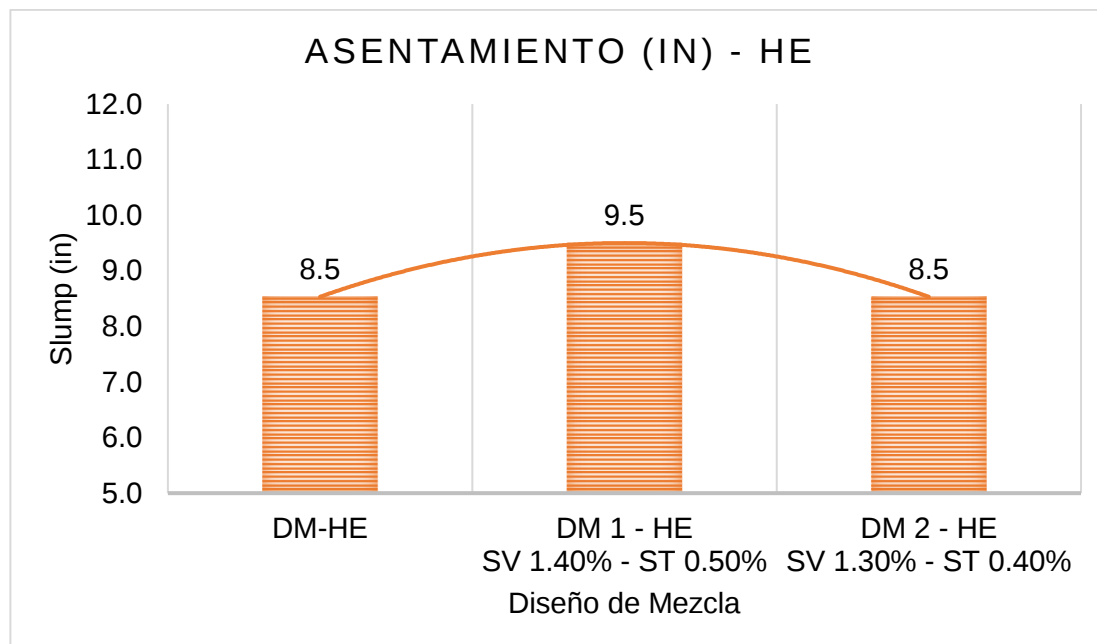
4.5.1.1. Indicador 01: Asentamiento (In)

Figura 7. Resumen de los resultados del ensayo Asentamiento (in) - IP



Nota: En la ilustración 7, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 9 in, DM 1 - IP = 10.5 in, DM 2 - IP = 7.5 in. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta el asentamiento y al disminuir el aditivo este se reduce con respecto a la prueba patrón DM - IP.

Figura 8. Resumen de los resultados del ensayo Asentamiento (in) - HE

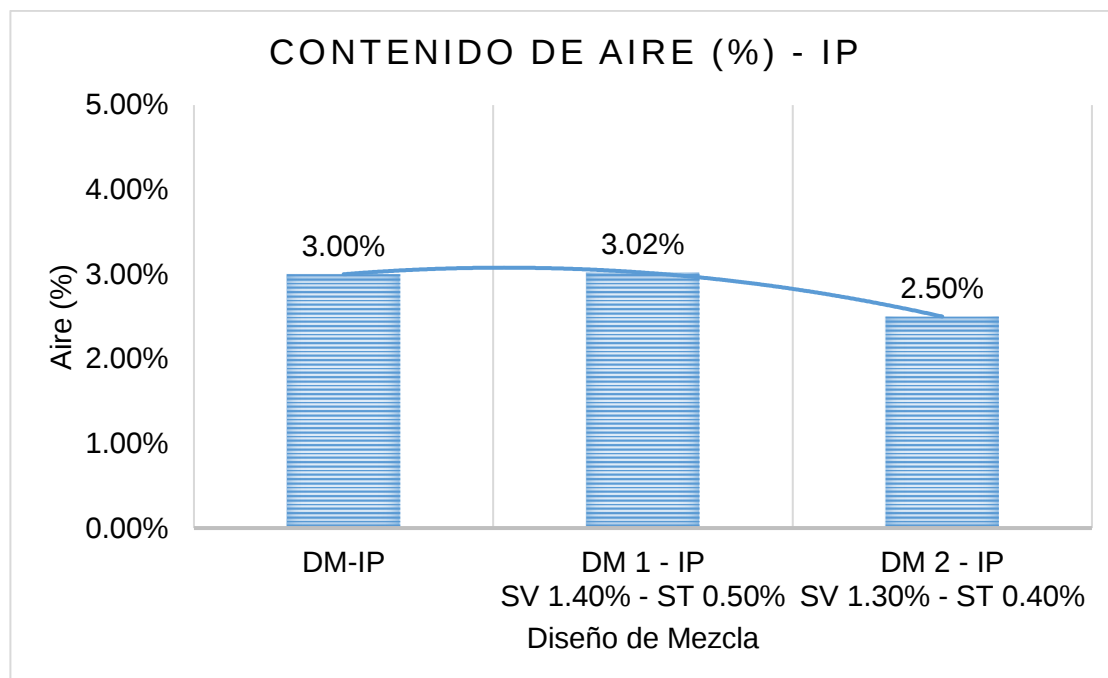


Nota: En la ilustración 8, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo asentamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 8.5 in, DM 1 - HE = 9.5 in, DM 2 - HE = 8.5 in.

= 8.5 in, Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta el asentamiento y al disminuir el aditivo este es igual al valor con respecto a la prueba patrón DM – HE.

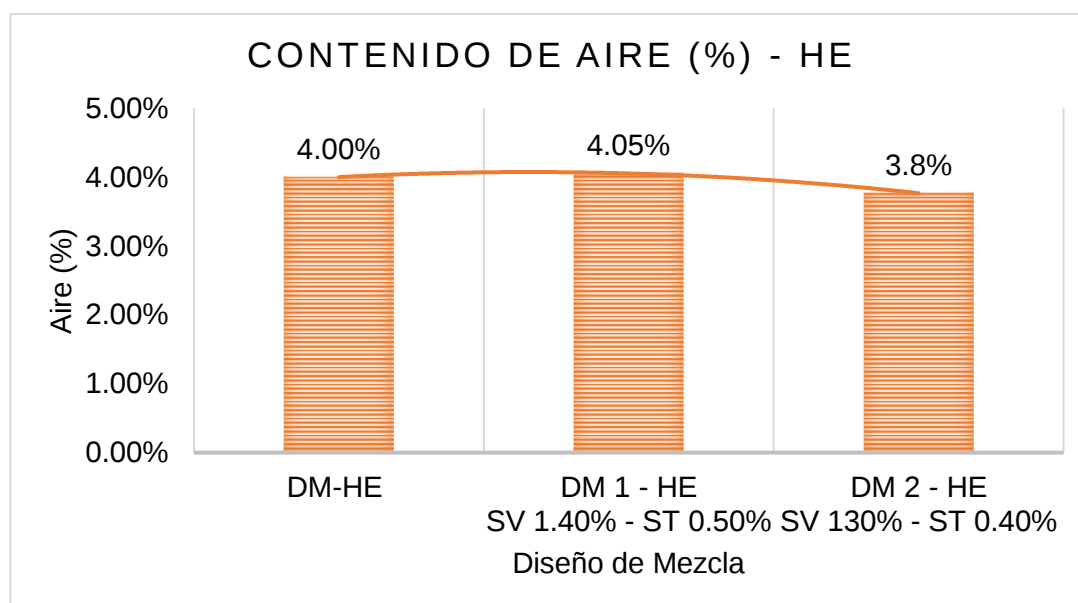
4.5.1.2. Indicador 02: Contenido de aire (%)

Figura 9. Resumen de los resultados del ensayo – contenido de aire (%) - IP



Nota: En la ilustración 9, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 3 %, DM 1 – IP = 3.02% , DM 2 – IP = 2.5 %. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta el aire y al disminuir el aditivo este se reduce con respecto a la prueba patrón DM – IP.

Figura 10. Resumen de los resultados del ensayo – contenido de aire (%) - HE

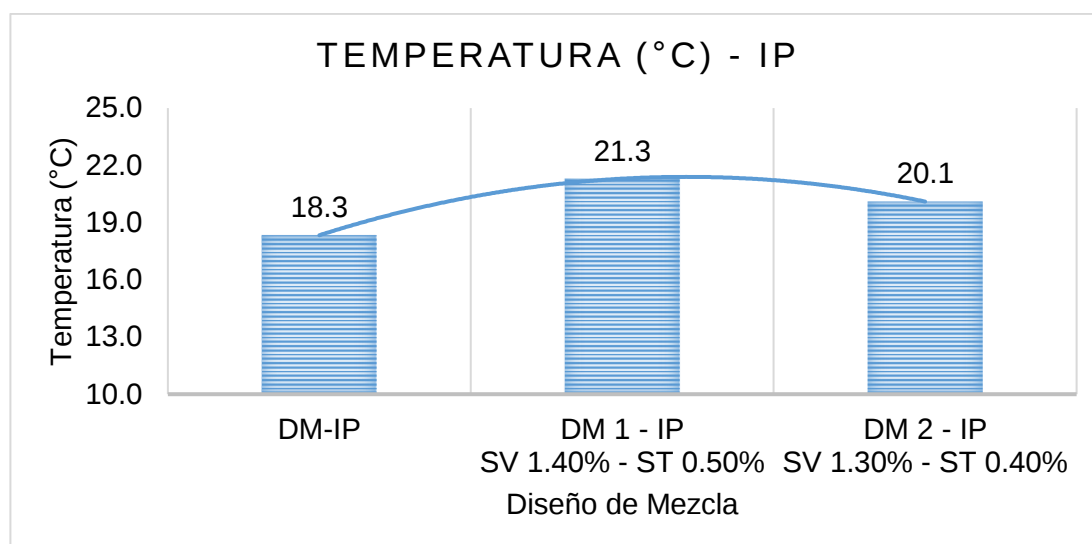


Nota: En la ilustración 10, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo contenido de aire del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 4.00 %, DM 1 – HE = 4.05%,

DM 2 – HE = 3.80 %. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta el aire y al disminuir el aditivo este se reduce con respecto a la prueba patrón DM – HE.

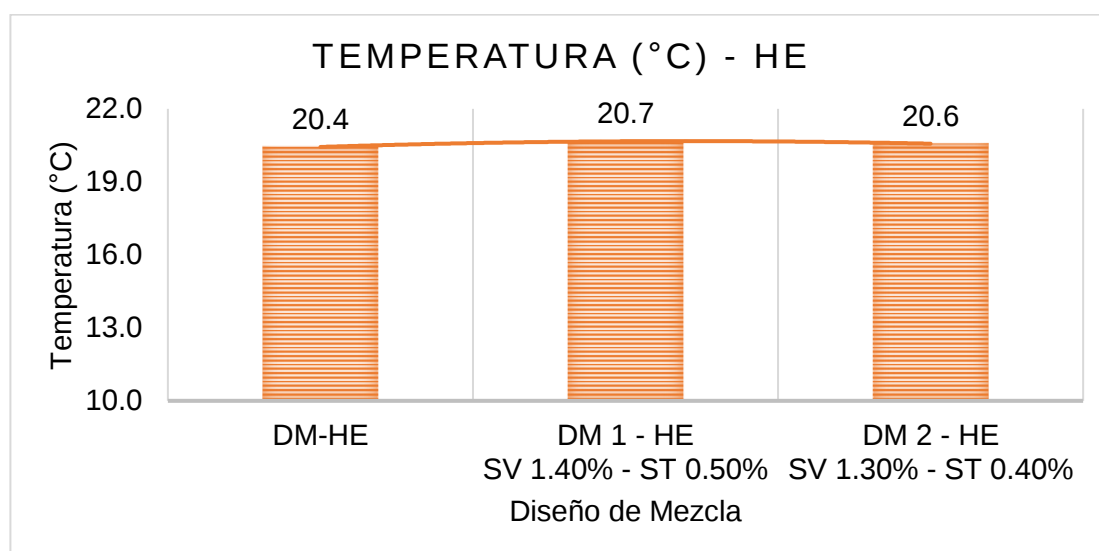
4.5.1.3. Indicador 03: Temperatura (°C)

Figura 11. Resumen de los resultados del ensayo – Temperatura (°C) - IP



Nota: En la ilustración 11, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo temperatura del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 18.3°C, DM 1 – IP = 21.3°C, DM 2 – IP = 20.1°C. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la temperatura y al disminuir el aditivo este se reduce, pero no llega a ser inferior respecto a la prueba patrón DM – IP.

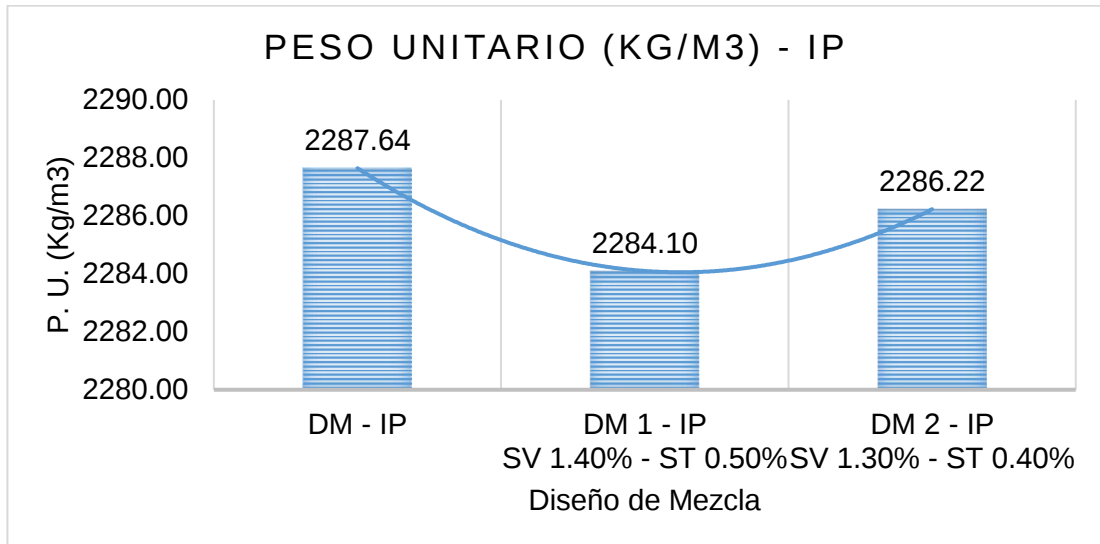
Figura 12. Resumen de los resultados del ensayo – Temperatura (°C) - HE



Nota: En la ilustración 12, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo temperatura del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 20.4 °C, DM 1 – HE = 20.7°C, DM 2 – HE = 20.6°C. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la temperatura y al disminuir el aditivo este se reduce, pero no llega a ser inferior respecto a la prueba patrón DM – HE.

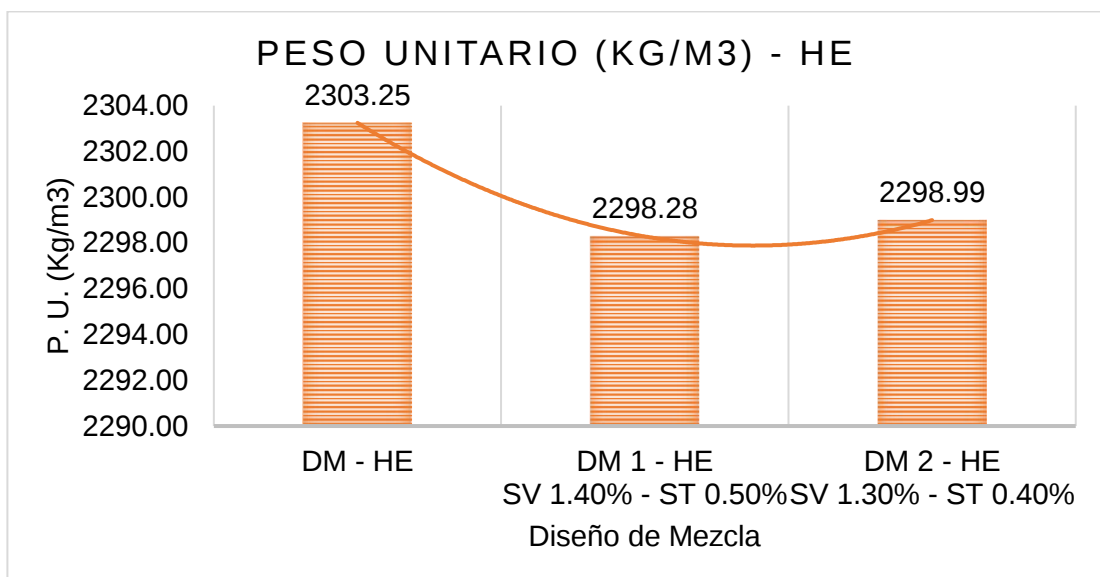
4.5.1.4. Indicador 04: Peso unitario (Kg/M3)

Figura 13. Resumen de los resultados del ensayo peso unitario (kg/m³) - IP



Nota: En la ilustración 13, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo peso unitario del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 2287.64 Kg/m³, DM 1 - IP = 2284.10 kg/m³, DM 2 - IP = 2286.22 kg/m³. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa disminuye el peso unitario y al disminuir el aditivo este crece no llega a superar a la prueba patrón DM - IP.

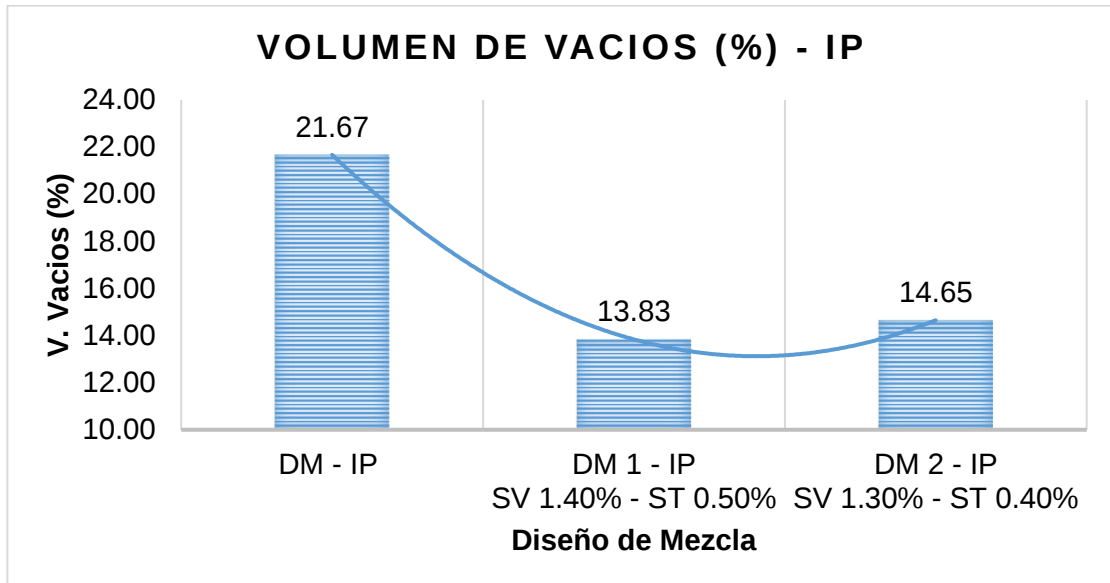
Figura 14. Resumen de los resultados del ensayo peso unitario (kg/m³) - HE



Nota: En la ilustración 14, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo peso unitario del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 2303.25Kg/m³, DM 1 - HE = 2298.28 kg/m³, DM 2 - HE = 2298.99 kg/m³. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa disminuye el peso unitario y al disminuir el aditivo este crece, pero no llegan a superar a prueba patrón DM - HE.

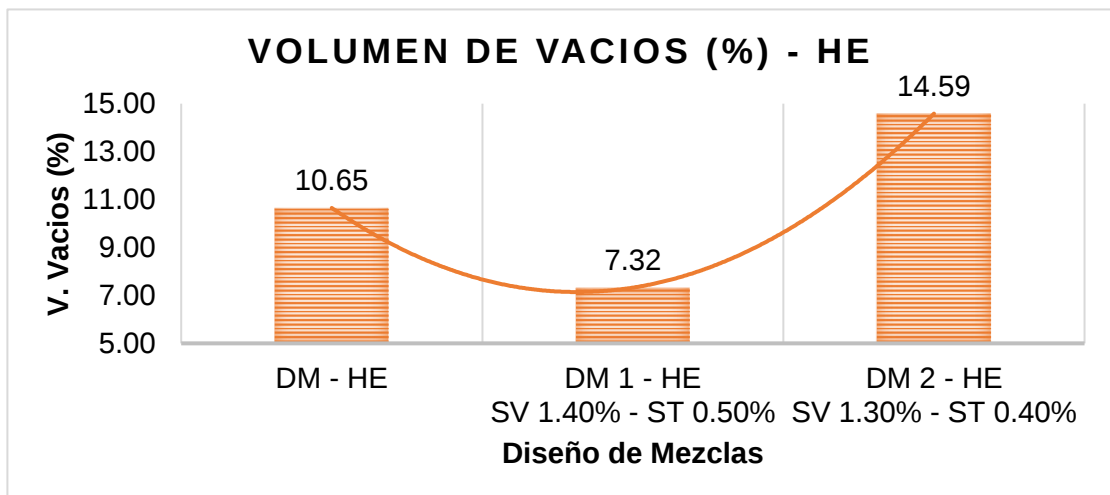
4.5.1.5. Indicador 05: Volumen de vacíos (%)

Figura 15. Resumen de los resultados del ensayo volumen de vacíos (%) - IP



Nota: En la ilustración 15, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo volumen de vacíos del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 21.67%, DM 1 - IP = 13.83%, DM 2 - IP = 14.65%. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa disminuye el volumen de vacíos y al disminuir el aditivo este crece no llega a superar a la prueba patrón DM - IP.

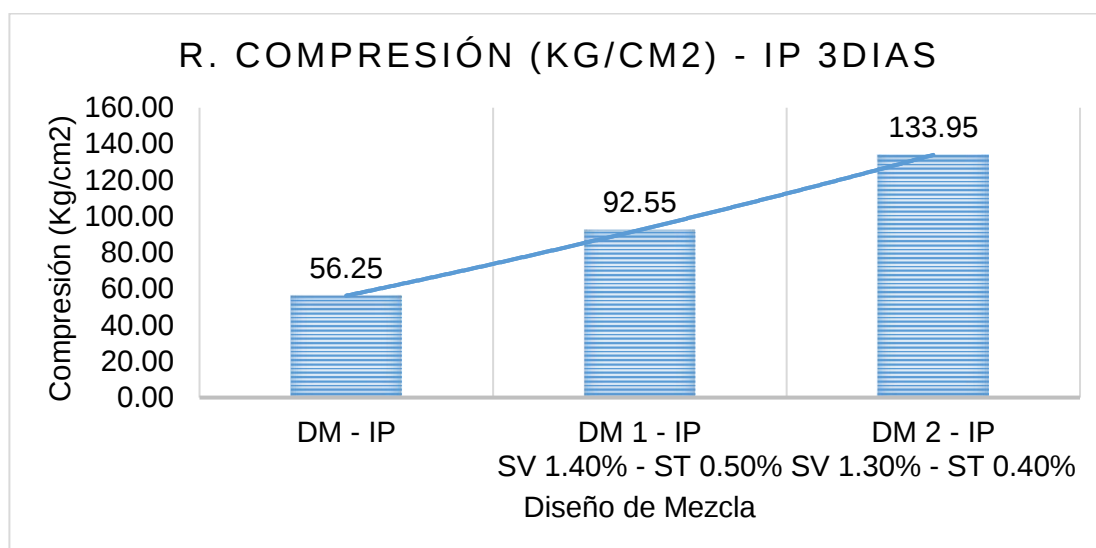
Figura 16. Resumen de los resultados del ensayo volumen de vacíos (%) - HE



Nota: En la ilustración 16, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo volumen de vacíos del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 10.65%, DM 1 - IP = 7.32%, DM 2 - IP = 14.59%. Se concluye que conforme el aditivo se incrementa disminuye el volumen de vacíos y al disminuir el aditivo este crece superando a la prueba patrón DM - HE.

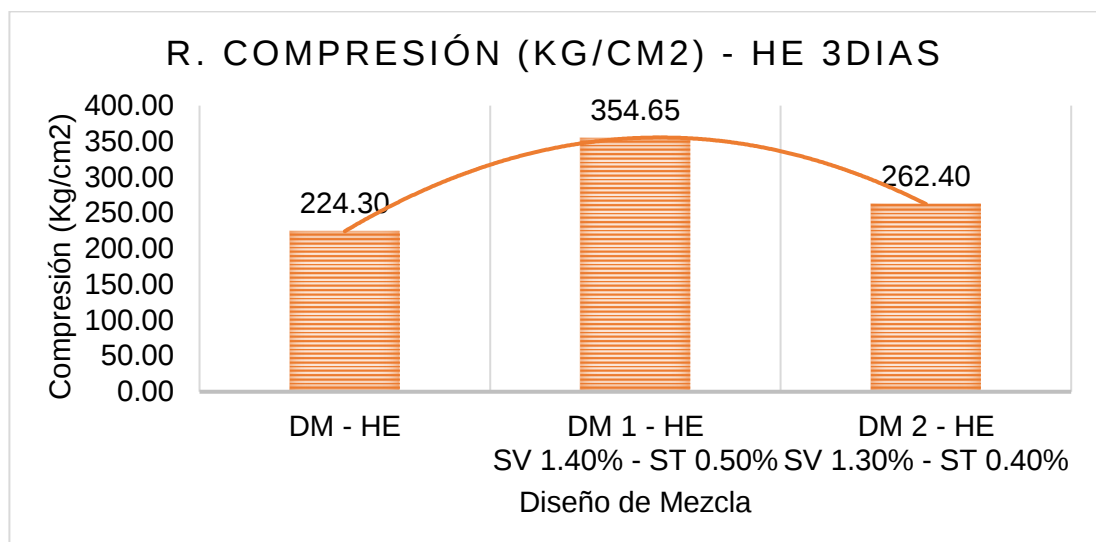
4.5.1.6. Indicador 06: Resistencia a compresión (Kg/Cm2)

Figura 17. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 3 días IP



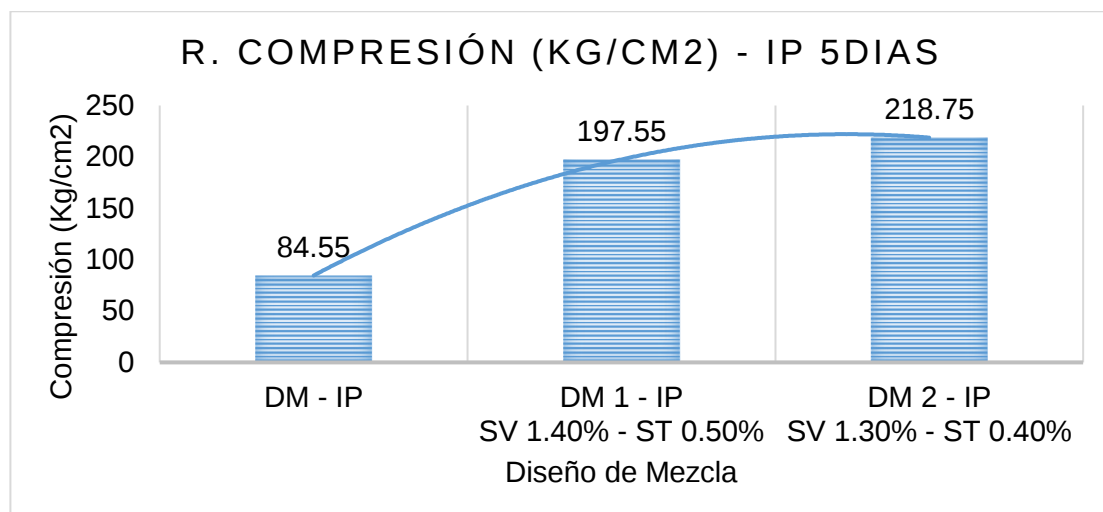
Nota: En la ilustración 17, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 3 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 56.25 kg/cm², DM 1 – IP = 92.55 kg/cm², DM 2 – IP = 133.95 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este sigue aumentando con respecto a la prueba patrón DM – IP.

Figura 18. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 3 días - HE



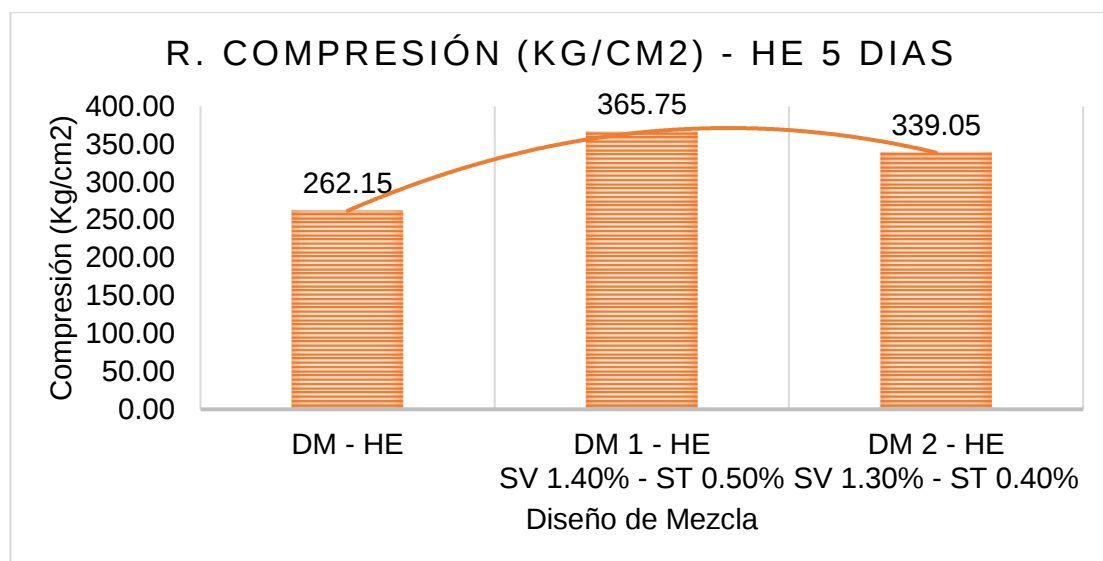
Nota: En la ilustración 18, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 3 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 224.30 kg/cm², DM 1 – HE = 354.65 kg/cm², DM 2 – HE = 262.40 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este disminuye, superando a la prueba patrón DM – HE.

Figura 19. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 5 días - IP



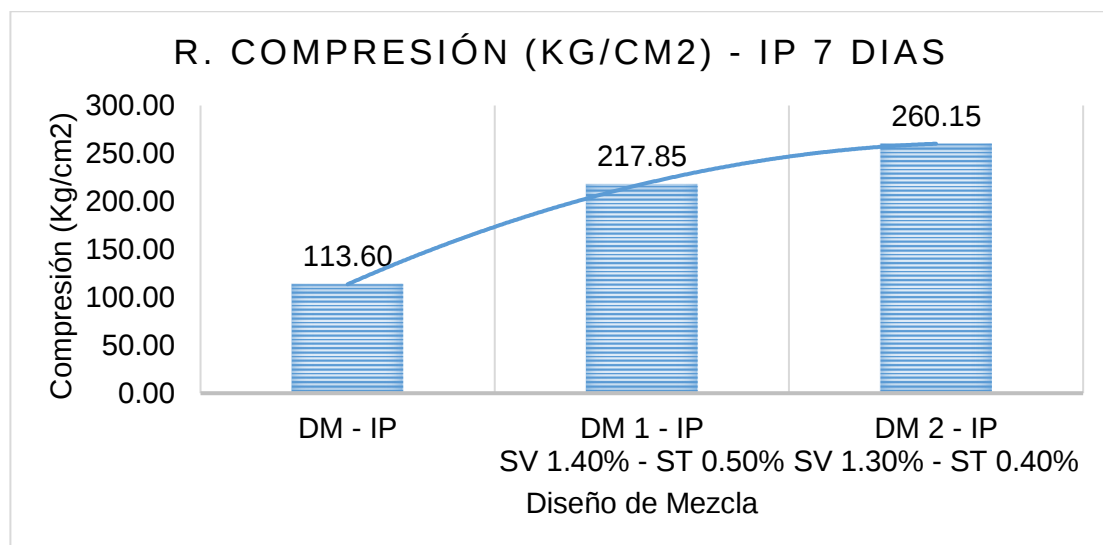
Nota: En la ilustración 19, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 5 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 84.55 kg/cm², DM 1 - IP = 197.55 kg/cm², DM 2 - IP = 218.75 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este sigue aumentando con respecto a la prueba patrón DM - IP.

Figura 20. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 5 días - HE



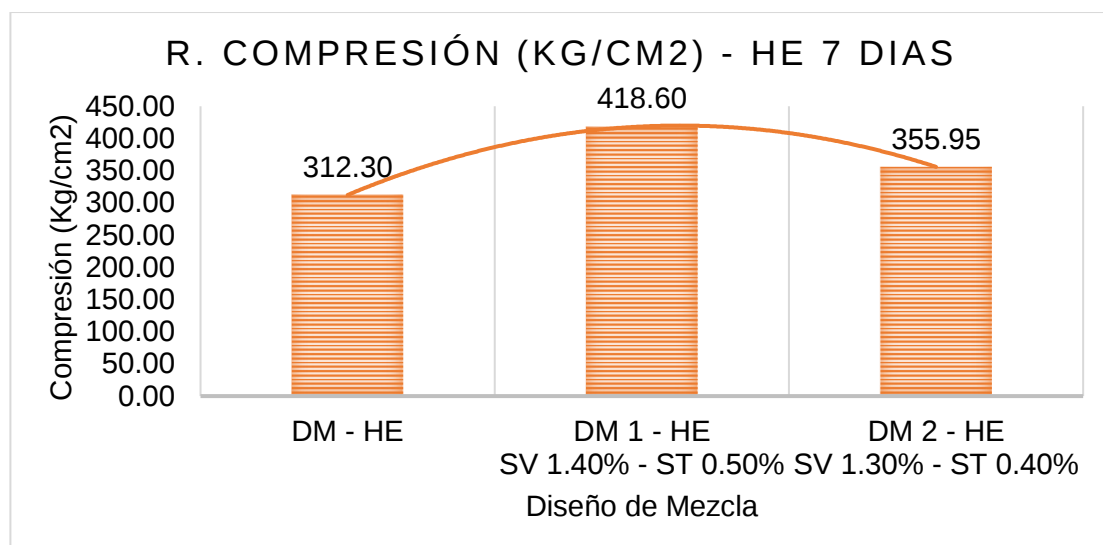
Nota: En la ilustración 20, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 5 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 262.15 kg/cm², DM 1 - HE = 365.75 kg/cm², DM 2 - HE = 339.05 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este es menor, superando a la prueba patrón DM - HE.

Figura 21. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 7 días - IP



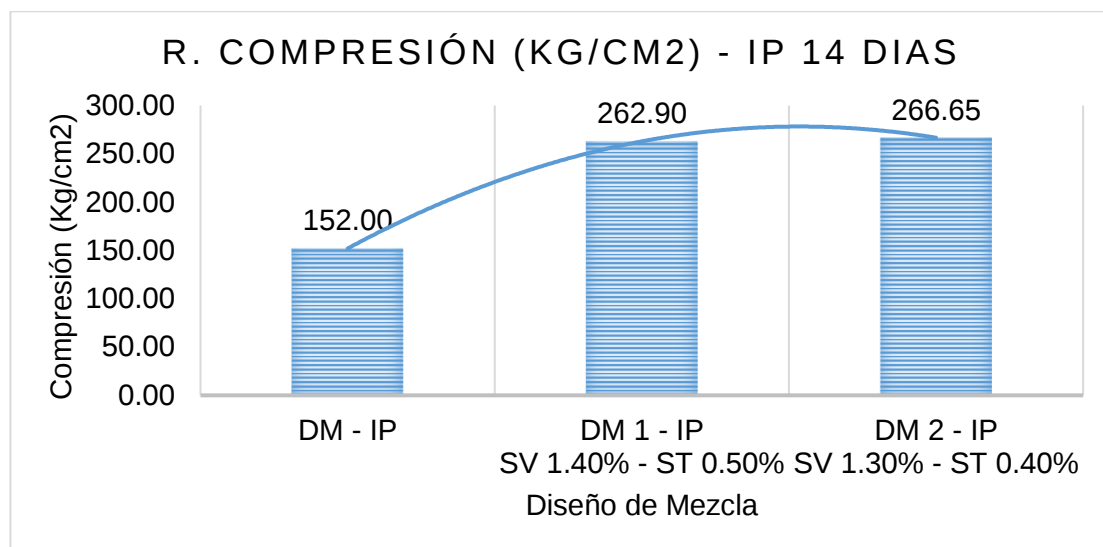
Nota: En la ilustración 21, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 7 días del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 113.60 kg/cm², DM 1 - IP = 217.85 kg/cm², DM 2 - IP = 260.15 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este sigue aumentando con respecto a la prueba patrón DM - IP

Figura 22. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 7 días HE



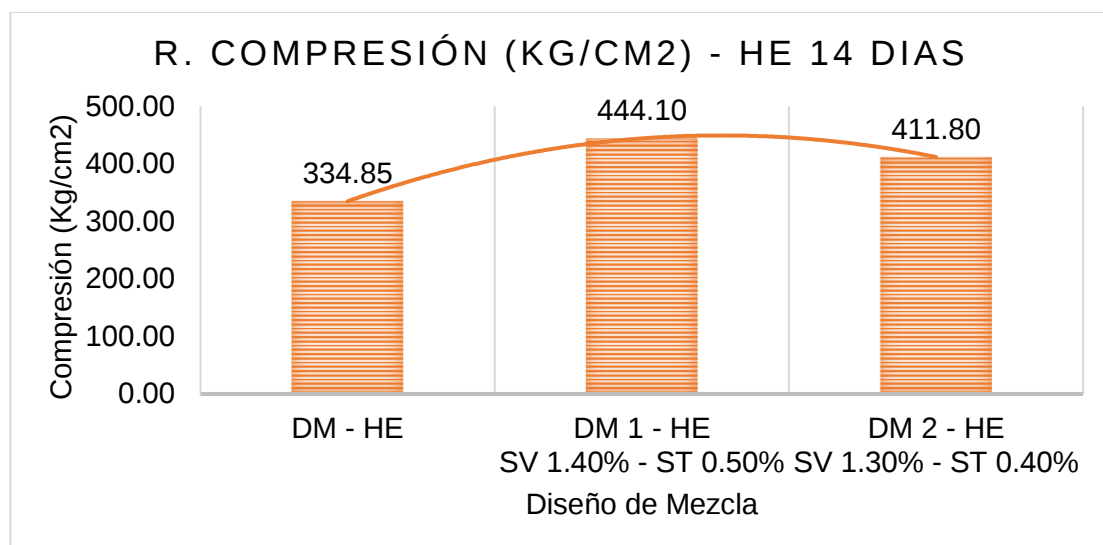
Nota: En la ilustración 22, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 7 días del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 312.30 kg/cm², DM 1 - HE = 418.60 kg/cm², DM 2 - HE = 355.95 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este es inferior, superando a la prueba patrón DM - HE.

Figura 23. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 14 días - IP



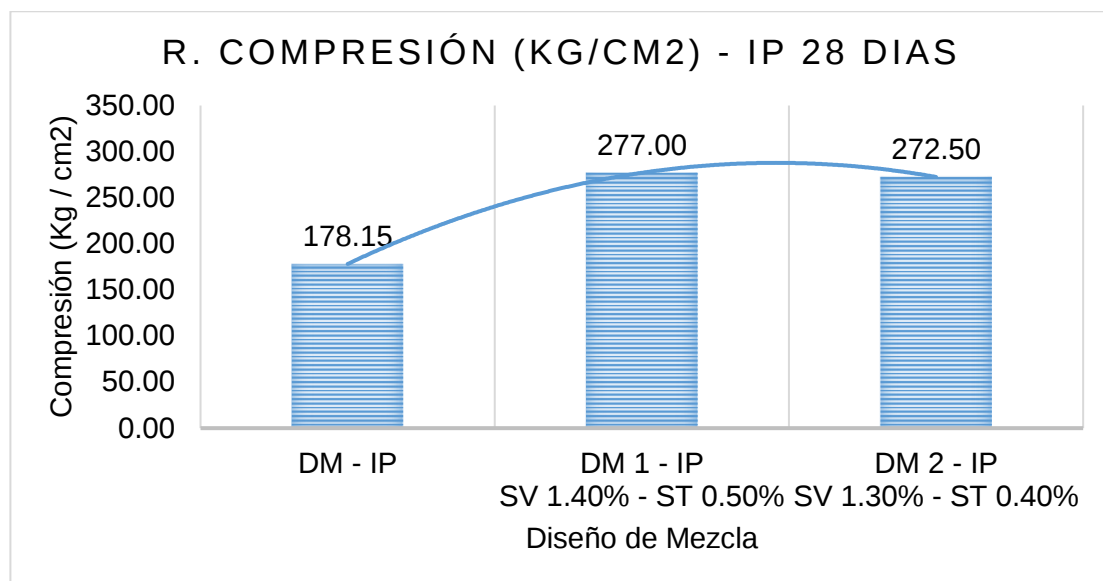
Nota: En la ilustración 23, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 14 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 152.00 kg/cm², DM 1 - IP = 262.90 kg/cm², DM 2 - IP = 266.65 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este sigue aumentando con respecto a la prueba patrón DM - IP.

Figura 24. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 14 días - HE



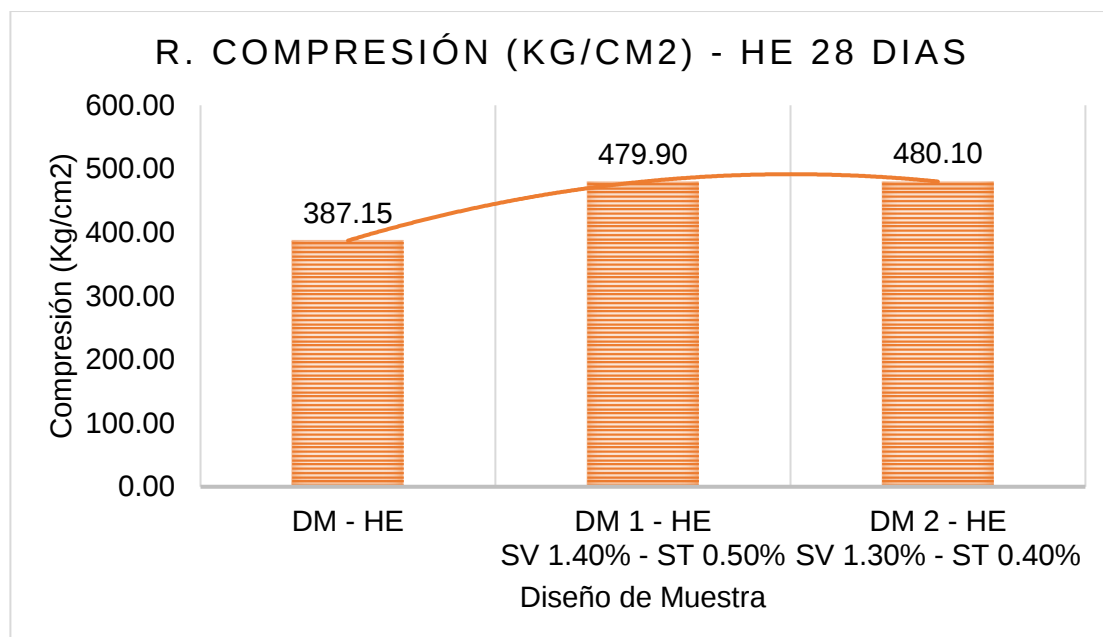
Nota: En la ilustración 24, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 14 días del concreto $f'c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 334.85 kg/cm², DM 1 - HE = 444.10 kg/cm², DM 2 - HE = 411.80 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este disminuye, superando a la prueba patrón DM - HE.

Figura 25. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 28 días - IP



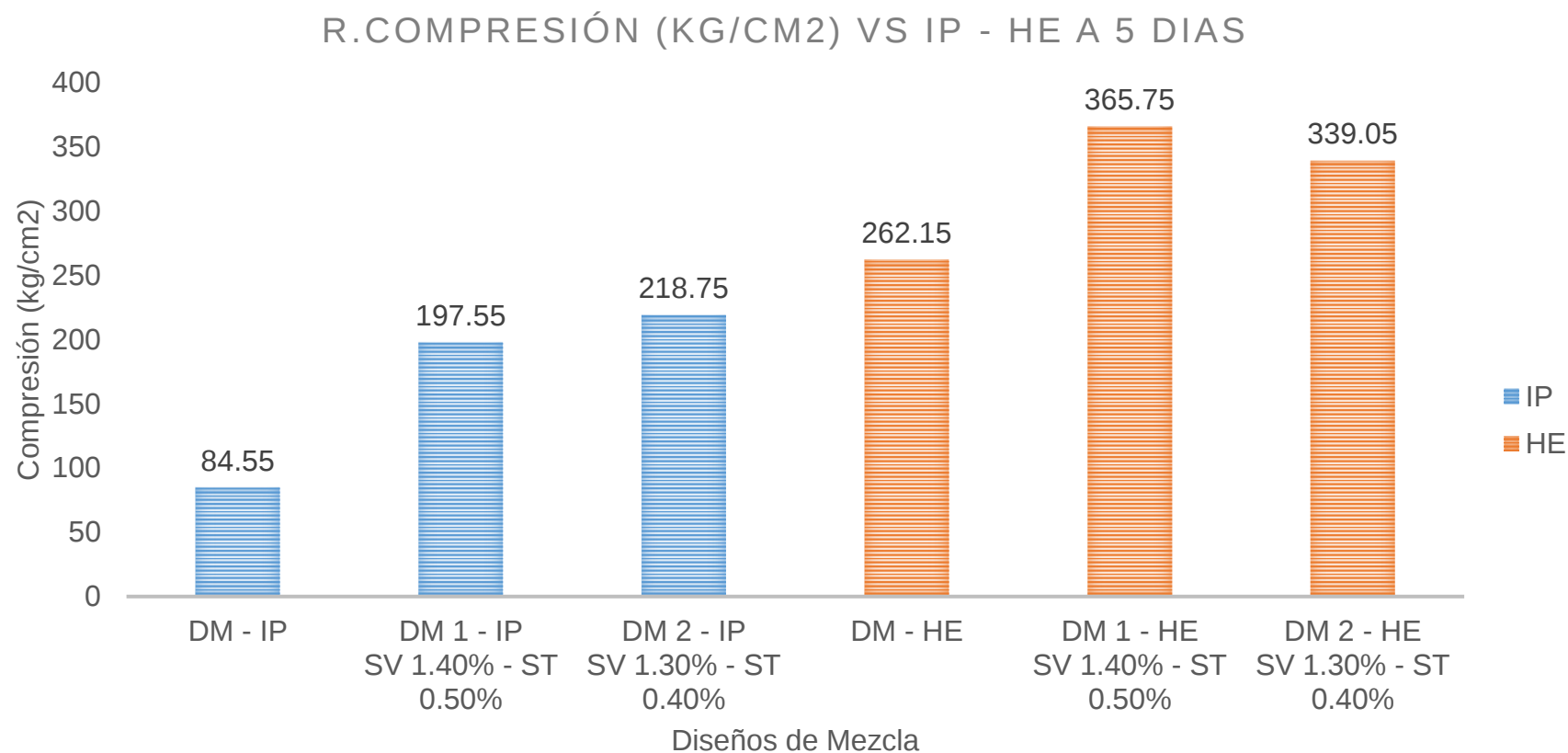
Nota: En la ilustración 25, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 28 días del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - IP fue de 178.15 kg/cm², DM 1 - IP = 277.00 kg/cm², DM 2 - IP = 272.50 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este disminuye, superando a la prueba patrón DM - IP.

Figura 26. Resumen de los resultados del ensayo – Compresión, 28 días - HE



Nota: En la ilustración 26, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 28 días del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con cemento tipo HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa que el DM - HE fue de 387.15 kg/cm², DM 1 - HE = 479.90 kg/cm², DM 2 - HE = 480.10 kg/cm². Se concluye que conforme el aditivo se incrementa aumenta la compresión y al disminuir el aditivo este sigue aumentando, superando a la prueba patrón DM - HE.

Figura 27. Análisis de resultados del ensayo – Compresión, 5 días – IP y HE



Nota: En la ilustración 27, se visualiza los resultados promedio obtenidos del ensayo compresión a 5 días del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con cemento tipo IP y HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se analizan los datos más óptimos para ambos tipos de cementos, donde DM 2 – IP = 218.75 kg/cm², con un 104.17% respecto al diseño y DM 1 – HE = 365.75 kg/cm², con un 174.17% respecto diseño. Se concluye que el resultado con mejores características físicas de resistencia a compresión es DM 1 – HE. Se demostró la hipótesis propuesta verificando su validez

4.5.1.7. Análisis de precios unitarios

Tabla 107. Costo unitario para los diseños patrón en 1 m³ – Cemento IP

ACI						
Nº	MATERIAL	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Costo S/.
1	Cemento Tipo IP	bol	10,588	24,50	259,41	291,89
2	Agua	m3	0,284	6,26	1,78	
3	Arena Gruesa	m3	0,277	42,50	11,77	
4	Piedra	m3	0,281	67,50	18,94	
WALKER						
1	Cemento Tipo IP	bol	12,279	24,50	300,85	338,79
2	Agua	m3	0,215	6,26	1,35	
3	Arena Gruesa	m3	0,287	42,50	12,20	
4	Piedra	m3	0,361	67,50	24,40	
MÓDULO DE FINESA						
1	Cemento Tipo IP	bol	12,353	24,50	302,65	339,43
2	Agua	m3	0,216	6,26	1,35	
3	Arena Gruesa	m3	0,231	42,50	9,80	
4	Piedra	m3	0,380	67,50	25,63	

Nota: Se puede determinar que el costo más económico es con el diseño ACI

Tabla 108. Costo unitario para los diseños patrón en 1 m³ – Cemento HE

ACI						
Nº	MATERIAL	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Costo S/.
1	Cemento Tipo HE	bol	10,588	25,50	270,00	303,13
2	Agua	m3	0,270	6,26	1,69	
3	Arena Gruesa	m3	0,283	42,50	12,05	
4	Piedra	m3	0,287	67,50	19,39	
WALKER						
1	Cemento Tipo HE	bol	12,279	25,50	313,13	351,57
2	Agua	m3	0,215	6,26	1,35	
3	Arena Gruesa	m3	0,291	42,50	12,37	
4	Piedra	m3	0,366	67,50	24,73	
MÓDULO DE FINESA						
1	Cemento Tipo HE	bol	12,353	25,50	315,00	353,61
2	Agua	m3	0,216	6,26	1,35	
3	Arena Gruesa	m3	0,270	42,50	11,46	
4	Piedra	m3	0,382	67,50	25,79	

Nota: Se puede determinar que el costo más económico es con el diseño ACI.

Tabla 109. Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.40%, ST-0.50%),IP-1m3

ACI						
N°	MATERIAL	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Costo S/.
1	Cemento Tipo IP	bol	9,926	24,50	243,20	393,34
2	Agua	m3	0,196	6,26	1,23	
3	Arena Gruesa	m3	0,291	42,50	12,38	
4	Piedra	m3	0,295	67,50	19,92	
5	SV - 1.40%	l	5,549	16,00	88,79	
6	ST – 0.50%	l	1,989	14,00	27,84	
WALKER						
1	Cemento Tipo IP	bol	12,279	24,50	300,85	482,00
2	Agua	m3	0,151	6,26	0,94	
3	Arena Gruesa	m3	0,287	42,50	12,20	
4	Piedra	m3	0,361	67,50	24,40	
5	SV - 1.40%	l	6,863	16,00	109,81	
6	ST – 0.50%	l	2,415	14,00	33,81	
MÓDULO DE FINESA						
1	Cemento Tipo IP	bol	12,353	24,50	302,65	484,17
2	Agua	m3	0,151	6,26	0,95	
3	Arena Gruesa	m3	0,266	42,50	11,33	
4	Piedra	m3	0,380	67,50	25,63	
5	SV - 1.40%	l	6,863	16,00	109,81	
6	ST – 0.50%	l	2,415	14,00	33,81	

Nota: Se puede determinar que el costo más económico es con el diseño ACI.

Tabla 110. Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.30%, ST-0.40%),IP-1m3

ACI						
N°	MATERIAL	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Costo S/.
1	Cemento Tipo IP	bol	9,926	24,50	243,20	380,31
2	Agua	m3	0,198	6,26	1,24	
3	Arena Gruesa	m3	0,291	42,50	12,35	
4	Piedra	m3	0,294	67,50	19,87	
5	SV - 1.30%	l	5,111	16,00	81,78	
6	ST – 0.40%	l	1,563	14,00	21,88	
WALKER						
1	Cemento Tipo IP	bol	12,279	24,50	300,85	464,70
2	Agua	m3	0,151	6,26	0,94	
3	Arena Gruesa	m3	0,287	42,50	12,20	
4	Piedra	m3	0,361	67,50	24,40	
5	SV - 1.30%	l	6,279	16,00	100,47	
6	ST – 0.40%	l	1,847	14,00	25,85	
MÓDULO DE FINESA						
1	Cemento Tipo IP	bol	12,353	24,50	302,65	469,21

2	Agua	m3	0,151	6,26	0,95
3	Arena Gruesa	m3	0,266	42,50	11,33
4	Piedra	m3	0,380	67,50	25,63
5	SV - 1.30%	l	6,425	16,00	102,80
6	ST – 0.40%	l	1,847	14,00	25,85

Nota: Se puede determinar que el costo más económico es con el diseño ACI.

Tabla 111. Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.40%, ST-0.50%), HE-1m3

ACI						
Nº	MATERIAL	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Costo S/.
1	Cemento Tipo HE	bol	9,926	25,50	253,13	403,68
2	Agua	m3	0,188	6,26	1,17	
3	Arena Gruesa	m3	0,295	42,50	12,55	
4	Piedra	m3	0,299	67,50	20,20	
5	SV - 1.40%	l	5,549	16,00	88,79	
6	ST – 0.50%	l	1,989	14,00	27,84	
WALKER						
1	Cemento Tipo HE	bol	12,279	25,50	313,13	494,78
2	Agua	m3	0,151	6,26	0,94	
3	Arena Gruesa	m3	0,291	42,50	12,37	
4	Piedra	m3	0,366	67,50	24,73	
5	SV - 1.40%	l	6,863	16,00	109,81	
6	ST – 0.50%	l	2,415	14,00	33,81	
MÓDULO DE FINESA						
1	Cemento Tipo HE	bol	12,353	25,50	315,00	496,99
2	Agua	m3	0,151	6,26	0,95	
3	Arena Gruesa	m3	0,270	42,50	11,46	
4	Piedra	m3	0,385	67,50	25,96	
5	SV - 1.40%	l	6,863	16,00	109,81	
6	ST – 0.50%	l	2,415	14,00	33,81	

Nota: Se puede determinar que el costo más económico es con el diseño ACI.

Tabla 112. Costo unitario en los diseños con aditivo (SV-1.30%, ST-0.40%), HE-1m3

ACI						
Nº	MATERIAL	Unidad	Cantidad	P.U.	Parcial	Costo S/.
1	Cemento Tipo HE	bol	10,588	25,50	270,00	418,77
2	Agua	m3	0,202	6,26	1,27	
3	Arena Gruesa	m3	0,314	42,50	13,36	
4	Piedra	m3	0,319	67,50	21,50	
5	SV - 1.30%	l	5,549	16,00	88,79	
6	ST – 0.40%	l	1,705	14,00	23,86	
WALKER						
1	Cemento Tipo HE	bol	12,279	25,50	313,13	477,48

2	Agua	m3	0,151	6,26	0,94
3	Arena Gruesa	m3	0,291	42,50	12,37
4	Piedra	m3	0,366	67,50	24,73
5	SV - 1.30%	l	6,279	16,00	100,47
6	ST – 0.40%	l	1,847	14,00	25,85
MÓDULO DE FINESA					
1	Cemento Tipo HE	bol	12,353	25,50	315,00
2	Agua	m3	0,151	6,26	0,95
3	Arena Gruesa	m3	0,270	42,50	11,46
4	Piedra	m3	0,385	67,50	25,96
5	SV - 1.30%	l	6,425	16,00	102,80
6	ST – 0.40%	l	1,847	14,00	25,85
482,03					

Nota: Se puede determinar que el costo más económico es con el diseño ACI.

4.6. Procesamiento de datos

Hipótesis principal. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, mejorara la resistencia del diseño patrón.

Figura 28. Resistencia a la compresión vs Tiempo (Cemento IP)

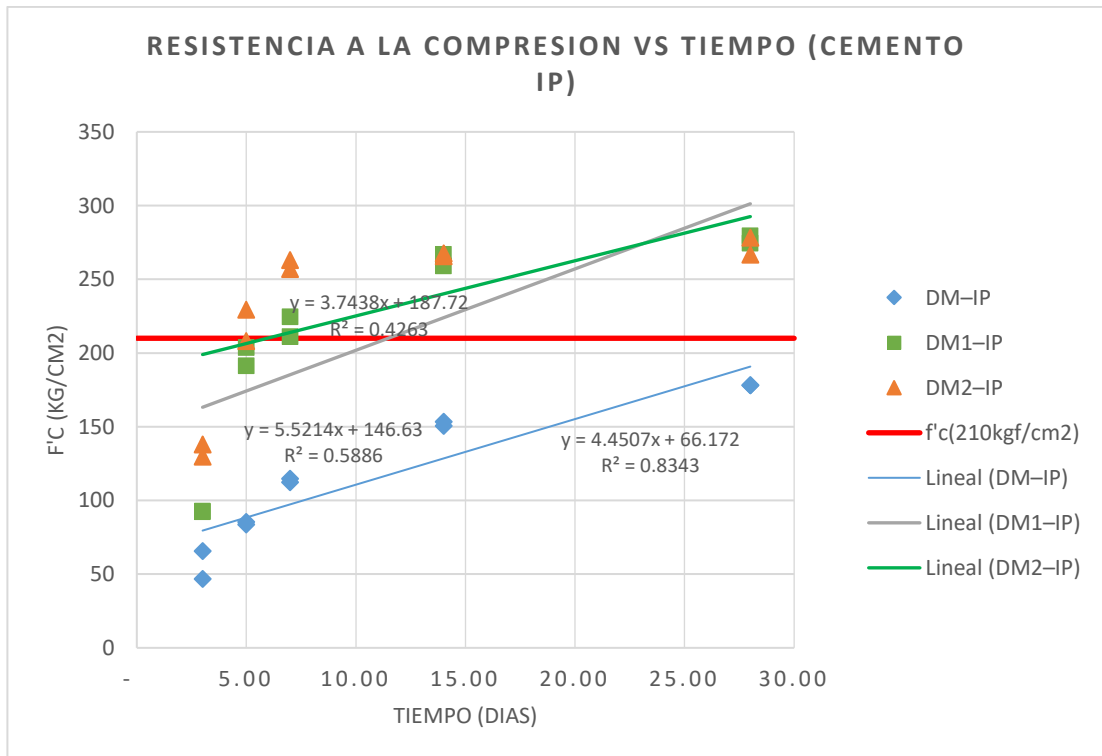


Figura 29. Resistencia a la compresión vs Tiempo (Cemento HE)

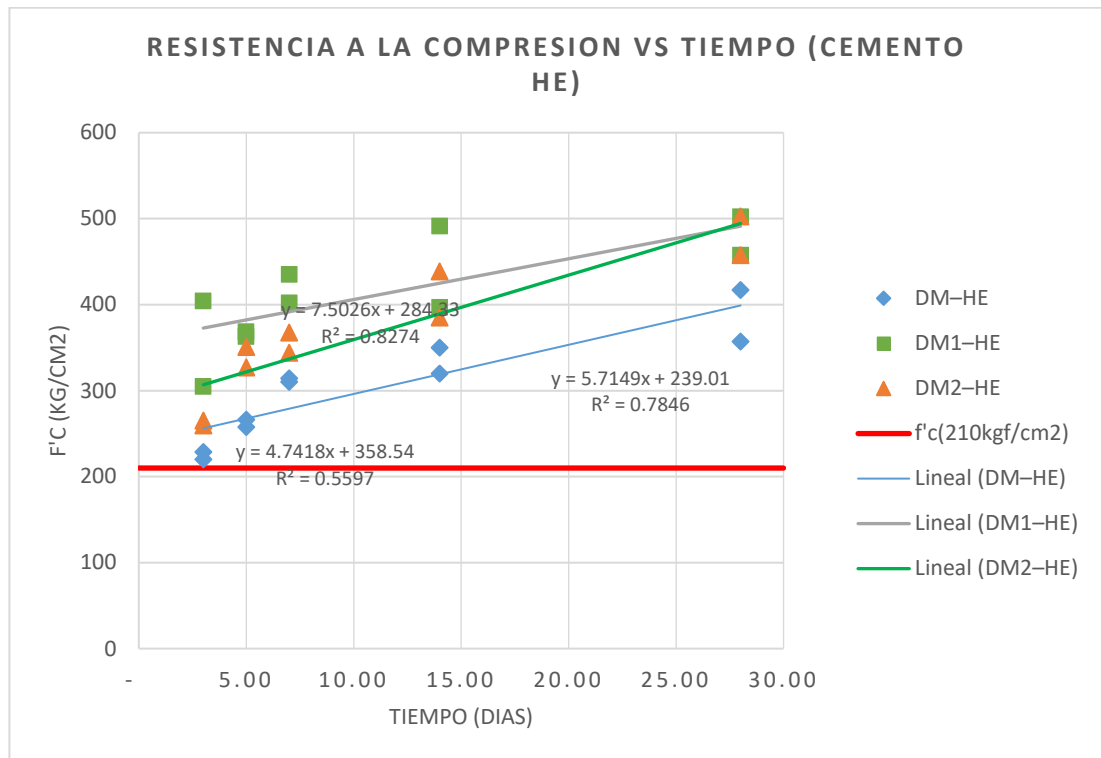


Tabla 113. Prueba *t* para dos muestras suponiendo varianzas desiguales de resistencia a la compresión vs Tiempo (Cemento IP)

4.6.1. Análisis estadístico

	DM-IP	DM1-IP
Media	116.91	209.57
Varianza	2180.21211	4755.81789
Observaciones	10	10
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16	
Estadístico t	-3.51833197	
P(T<=t) una cola	0.0014255	0.05
Valor crítico de t (una cola)	1.74588368	
P(T<=t) dos colas	0.00285099	0.05
Valor crítico de t (dos colas)	2.1199053	

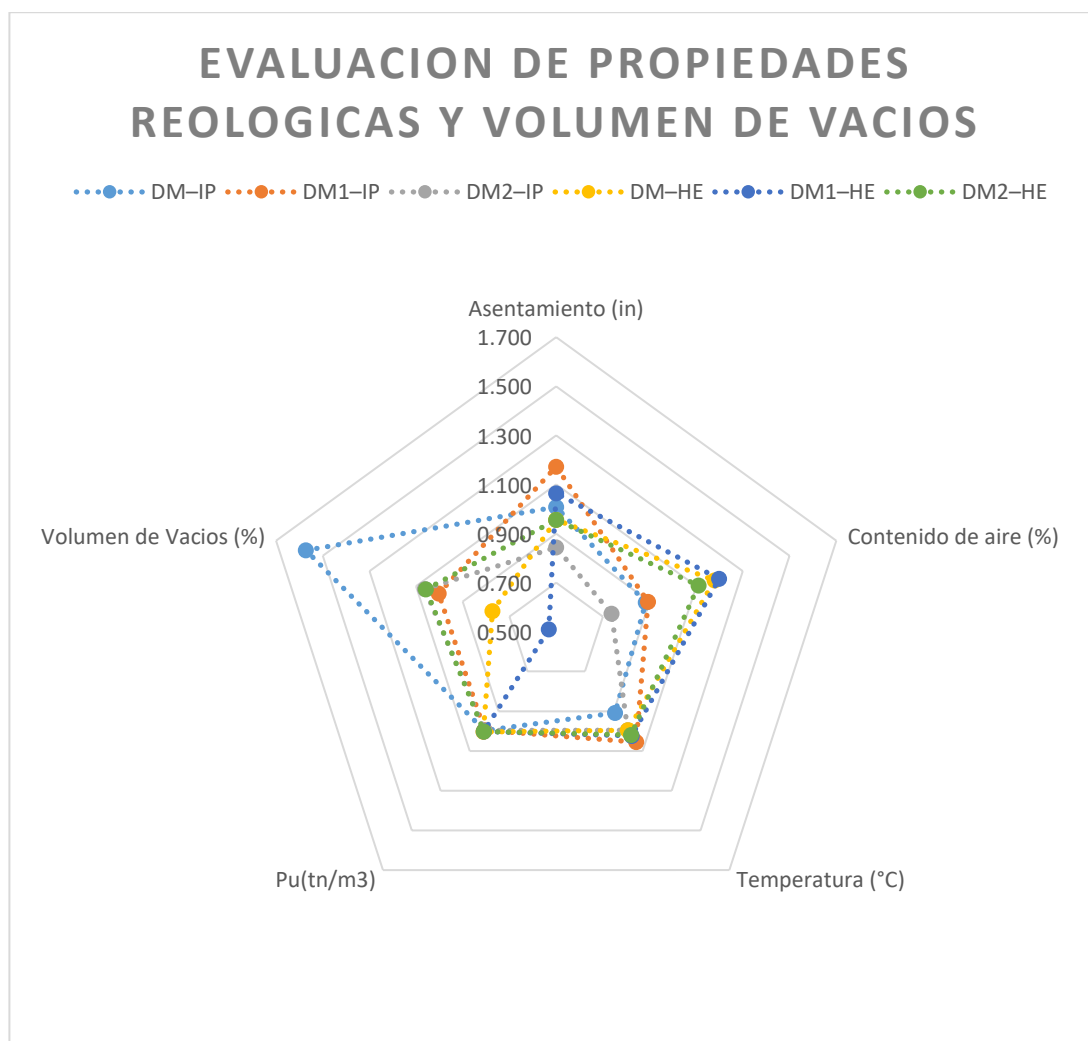
Ho=No existe incidencia	t>0.05
Ha=Existe incidencia en la muestra con aditivo, con respecto a la muestra sin aditivo	t<0.05
Se rechaza la hipótesis nula, por tanto existe una incidencia en la muestra por el uso de aditivo.	

Interpretación: Se realizó una prueba de hipótesis, para verificar que la incidencia del aditivo no es producto del azar, viéndose una muestra

Tabla 114. Resumen de propiedades en estado fresco y el rendimiento en estado endurecido

Diseño 210	slump (in)	Aire (%)	T (°C)	γ (Kg/m3)	Vv (%)	f'c(3 días)	f'c(5 días)	f'c(7 días)	f'c(14 días)	f'c(28 días)
DM-IP	9.000	3.000	18.333	2287.643	21.670	56.25	84.55	113.6	152	178.15
DM1-IP	10.467	3.033	21.300	2284.097	13.833	92.55	197.55	217.85	262.9	277
DM2-IP	7.533	2.500	20.100	2286.220	14.650	133.95	218.75	260.15	266.65	272.5
DM-HE	8.533	4.000	20.100	2303.250	10.653	224.3	262.15	312.3	334.895	387.15
DM1-HE	9.500	4.067	20.667	2298.283	7.323	354.65	365.75	418.6	444.1	479.9
DM2-HE	8.533	3.767	20.567	2298.987	14.587	262.4	339.05	355.95	411.8	480.1

Figura 30. Evaluación de Propiedades reológicas y volumen de vacíos



Interpretación: Se pueden observar una serie de propiedades de las mezclas en estado fresco de las muestras ensayadas, las cuales se extenderán en la investigación.

Tabla 115. Cantidades de dosificación según métodos de diseño de mezclas

MET.	MATERIAL	CE.IP (sol)	CE.HE (sol)	Agua (sol)	Arena (sol)	Piedra (sol)	SV (sol)	ST (sol)	Costo (sol)
ACI	DM-IP	259.406	0	1.77784	11.7725	18.9675	0	0	291.92384
ACI	DM1-IP	243.187	0	1.22696	12.3675	19.9125	88.784	27.846	393.32396
ACI	DM2-IP	243.187	0	1.23948	12.3675	19.845	81.776	21.882	380.29698
ACI	DM-HE	0	269.994	1.6902	12.0275	19.3725	0	0	303.0842

ACI	DM1-HE	0	253.113	1.17688	12.5375	20.1825	88.784	27.846	403.63988
ACI	DM2-HE	0	269.994	1.26452	13.345	21.5325	88.784	23.87	418.79002
WALKER	DM-IP	300.8355	0	1.3459	12.1975	24.3675	0	0	338.7464
WALKER	DM1-IP	300.8355	0	0.94526	12.1975	24.3675	109.808	33.81	481.96376
WALKER	DM2-IP	300.8355	0	0.94526	12.1975	24.3675	100.464	25.858	464.66776
WALKER	DM-HE	0	313.1145	1.3459	12.3675	24.705	0	0	351.5329
WALKER	DM1-HE	0	313.1145	0.94526	12.3675	24.705	109.808	33.81	494.75026
WALKER	DM2-HE	0	313.1145	0.94526	12.3675	24.705	100.464	25.858	477.45426
MF	DM-IP	302.6485	0	1.35216	9.8175	25.65	0	0	339.46816
MF	DM1-IP	302.6485	0	0.94526	11.305	25.65	109.808	33.81	484.16676
MF	DM2-IP	302.6485	0	0.94526	11.305	25.65	102.8	25.858	469.20676
MF	DM-HE	0	315.0015	1.35216	11.475	25.785	0	0	353.61366
MF	DM1-HE	0	315.0015	0.94526	11.475	25.9875	109.808	33.81	497.02726
MF	DM2-HE	0	315.0015	0.94526	11.475	25.9875	102.8	25.858	482.06726

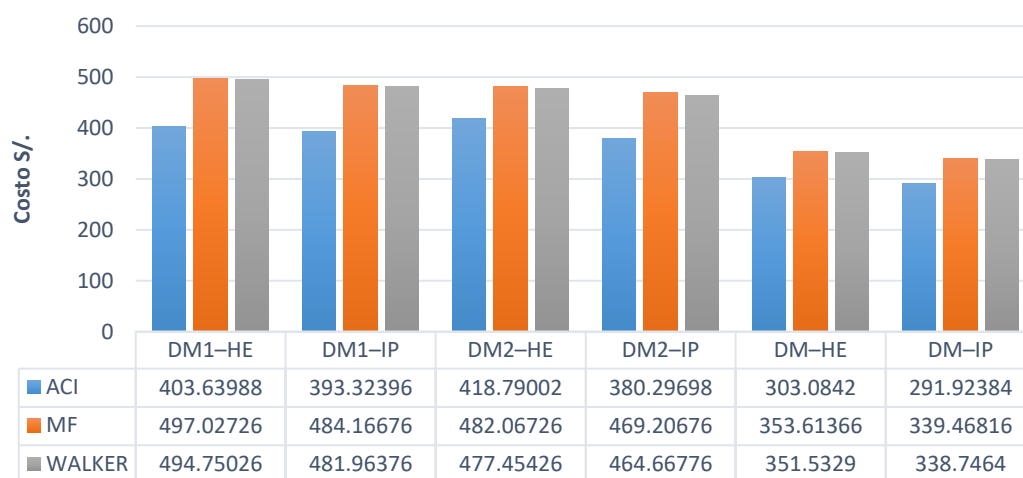
Tabla 116. Comparación de costos dosificación/Método

Dosificación / Método	ACI	MF	WALKER	Total general
DM1-HE	403.63988	497.02726	494.75026	403.63988
DM1-IP	393.32396	484.16676	481.96376	393.32396
DM2-HE	418.79002	482.06726	477.45426	418.79002
DM2-IP	380.29698	469.20676	464.66776	380.29698
DM-HE	303.0842	353.61366	351.5329	303.0842
DM-IP	291.92384	339.46816	338.7464	291.92384
Total general	291.92384	339.46816	338.7464	291.92384

Figura 31. Comparativa dosificación/Método/Costo unitario OJO FALTA LA FIGURA

Interpretación: El método ACI produce los costos unitarios más altos para cada caso de diseño de mezclas, mientras que el método MF produce los costos unitarios más bajos. Asimismo, los costos unitarios del método WALKER son similares a los del método ACI, pero ligeramente más bajos. El grupo DM2-HE es el más alto, seguidos de cerca por los costos unitarios del grupo DM1-HE. También, los costos unitarios del grupo DM-IP son los más bajos, seguidos de cerca por los costos unitarios del caso DM-HE. En general, se puede decir que la elección del método de dosificación y la mezcla de diseño puede tener un impacto significativo en los costos unitarios de la mezcla final.

Costo Unitario vs Dosificación



DISCUSIONES

Indicador: Resistencia a la compresión (kgf/cm²)

Hipótesis principal. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, mejorará la resistencia del diseño patrón.

Para seis casos de diseño de mezclas diferentes (DM-IP, DM1-IP, DM2-IP, DM-HE, DM1-HE y DM2-HE) ensayados a 7 días, la observación para DM-IP indica un valor de $f'c$ de 113.6 kg/cm^2 , para DM1-IP indica un valor de $f'c$ de 217.85 kg/cm^2 , para DM2-IP indica un valor de $f'c$ de 260.15 kg/cm^2 , para DM-HE indica un valor de $f'c$ de 312.3 kg/cm^2 , para DM1-HE indica un valor de $f'c$ de 418.6 kg/cm^2 , para DM2-HE indica un valor de $f'c$ de 355.95 kg/cm^2 . Se puede notar que los casos de diseño de mezclas que utilizan el método de dosificación que incluye cemento HE poseen los valores más altos de resistencia a la compresión. También se observa que el valor de $f'c$ más alto corresponde al caso DM1-HE con un $F'c=418.6\text{ kg/cm}^2$, mientras que el valor de $f'c$ más bajo corresponde al caso DM-IP. Respecto a la investigación de Rabanal-Gonzales y Su-Chaqui (2017) en la tesis de grado titulado "Diseño de un Concreto Autocompactable", aplicando una metodología experimental obtuvo los resultados siguientes: "En lo que respecta a el ensayo de resistencia a la compresión con testigos cilíndricos con la Norma de Referencia NTP 339.034.2015, se obtuvieron resultados esperados para un concreto de $f'c= 500\text{ kg/cm}^2$, como fueron a 7 días de 719.72 kg/cm^2 , 14 días 736.65 kg/cm^2 y 28 días de 771.57 kg/cm^2 , superando el 100% de su $f'c$ a los 7 días, lo que en un concreto convencional lo haría en 28 días". Concluyéndose que el indicador de resistencia a la compresión aunque supera los objetivos planteados, el mayor valor de resistencia que adquieren en la dosificación DM1-HE con $f'c=418.6\text{ kg/cm}^2$, no se acerca a la resistencia a un concreto autocompactable de 719.72 kg/cm^2 como el presentado en los antecedentes.

Indicador 01: Asentamiento (in)

Hipótesis secundaria 1. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, aumentará el **asentamiento** del diseño patrón.

Con respecto a los resultados de asentamiento del concreto en las ilustraciones 6 y 7, con cemento tipo IP y HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se evidencia DM – IP = 9 in, DM 1 – IP = 10.5 in, DM 2 – IP = 7.5, cuando el aditivo se incrementa aumenta el asentamiento y al disminuir el aditivo este se reduce con respecto a la prueba patrón y para DM – HE = 8.5 in, DM 1 – HE = 9.5 in, DM 2 – HE = 8.5

in, cuando el aditivo se incrementa aumenta el asentamiento y al disminuir el aditivo este es igual al valor con respecto a la prueba patrón DM – HE. Al respecto investigadores como Quiroz-Cerna (2021) en la tesis de grado titulado “Influencia de los aditivos SIKA RETARDER y SIKATARD en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, Trujillo 2021”. Sus resultados respecto al asentamiento fueron con el aditivo Sika Retarder al 0.35% = 7.75 in, para el uso del Sikatard PE al 0.35% = 8.5 in, en ambos casos el slump aumento con respecto a su diseño patrón. En conclusión, se puede afirmar que el aumento en el porcentaje de aditivos tiene una relación directa con el aumento en el asentamiento del concreto.

Indicador 02: Contenido de aire (%)

Hipótesis secundaria 2. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, ampliará el contenido de aire del diseño patrón.

En relación a los resultados de contenido de aire del concreto en las ilustraciones 8 y 9, con cemento tipo IP y HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa DM - IP fue de 3 %, DM 1 – IP = 3.02%, DM 2 – IP = 2.5 %, cuando el aditivo se incrementa aumenta el aire y al disminuir el aditivo este se reduce con respecto a la prueba patrón DM – IP y para DM - HE fue de 4.00 %, DM 1 – HE = 4.05%, DM 2 – HE = 3.80 %, cuando el aditivo se incrementa aumenta el aire y al disminuir el aditivo este se reduce con respecto a la prueba patrón DM – HE. En relación al análisis según Roldán-López & Vargas-Chávez (2018), en su tesis titulada “Diseño de Mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika Viscocrete SC – 50 y Gaia, Como resultado del proceso de análisis, en el ensayo de contenido de aire para el diseño $f'_c= 420 \text{ kg/cm}^2$ con 0% de nanosilice = 1.5%, 0.30% de nanosilice = 2.0%, 0.50% de nanosilice = 1.5% y 0.70% de nanosilice = 2% y para $f'_c= 600 \text{ kg/cm}^2$ el contenido de aire al 0% de nanosilice = 1.9%, 0.30% de nanosilice = 1.4 %, 0.70% de nanosilice = 1.5%.Con respecto a la resistencia a la compresión, para 420 kgf/cm² el contenido óptimo es 0.50% logrando resistencia de 448.10 kgf/cm² y para 600 kgf/cm² el contenido óptimo es 0.50% logrando resistencia de 637.60 kgf/cm². En conclusión, los resultados de la investigación sugieren que el uso de aditivos en el concreto puede afectar significativamente su contenido de aire.

Indicador 03: Temperatura (°C)

Hipótesis secundaria 3. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'_c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá la temperatura del diseño patrón.

En función a los resultados de temperatura del concreto en las ilustraciones 10 y 11, con cemento tipo IP y HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se verifica $DM - IP = 18.3^{\circ}C$, $DM 1 - IP = 21.3^{\circ}C$, $DM 2 - IP = 20.1^{\circ}C$, cuando el aditivo se incrementa aumenta la temperatura y al disminuir el aditivo este se reduce, pero no llega a ser inferior respecto a la prueba patrón $DM - IP$, y para $DM - HE = 20.4^{\circ}C$, $DM 1 - HE = 20.7^{\circ}C$, $DM 2 - HE = 20.6^{\circ}C$, cuando el aditivo se incrementa aumenta la temperatura y al disminuir el aditivo este se reduce, pero no llega a ser inferior respecto a la prueba patrón $DM - HE$. Concerniente a la investigación según Vértiz Almengor (2021) en la tesis de grado titulado “Influencia del Aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la Compresión de concretos con alta resistencia inicial, Trujillo - 2021”, Los resultados obtenidos en las pruebas de temperatura al 0% de Sikacem ($T = 23.9^{\circ}C$ inicial y a 5 días $T = 17^{\circ}C$), 1% de Sikacem ($T = 23.1^{\circ}C$ inicial y a 5 días $T = 16.9^{\circ}C$), 1.5% de Sikacem ($T = 21.3^{\circ}C$ inicial y a 5 días $T = 16.4^{\circ}C$) y 2% de Sikacem ($T = 23.7^{\circ}C$ inicial y a 5 días $T = 16.6^{\circ}C$). En conclusión, es importante tener en cuenta los resultados presentados en las ilustraciones y la investigación mencionada al diseñar y utilizar concreto con aditivos. Siempre es necesario hacer un análisis exhaustivo de las propiedades y necesidades del proyecto para determinar si es necesario utilizar aditivos, y si es así, elegir el aditivo adecuado y utilizarlo en la cantidad recomendada para garantizar la calidad y durabilidad del concreto.

Indicador 04: Peso unitario (Kg/m³)

Hipótesis secundaria 4. Incorporando aditivos Sika visocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá el peso unitario del diseño patrón.

Con respecto a los resultados de peso unitario del concreto en las ilustraciones 12 y 13, con cemento tipo IP y HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se evidencia $DM - IP = 2287.64\text{Kg/m}^3$, $DM 1 - IP = 2284.10\text{ kg/m}^3$, $DM 2 - IP = 2286.22\text{ kg/m}^3$, cuando el aditivo se incrementa disminuye el peso unitario y al disminuir el aditivo este crece, no llegan a superar a la prueba patrón $DM - IP$, y para $DM - HE = 2303.25\text{ Kg/m}^3$, $DM 1 - HE = 2298.28\text{ kg/m}^3$, $DM 2 - HE = 2298.99\text{ kg/m}^3$, cuando el aditivo se incrementa disminuye el peso unitario y al disminuir el aditivo este crece, pero no llegan a superar a prueba patrón $DM - HE$ Asimismo Nuñez-Aranguri & Villanueva-Paredes (2018) en su tesis titulada “Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo Sikaplast 700”, Con respecto al ensayo peso unitario para $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con aditivo Sikaplast 700 = 2408 kg/m^3 y para $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con aditivo Viscocrete SC – 50 = 2418 Kg/m^3 , en el ensayo a compresión para $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con aditivo Sikaplast 700 = 528 kg/cm^2 a 3 días y para $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ con aditivo Viscocrete

SC – 50 = 520 kg/cm². En conclusión, si bien la adición de aditivos puede afectar el peso unitario del concreto, en general, estos efectos no son significativos en comparación con el uso de cemento sin aditivos. Es importante considerar otros factores, como las propiedades físicas y mecánicas del concreto, al decidir si se deben agregar aditivos al cemento.

Indicador 05: Volumen de vacíos (%)

Hipótesis secundaria 5. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá el volumen de vacíos del diseño patrón.

En relación a los resultados de volumen de vacíos del concreto en las ilustraciones 14 y 15, con cemento tipo IP y HE sin aditivo y con aditivo (Sika Viscocrete al 1.40%, 1.30% y Sikatard al 0.50%, 0.40%). Se observa DM - IP = 21.67%, DM 1 – IP = 13.83%, DM 2 – IP = 14.65%, cuando el aditivo se incrementa disminuye el volumen de vacíos y al disminuir el aditivo este crece no llega a superar a la prueba patrón DM – IP y para DM - HE = 10.65%, DM 1 – HE = 7.32%, DM 2 – HE = 14.59%, cuando el aditivo se incrementa disminuye el volumen de vacíos y al disminuir el aditivo este crece superando a la prueba patrón DM – HE. En relación al tema según Carrera-Blumen (2019) en la tesis de grado titulado “Influencia de la aplicación del aditivo SIKA PLASTIMENT HE-98 con el fin de mejorar la permeabilidad del concreto, Trujillo 2019”. De los resultados se puede verificar que el porcentaje de vacíos del concreto de 3/8” patrón fue de 16%, del concreto de 3/8” con Sika Plastiment HE-98 al 0.4% fue de 20% y finalmente el concreto con Sika Plastiment HE-98 al 1.0% fue de 23%”. En conclusión, estos resultados nos muestran la importancia de realizar pruebas y análisis detallados para entender cómo los diferentes aditivos afectan la calidad del concreto. Si bien es cierto que algunos aditivos pueden mejorar la densidad y la permeabilidad del concreto, también es necesario tener cuidado con las proporciones en que se utilizan, ya que un uso excesivo de aditivos puede afectar negativamente la calidad del concreto.

Indicador 06: Análisis de costos unitarios (S/.)

Hipótesis secundaria 6. Incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, optimizará el costo unitario del diseño final.

El método ACI produce los costos unitarios más bajos para cada caso de diseño de mezclas, mientras que el método MF produce los costos unitarios más altos. Asimismo, los costos unitarios del método WALKER se podría decir es el costo intermedio

Los costos unitarios aumentaron significativamente debido a la utilización de concreto de alta resistencia y la adición de aditivos superplastificantes. En general, se puede decir que la elección del método de diseño de concreto es un impacto significativo en los costos unitarios.

En conclusión, un análisis de costos unitarios del concreto es una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el sector de la construcción, ya que permite conocer de manera detallada los costos de los materiales y mano de obra necesarios para la elaboración del concreto. Además, se debe considerar la influencia de los diferentes tipos de concreto y los aditivos utilizados en el costo final del material.

CONCLUSIONES

1. Con respecto al objetivo principal de la investigación, para la elaboración de concreto con **resistencia acelerada** $f'c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento). se concluye que la dosificación más óptima fue de DM 1 – HE = 365.75 kg/cm², con ello se logró verificar la hipótesis planteada.
2. Respecto al **contenido de aire** del concreto a para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento) se obtuvo el mayor valor para la dosificación DM 1 – HE = 4.05 %.
3. En relación al **asentamiento** del concreto más trabajable, para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento). Se obtuvo con el diseño DM 1 – IP = 10.5 in.
4. Respecto a la **temperatura del concreto** más baja, para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento), es DM 1P = 18.30 °C,
5. Para obtener el **peso unitario** más bajo, para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento). Con el valor más bajo es DM 1 – IP = 2284.10 kg/m³.
6. Para evaluar el **volumen de vacíos** menor, para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm², a 5 días, incorporando aditivos Sika Viscocrete – 1110 Pe (1.40% y 1.30% del peso del cemento) y Sikatard Pe (0.50% y 0.40% del peso del cemento), se obtuvo con el diseño DM 1 – HE = 7.32%.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar una investigación referente a la resistencia del concreto $f'_c = 210$ Kg/cm², a edades tempranas, usando los cementos Tipo II, Tipo III y Tipo IV, con agregados de la cantera la poderosa y aditivo Viscocrete 1110 = 1.40%, 1.30% y sikatard Pe = 0.50%, 0.40%, para verificar el incremento de la resistencia a la compresión del concreto, a edades tempranas y determinar cuál es el tipo de cemento más adecuado para la región de Arequipa.
2. Se recomienda continuar con la investigación de los datos propuestos, el tipo de cemento, agregados y aditivos pero que sean eco amigables con el medio ambiente para reducir la contaminación actual que se genera por las industrias cementeras.
3. Se recomienda utilizar aditivos de última generación y adiciones activas en el diseño de mezclas de concreto, para lograr un gran aporte en el desempeño del concreto en estado fresco y endurecido, mejorando la productividad y calidad de nuestros proyectos de Infraestructura, contribuyendo a la competitividad de la industria de la construcción en el Arequipa.
4. Se recomienda aplicar el diseño optimo obtenido DM 1 – HE para la ejecución de proyectos de concretos prefabricados en bloques estructurales.
5. Se sugiere seguir investigando la utilización de aditivos superplastificantes y estabilizadores de hidratación del cemento en el diseño del concreto de alta resistencia, con el fin de lograr una mayor reducción del agua de mezcla y mejorar la homogeneidad y cohesión del concreto.
6. Es importante considerar el uso de agregados de alta calidad y resistencia, así como el uso de una curva granulométrica adecuada, para obtener un concreto de alta resistencia y durabilidad.
7. Se recomienda realizar pruebas de control de calidad en la producción del concreto, adicionales a las aplicadas en el estudio de investigación.
8. Es importante tener en cuenta las condiciones ambientales y del curado adecuado para el concreto de alta resistencia, como la temperatura y la humedad, para garantizar un adecuado proceso de hidratación y endurecimiento del concreto.
9. Es importante considerar la dosificación adecuada del aditivo superplastificante para evitar una reducción en la resistencia mecánica del concreto.
10. Se recomienda realizar pruebas preliminares de compatibilidad del aditivo con el cemento y otros materiales antes de incorporarlo en la mezcla de concreto.

BIBLIOGRAFÍA

- ABDULKAREEM, O. et al. Mixture design and early age investigations of more sustainable UHPC. *Construction and Building Materials*, 163, 235-246. 2018.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.107>
- AQUINO-CARREON, H. S. *Análisis de la resistencia de concretos autocompactantes con agregados artificiales para $f'c=210$ kg/cm², $f'c=280$ kg/cm², $f'c=315$ kg/cm² en Puno 2018* [Universidad Nacional del Altiplano].
<https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/15449>. 2021
- ARIAS, F. G. *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica* (6.^a ed.). Episteme. 2012.
- ARORA, A. et al. *Material design of economical ultra-high performance concrete (UHPC) and evaluation of their properties. Cement and Concrete Composites*, 104, 103346. 2019
<https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103346>
- ASOCEM. *Reporte Estadístico*. ASOCEM.2022.
- BAJABER, M. A., & HAKEEM, I. Y. UHPC evolution, development, and utilization in construction: A review. *Journal of Materials Research and Technology*, 10, 1058-1074. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.051>
- CARRERA-BLUMEN, R. A. *Influencia de la aplicación del aditivo Sika Plastiment HE-98 con el fin de mejorar la permeabilidad del concreto, Trujillo 2019*. Universidad Privada del Norte.
- CHINCHANE, A., & SUMANT, O. *Ready-Mix Concrete Market*. Allied Market Research. 20219. <https://www.alliedmarketresearch.com>
- COMPENDIO ESTADÍSTICO PERÚ. *Construcción*. Instituto Nacional De Estadística. 2014.
- CONTRERAS-LLAJARUNA, F. L., & GRAUS-VERA, C. A. M. *Influencia de la sobredosificación del aditivo SIKA-retarder pe en el concreto sobre el asentamiento, tiempo de fraguado y resistencia a la compresión, Trujillo 2021*. Universidad Privada del Norte.

- EUROPEAN CEMENT ASSOCIATION. *Activity Report 2017*. Cembureau.
- FRANCO-CRUZ, A., & ROMERO-GIL, F. A. *Diseño de mezcla de concreto con cemento HS y aditivos Viscocrete 1110 para estructuras afectadas por sulfato en Chorrillos* [Universidad Ricardo Palma]. 2019.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2580>
- GRANDA, J. B. D. *Manual de metodología de la Investigación Científica* (1.^a ed.). Universidad Católica de los Ángeles Chimbote. 2015.
- HARO-HUARAJARE, Y. E., & MENESES-ARCILA, C. M. *Influencia del Sikatard Pe en el comportamiento térmico, resistencia a la compresión y tracción del concreto de baja permeabilidad, Trujillo* [Universidad Cesar Vallejo]. 2022.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/101829>
- KHAYAT, K. et al. Rheological properties of ultra-high-performance concrete—An overview. *Cement and Concrete Research*, 124, 2019. 105828.
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105828>
- KOSMATKA, S. et al. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Portland Cement Association. 2004.
- LI, Z. *Advanced Concrete Technology*. John Wiley & Sons, Inc. 2011.
- LU, J.-X. et al. Strategy for preventing explosive spalling and enhancing material efficiency of lightweight ultra high-performance concrete. *Cement and Concrete Research*, 158, 106842. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2022.106842>
- LUCIO, N. Q. *Metodología de la investigación. Estadística aplicada en la investigación* (1.^a ed.). Macro. 2010.
- NUÑEZ-ARANGURI, O. A., & VILLANUEVA-PAREDES, J. A. *Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo sikaplast 700* [Universidad de San Martín de Porres]. 2018.
<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/4329>
- Paitán, H. Ñ., Raúl, M., Palacios, J., & Eusebio, H. *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (5.^a ed.). Ediciones de la U. 2018.

http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf

QUIROZ-CERNA, B. A. *Influencia de los aditivos Sika retarder y Sikatard en la resistencia a la compresión, asentamiento y tiempo de fraguado de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$* , Trujillo 2021. Universidad Privada del Norte.

RABANAL-GONZALES, D. C., & SU-CHAQUÍ, A. R. *Diseño de un Concreto Autocompactable* [Universidad Señor de Sipán]. 2017. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/2713>

RESEARCH AND MARKETS. *Global High-Strength Concrete Market (2020 to 2025)—Growth, Trends and Forecast*. Global News Wire. 2020. <https://www.globenewswire.com/>

ROLDÁN-LÓPEZ, L. M., & VARGAS-CHÁVEZ, J. D. *Diseño de mezcla para un concreto de alta resistencia adicionando Sika ViscoCrete SC-50 y GAIA* [Universidad Privada Antenor Orrego]. 2018. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4182>

UNICON. *Reporte de Sostenibilidad*. UNICON. 2015.

VÉRTIZ ALMENGOR, J. A. *Influencia del aditivo Sikacem acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial*, Trujillo [Universidad César Vallejo]. 2021. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86180>

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACELERADA $f'c$ 210 KG/CM², A 05 DIAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VISCOCRETE – 1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Independiente: Incorporando aditivos Sika Viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	El aditivo Sika® ViscoCrete® SC-50 es un aditivo para concreto lanzado desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad. Diseñado para producir concretos que necesitan mantener la fluidez por tiempo prolongado. No contiene cloruros. Mientras el SikaTard®PE es un aditivo que sirve para controlar la hidratación del cemento. Teniendo así, las mezclas de concreto se pueden estabilizar durante largos periodos de tiempo sin perder su calidad.	Dosificación (%)	SV 1.40% del cemento IP SV 1.40% del cemento HE SV 1.30% del cemento IP SV 1.30% del cemento HE ST 0.50% del cemento IP ST 0.50% del cemento HE ST 0.40% del cemento IP ST 0.40% del cemento HE	De intervalo	Fichas técnicas
Dependiente: Propuesta para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días.	La capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.	Estado Fresco	Asentamiento (In)	De razón	Ficha técnica NTP 339.035
			Contenido de Aire (%)	De intervalo	Ficha técnica NTP 339.083
			Temperatura (°C)	De razón	Ficha técnica NTP 339.184
			Peso Unitario (Kg/m ³)	De razón	Ficha técnica NTP 339.046
		Estado Endurecido	Volumen de Vacíos (%)	De razón	Ficha técnica NTP 339.187
			Resistencia a la Compresión (Kg/Cm ²)	De razón	Ficha técnica NTP 339.034

Nota: Directriz de operacionalización

ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACELERADA $f'c$ 210 KG/CM² A 05 DIAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKAVISCOCRETE – 1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿Cuál es la propuesta para la elaboración de un concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021?	Determinar la propuesta óptima para la elaboración de un concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	Incorporar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para la elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, en la ciudad de Arequipa, mejorara la resistencia con respecto al diseño patrón.	Variable Independiente: Incorporando aditivos Sika Viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	Estado Endurecido	Resistencia a la Compresión (Kg/Cm ²)
¿Cuáles son las propiedades físicas optimas del concreto en estado fresco (asentamiento, contenido de aire, temperatura, peso unitario), con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021?	Determinar son las propiedades físicas optimas del concreto en estado fresco (asentamiento, contenido de aire, temperatura, peso unitario), con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	Adicionar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, en la ciudad de Arequipa, aumentara el asentamiento con respecto al diseño patrón. Incorporando los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, en la ciudad de Arequipa, ampliara el contenido de aire con respecto al diseño patrón. Adicionar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá la temperatura con respecto al diseño patrón. Incorporando los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210$ kg/cm ² , a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá el peso unitario con respecto al diseño patrón.		Estado Fresco	Asentamiento (In) Contenido de Aire (%) Temperatura (°C) Peso Unitario (Kg/m ³)

¿Cuáles son las propiedades físicas optimas del concreto en estado endurecido (volumen de vacíos, resistencia a la compresión), con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021?	Identificar las propiedades físicas optimas del concreto en estado endurecido (volumen de vacíos, resistencia a la compresión), con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	Adicionar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, reducirá el volumen de vacíos con respecto al diseño patrón.	Variable Dependiente: Propuesta para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días.	Estado Endurecido	Volumen de Vacíos (%)
¿Cuál es el costo unitario para la dosificación optima, de un concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021?	Obtener el costo unitario para la dosificación optima, de un concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, incorporando aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, en la ciudad de Arequipa 2021	Incorporar los aditivos Sika viscocrete-1110 Pe y Sikatard Pe, para elaboración de concreto con resistencia acelerada $f'c=210\text{kg/cm}^2$, a 05 días, en la ciudad de Arequipa, optimizara económicamente el costo unitario con respecto al diseño patrón.		Análisis de precios unitarios APU	Moneda (S/.)

Nota: Directriz de consistencia

ANEXO 3

FICHAS TECNICAS DE LABORATORIO

 Universidad Continental	ENSAYO DE LABORATORIO FICHA TECNICA N° 01
--	--

I. DATOS GENERALES

II. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN	PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKAVISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
---------------------------------------	--

III. INDICADOR	ASENTAMIENTO (IN)
-----------------------	-------------------

IV. NORMA	NTP 339.035
------------------	-------------

V. INTEGRANTES	BACH. EDSON SAMUEL OSIS CUYO BACH. ÁNGEL JAFET SUMI VILCA BACH. MARCO ANTONIO PALOMINO LIZÁRRAGA
-----------------------	--

VI. RESULTADOS DEL INDICADOR

Espécimen	DM-IP (in)
E - 1	9.0
E - 2	8.5
E - 3	9.5
Promedio	9.0

Espécimen	DM 1 - IP (in) SV 1.40% - ST 0.50%
E - 1	10.6
E - 2	10.5
E - 3	10.3
Promedio	10.5

Espécimen	DM 2 - IP (in) SV 1.30% - ST 0.40%
E - 1	6.8
E - 2	8.3
E - 3	7.5
Promedio	7.5

Espécimen	DM-HE (in)
E - 1	8.5
E - 2	9.0
E - 3	8.1
Promedio	8.5

Espécimen	DM 1 - HE (in) SV 1.40% - ST 0.50%
E - 1	9.7
E - 2	9.5
E - 3	9.3
Promedio	9.5

Espécimen	DM 2 - HE (in) SV 1.30% - ST 0.40%
E - 1	8.8
E - 2	8.3
E - 3	8.5
Promedio	8.5

I. DATOS GENERALES
II. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKAVISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

III. INDICADOR

CONTENIDO DE AIRE (%)

IV. NORMA

NTP 339.083

V. INTEGRANTES

BACH. EDSON SAMUEL OISIS CUYO
BACH. ÁNGEL JAFET SUMI VILCA
BACH. MARCO ANTONIO PALOMINO LIZÁRRAGA

VI. RESULTADOS DEL INDICADOR

Espécimen	DM-IP (%)
E - 1	2.6%
E - 2	3.7%
E - 3	2.7%
Promedio	3.00%

Espécimen	DM 1 - IP (%) SV 1.40% - ST 0.50%
E - 1	3.0%
E - 2	3.0%
E - 3	3.1%
Promedio	3.02%

Espécimen	DM 2 - IP (%) SV 1.30% - ST 0.40%
E - 1	2.5%
E - 2	2.9%
E - 3	2.1%
Promedio	2.50%

Espécimen	DM-HE (%)
E - 1	3.7%
E - 2	4.0%
E - 3	4.3%
Promedio	4.00%

Espécimen	DM 1 - HE (%) SV 1.40% - ST 0.50%
E - 1	4.7%
E - 2	4.0%
E - 3	3.5%
Promedio	4.05%

Espécimen	DM 2 - HE (%) SV 130% - ST 0.40%
E - 1	3.4%
E - 2	4.2%
E - 3	3.7%
Promedio	3.8%

I. DATOS GENERALES
II. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKAVISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

III. INDICADOR

TEMPERATURA (°C)

IV. NORMA

NTP 339.184

V. INTEGRANTES

BACH. EDSON SAMUEL OSIS CUYO
BACH. ÁNGEL JAFET SUMI VILCA
BACH. MARCO ANTONIO PALOMINO LIZÁRRAGA

VI. RESULTADOS DEL INDICADOR

Espécimen	DM-IP (°C)
E - 1	18.3
E - 2	17.5
E - 3	19.2
Promedio	18.3

Espécimen	DM 1 - IP (°C) SV 1.40% - ST 0.50%
E - 1	22.2
E - 2	21.3
E - 3	20.4
Promedio	21.3

Espécimen	DM 2 - IP (°C) SV 1.30% - ST 0.40%
E - 1	20.9
E - 2	19.1
E - 3	20.3
Promedio	20.1

Espécimen	DM-HE (°C)
E - 1	20.7
E - 2	20.1
E - 3	20.5
Promedio	20.4

Espécimen	DM 1 - HE (°C) SV 1.40% - ST 0.50%
E - 1	21.5
E - 2	20.3
E - 3	20.2
Promedio	20.7

Espécimen	DM 2 - HE (°C) SV 1.30% - ST 0.40%
E - 1	21.2
E - 2	19.6
E - 3	20.9
Promedio	20.6

I. DATOS GENERALES
II. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

III. INDICADOR

PESO UNITARIO (Kg/m3)

IV. NORMA

NTP 339.043

V. INTEGRANTES

BACH. EDSON SAMUEL OSIS CUYO
BACH. ÁNGEL JAFET SUMI VILCA
BACH. MARCO ANTONIO PALOMINO LIZÁRRAGA

VI. RESULTADOS DEL INDICADOR

Especimen	CONCRETO FRESCO DM - IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (kg/m3)
E - 1	19.71	3.58	0.01	16.13	2287.64
E - 2	19.70			16.12	2287.08
E - 3	19.71			16.13	2288.21
PROMEDIO					2287.64

Especimen	CONCRETO FRESCO DM 1 - IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (kg/m3)
E - 1	19.68	3.58	0.01	16.10	2284.66
E - 2	19.68			16.10	2283.53
E - 3	19.68			16.10	2284.10
PROMEDIO					2284.10

Especimen	CONCRETO FRESCO DM 2 - IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (kg/m3)
E - 1	19.64	3.58	0.01	16.06	2278.59
E - 2	19.74			16.17	2293.28
E - 3	19.70			16.12	2286.79
PROMEDIO					2286.22

Especimen	CONCRETO FRESCO DM - HE				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (kg/m3)
E - 1	19.82	3.58	0.01	16.24	2303.96
E - 2	19.88			16.30	2311.76
E - 3	19.75			16.17	2294.03
PROMEDIO					2303.25

Especimen	CONCRETO FRESCO DM 1 - HE				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (kg/m3)
E - 1	19.78	3.58	0.01	16.20	2298.28
E - 2	19.74			16.16	2292.61
E - 3	19.82			16.24	2303.96
PROMEDIO					2298.28

Especimen	CONCRETO FRESCO DM 2 - IP				
	P.C + P. M (Kg)	P.M (Kg)	V.M (m3)	P.C - P.M (kg)	P. U (kg/m3)
E - 1	19.73	3.58	0.01	16.15	2291.19
E - 2	19.84			16.26	2306.78
E - 3	19.79			16.21	2298.99
PROMEDIO					2298.99

I. DATOS GENERALES
II. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

III. INDICADOR

VOLUMEN DE VACIOS (%)

IV. NORMA

ASTM C 642

V. INTEGRANTES

BACH. EDSON SAMUEL OSIS CUYO
BACH. ÁNGEL JAFET SUMI VILCA
BACH. MARCO ANTONIO PALOMINO LIZÁRRAGA

VI. RESULTADOS DEL INDICADOR

Volumen de Vacios (%) DM - IP	E - 1	23.82	21.67	Volumen de Vacios (%) DM - HE	E - 1	11.33	10.65
	E - 2	21.93			E - 2	10.35	
	E - 3	19.26			E - 3	10.28	
Volumen de Vacios (%) DM 1 -IP	E - 1	13.88	13.83	Volumen de Vacios (%) DM 1 - HE	E - 1	9.53	7.32
	E - 2	14.52			E - 2	1.85	
	E - 3	13.10			E - 3	10.59	
Volumen de Vacios (%) DM 2 - IP	E - 1	15.71	14.65	Volumen de Vacios (%) DM 2 - HE	E - 1	12.77	14.59
	E - 2	13.10			E - 2	15.16	
	E - 3	15.14			E - 3	15.83	

I. DATOS GENERALES
II. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN

PROPUESTA PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACELERADA F'C=210KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKAVISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021

III. INDICADOR

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)

IV. NORMA

NTP 339.034

V. INTEGRANTES

BACH. EDSON SAMUEL OSIS CUYO
BACH. ÁNGEL JAFET SUMI VILCA
BACH. MARCO ANTONIO PALOMINO LIZÁRRAGA

VI. RESULTADOS DEL INDICADOR

IP - 3 DIAS			IP - 5 DIAS			IP - 7 DIAS		
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - HE
f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo
kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
65.6	92.8	129.8	83.7	191.40	229.4	114.8	211.20	257.1
46.9	92.3	138.1	85.4	203.70	208.1	112.4	224.50	263.2
Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
56.25	92.55	133.95	84.55	197.55	218.75	113.60	217.85	260.15

HE - 3 DIAS			HE - 5 DIAS			HE - 7 DIAS		
DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo
kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
220	404.3	259.6	257.9	368.60	350.9	314.2	435.20	367.6
228.6	305	265.2	266.4	362.90	327.2	310.4	402.00	344.3
Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
224.30	354.65	262.40	262.15	365.75	339.05	312.30	418.60	355.95

IP - 14 DIAS			IP - 28 DIAS		
DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP	DM - IP	DM 1 - IP	DM 2 - IP
f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo
kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
153.40	259	267.7	178.10	274.5	266.7
150.60	266.8	265.6	178.20	279.5	278.3
Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
152.00	262.90	266.65	178.15	277.00	272.50

HE - 14 DIAS			HE - 28 DIAS		
DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE	DM - HE	DM 1 - HE	DM 2 - HE
f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo	f c ensayo
kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2
349.90	491.4	438.6	357.30	502.3	457.6
319.80	396.8	385	417.00	457.5	502.6
Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio
334.85	444.10	411.80	387.15	479.90	480.10

RESULTADOS DE LABORATORIO – AGREGADOS FINO Y GRUESO



Fecha: 23/11/2021

Rev: 00

EXPEDIENTE TÉCNICO

Cliente : EDSON OSIS CUYO – ANGEL SUMI VILCA – MARCO PALOMINO LIZARRAGA
Solicitante : EDSON OSIS CUYO – ANGEL SUMI VILCA – MARCO PALOMINO LIZARRAGA

Por medio de la presente, se adjuntan las especificaciones técnicas de los agregados.

La información corresponde a:

- A. Granulometría de los agregados.
- B. Ensayos de las propiedades físicas y químicas del agregado grueso.
- C. Ensayos de las propiedades físicas y químicas del agregado fino.

Atentamente,

CONCRETO
SUPERMIX
Productos de Alta Resistencia
ING. PATRICIA CARIPIO SALAZAR
Líder de Control de Calidad
CIP. 106565

Av. General Diez Canseco N° 527 – Arequipa
www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 1 de 17

INFORMACIÓN TÉCNICA

I. CARACTERÍSTICAS DE LOS INSUMOS.

INSUMO	PROCEDENCIA	ESPECIFICACION
Agregado Fino.	CANtera LA PODEROSA	ASTM C33 / NTP 400.037
Agregado Grueso / Huso 67.	CANtera LA PODEROSA	ASTM C33 / NTP 400.037


CONCRETOS
SUPERMIX
Productos de Alta Resistencia
ING. PATRICIA CARIPIO SALAZAR
Líder de Control de Calidad
CIP. 106565

A. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS



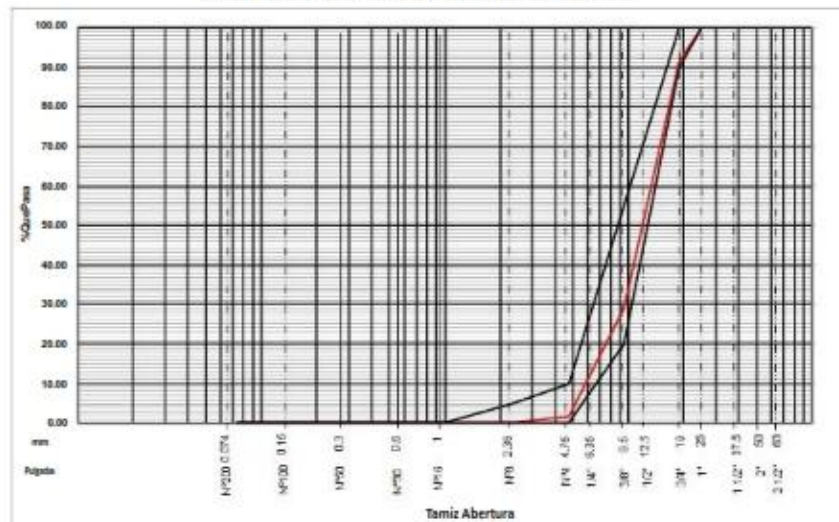
CONCRETO
SUPERMIX
Productos de Alto Rendimiento

GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO

MATERIAL :	PIEDRA HUSO 67	MUESTRA No :	SEM 43
CANtera:	LA PODEROSA	FECHA DE MUESTREO :	26/10/2021
PROcedencia:	PLANTA VARIANTE	FECHA DE INGRESO :	26/10/2021
ANALIZADO POR:	SIMON GANAÑA	FECHA DE ANALISIS :	27/10/2021

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 408.037		
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	MODULO DE FINURA	6.76
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2760 kg/m ³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	PESO VOL. COMPAC.	1624 kg/m ³
3/4"	465.10	0.49	0.49	91.51	90-100	PESO VOL. SUELTO	1401 kg/m ³
1/2"	2153.00	39.29	47.77	52.23	-	% ABSORCIÓN	0.76 %
3/8"	1264.40	23.07	70.84	29.16	20-50	% HUMEDAD	0.13 %
1/4"	1135.50	20.72	91.56	8.44	-	% MALLA < # 200	0.34 %
Nº 4	368.90	6.73	98.30	1.70	0-10	HUSO	67
Nº 5	66.80	1.56	99.86	0.12	0-5	OBSERVACIONES:	
Nº 10	6.00	0.12	100.00	0.00	-		
Nº 30	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 50	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 100	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
Nº 200	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
<Nº 200	0.00	0.00	100.00	0.00	-		
TOTAL:	5489.30	100.00					

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



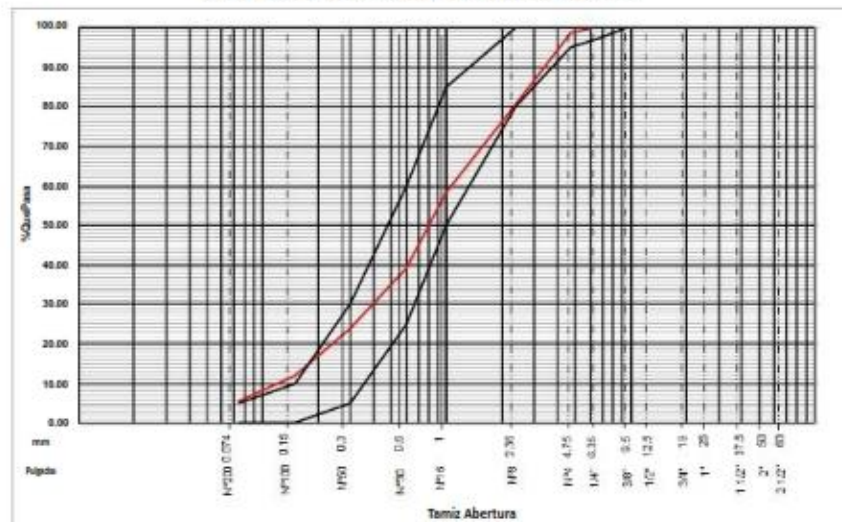


GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO

MATERIAL :	ARENA GRUESA	MUESTRA No :	SEM 43
CANtera:	LA PODEROSA	FECHA DE MUESTREO :	26/10/2021
PROCEDENCIA:	PLANTA VARIANTE	FECHA DE INGRESO :	26/10/2021
ANALIZADO POR:	JESUS RAMOS	FECHA DE ANALISIS :	27/10/2021

GRANULOMETRÍA						PROPIEDADES FÍSICAS	
MALLA ASTM	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	NTP 408.037	MODULO DE FINURA	2.67
2 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	TAMAÑO MAX. NOM.	-
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO ESP. SSS	2012 kg/m ³
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. COMPAC.	1637 kg/m ³
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	PESO VOL. SUELTO	1652 kg/m ³
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% ABSORCIÓN	2.59 %
1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	% HUMEDAD	1.17 %
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	% MALLA < # 200	6.79 %
1/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-	HUSO	ARENA
Nº 4	12.60	1.36	1.36	98.64	98-100	OBSERVACIONES:	
Nº 5	166.80	16.15	19.51	80.49	80-100		
Nº 10	206.00	22.16	41.66	58.34	50-60		
Nº 30	177.70	19.11	60.76	39.22	25-60		
Nº 50	141.90	15.26	76.04	23.96	5-30		
Nº 100	112.20	12.07	88.10	11.90	0-10		
Nº 200	59.70	6.42	94.53	5.47	0-5		
<Nº 200	50.90	5.47	100.00	0.00	-		
TOTAL:	929.80	100.00					

GRÁFICO DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO



B. ENSAYO FÍSICO QUÍMICO DEL AGREGADO GRUESO



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

+51 (054) 443294
+51 (054) 444582
+51 958 961 254
+51 958 961 253

INFORME DE ENSAYO LAS01-CC-21-00048

Sistema: CONCRETOS SUPERMIX S.A.
Descripción: VARIANTE DE UCHUBAYO KM 5.5 IRRIGACION ALTO CURAL - AREQUIPA - CERRO COLORADO
Atención: CONCRETOS SUPERMIX S.A.
Recepción: 17/02/2021
Resolución: 17/02/2021
Designación: Muestras proporcionadas por el cliente

Fecha de emisión: 30/3/2021
Pág.: 1/1

Método de ensayo aplicado

*4557 Método de ensayo para óxidos solubles NTP 400.042.30.05
*4558 Método de ensayo para sulfatos solubles NTP 400.042.30.15

Muestra	Nombre de muestra	Proyecto	Descripción de muestra	Procedencia de la muestra	*4557 Cl	*4557 Cl	*4558 SO ₄ ²⁻	*4558 SO ₄ ²⁻
#					ppm	%	ppm	%
CC2100048	Piedra Huesa S7 M-02	Control de calidad	Cemento La Pacerosa	Arequipa	80	0.005	5000	0.005

Laboratorios Analíticos del Sur I.R.L.
Omar A. Juarez Soto
Gerente de Colecciones
M. Sc. Ingeniero Químico CP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-CA.

*"Valor numérico"-Límite de detección del método, *"Valor Numérico"-Límite de cuantificación del método.

Los resultados de los análisis no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra analizada. Esta información es confidencial y su reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier error en la información en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 O. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582

ENSAYO: INALTERABILIDAD POR SULFATO DE MAGNESIO

PARA CONCRETOS SUPERMIX
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN AREQUIPA
MATERIAL PIEDRA HUSO 67
CANTERA LA PODEROSA
NORMA NTP 400.016 , ASTM C 88
EXPEDIENTE 823 - 2021
FECHA AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
N° SOLICITUD 098 - 2021

Tamaño de Malla		% de retenido muestra original	Peso de fracciones antes del ensayo	% de pérdida después del ensayo	% de pérdidas corregidas
Pasa	Retiene				
2 1/2 pulg	2 pulg	0.00	-	-	-
2 pulg	1 1/2 pulg	0.00	-	-	-
1/2 pulg	1 pulg	0.00	0.00	0.00	0.00
1 pulg	3/4 pulg	7.12	0.00	0.00	0.00
3/4 pulg	1/2 pulg	44.84	670.60	1.94	0.87
1/2 pulg	3/8 pulg	20.57	330.20	4.30	0.88
3/8 pulg	N° 4	27.47	0.00	0.00	0.00
Totales		100.00	1000.8		1.75

Observaciones:

- El porcentaje de pérdida por Sulfato de Magnesio es de: 1.75%



Ing. Patricia Córdova
 Utero de Contratación
 C.R. 10060

S-CLD-F-51

Rev 01

ENSAYO: TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES

PARA CONCRETOS SUPERMIX
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN AREQUIPA
MATERIAL PIEDRA HUSO 67
CANTERA LA PODEROSA
NORMA NTP 400.015 , ASTM C142
EXPEDIENTE 833 - 2021
FECHA AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
Nº SOLICITUD 098 - 2021

Tamaño de Mallas		% retenido	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Peso de terrones de arcilla y partículas friables (g)	Porcentaje %	% ponderado
Pasa	Retiene						
Mayor	1 1/2 pulg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2 pulg	3/4 pulg	7.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3/4 pulg	3/8 pulg	65.41	2014.30	2010.70	3.60	0.18	0.12
3/8 pulg	Nº 4	27.47	1019.40	1016.70	2.70	0.26	0.07
Total		100.00	3033.70				0.19

Observaciones:

- El porcentaje de Terrones de arcilla y partículas friables es: 0.19%



WILLY PATRICIA CASTILLO SALAZAR
 Ingeniera de Control de Calidad
 CIP: 108359

S-CLD-F-49

Rev.00

Concretos Supermix S.A.
 RUC: 2828266191

Carretera Variante Uchumayo Km 5.5 - Cerro Colorado, Arequipa
 T. (01 - 84) 890370 Línea gratuita: 0800 22 900

www.supermix.com.pe
 contactenos@supermix.com.pe

Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
 www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
 contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 9 de 17



ENSAYO: PARTICULAS LIVIANAS DE CARBON Y LIGNITO

PARA CONCRETOS SUPERMIX S.A.
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACION AREQUIPA
MATERIAL PIEDRA HUSO 67
CANTERA LA PODEROSA
NORMA ASTM C-123, NTP 400.023
EXPEDIENTE 816 - 2021
FECHA: AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
N° SOLICITUD 098 - 2021

DESCRIPCION	IDENTIFICACION
Muestra seca inicial (g)	3874.00
Peso seco de partículas retenidas (g)	2.50
Carbón y Lignito (%)	0.06

OBSERVACIONES:

- Muestra proporcionada por Cantera.



S-CLD-F-52

Rev. 00

Concretos Supermix S.A.
 RUC: 20302965191

Carretera Varadero Uchumayo Km 5.5 - Cerro Colorado, Arequipa
 T. (051 - 04) 586370 Línea gratuita: 0800 22 800

www.supermix.com.pe
contactenos@supermix.com.pe

Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 10 de 17

ENSAYO: DESGASTE POR ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES)

PARA CONCRETOS SUPERMIX S.A.
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACION AREQUIPA
MATERIAL PIEDRA HUSO 67
CANTERA LA PODEROSA
NORMA NTP 400.019, ASTM C-131
DESIGNACION GRADACION B
Nº DE ESFERAS 11
EXPEDIENTE 810 - 2021
FECHA: AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
Nº SOLICITUD 098 - 2021

TAMAÑO DE MALLAS		MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 REVOLUCIONES	% DE DESGASTE POR ABRASION
PASA	RETIENE	(gramos)	(gramos)	(gramos)	
37.5 mm (1 1/2 pulg)	26 mm (1 pulg)	0.0			
26 mm (1 pulg)	20 mm (3/4 pulg)	0.0			
20 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	2500.5			
12.5 mm (1/2 pulg)	9.8 mm (3/8 pulg)	2500.5			
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5001.0	4056.0	945.0	18.90%

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	Pulgada
-----------------------	------	---------

OBSERVACIONES:

- El porcentaje de desgaste por abrasión es 18.90%

S-CLB-F-48



Rev. 00

Concretos Supermix S.A.
RUC: 203203191

Calle Variente Uchumayo Km 5.5 - Cerro Colorado, Arequipa
T. (051 - 54) 590370 Línea gratuita: 800 22 990

www.supermix.com.pe
contactenos@supermix.com.pe

Av. General Díez Canseco N° 527 - Arequipa
www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 11 de 17

C. ENSAYO FÍSICO QUÍMICO DEL AGREGADO FINO



Laboratorios Analíticos del Sur

Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado - Arequipa - Perú
www.laboratoriosanaliticosdelsur.com

+51 (054) 443294
+51 (054) 444582
+51 958 961 254
+51 958 961 253

INFORME DE ENSAYO LAS01-CC-21-00045

Sistema: CONCRETOS SUPERMIX S.A.
Dirección: VARIANTE DE UCHUMAYO KM 5.5 IRRIGACIÓN ALTO CUBAL - AREQUIPA - CERRO COLORADO
Asesor: CONCRETOS SUPERMIX S.A.
Recepción: 17/02/2021
Resolución: 17/02/2021
Descripción: Muestras proporcionadas por el cliente

Fecha de emisión: 30/3/2021
Pág.: 1/1

Método de ensayo aplicado:
*4557 Método de ensayo para soluciones NTP 400.042.2016
*4558 Método de ensayo para sulfatos solubles NTP 400.042.2016

Muestra	Nombre de muestra	Proyecto	Descripción de muestra	Procedencia de la muestra	*4557 CF	*4557 CF	*4558 SO ₄ ppm	*4558 SO ₄ %
#					ppm	%	ppm	%
CC2500095	Arena Gruesa M-06	Control de calidad	Cemento La Poderosa	Arequipa	67	0,007	10	0,008

Librerías Analíticas del Sur E.I.R.L.
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. St. Ingeniero Químico CP 114426

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL, S.A.

*"Valor numérico" = Límite de detección del método, *"Valor Numérico" = Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como evidencia de la calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier errata o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <http://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 G. Colorado-Arequipa Perú (054)443294 - (054)444582


ENSAYO: INALTERABILIDAD POR SULFATO DE MAGNESIO

PARA CONCRETOS SUPERMIX
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN AREQUIPA
MATERIAL ARENA GRUESA
CANTERA LA PODEROSA
NORMA NTP 400.016 , ASTM C 88
EXPEDIENTE 821 - 2021
FECHA AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
Nº SOLICITUD 071 - 2021

Tamaño de Malla		% de retenido muestra original	Peso de fracciones antes del ensayo	% de pérdida después del ensayo	% de pérdidas corregidas
Pasa	Retiene				
3/8 pulg	Nº4	0.00	100.00	100.00	0.00
Nº4	Nº8	15.90	100.00	10.30	1.64
Nº8	Nº16	20.92	100.00	6.90	1.44
Nº16	Nº30	18.19	100.00	12.00	2.18
Nº30	Nº50	15.47	100.00	12.20	1.89
Nº50	Nº100	13.32	-	0.00	0.00
Nº100	Nº200	16.20	-	0.00	0.00
Totales		100.0	500		7.15

Observaciones:

El porcentaje de pérdida por Sulfato de Magnesio es de: 7.15%



CONCRETOS SUPERMIX
 Producción de Alta Resistencia
 ING. PATRICIA CARIPO SALAZAR
 Uder de Control de Calidad
 CIP: 310565

S-CLO-F-51

Rev.01

Concretos Supermix S.A.
 RUC: 20320905191

Carretera Variante Uchisayza Km 5.5 - Cerro Colorado, Arequipa
 T. (51 - 84) 860370 Líneas gratuitas: 0800 22 900

www.supermix.com.pe
 contactenos@supermix.com.pe

Av. General Díez Canseco N° 527 - Arequipa
 www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
 contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 14 de 17

ENSAYO: TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS FRIABLES

PARA CONCRETOS SUPERMIX
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN AREQUIPA
MATERIAL ARENA GRUESA
CANTERA LA PODEROSA
NORMA NTP 400.015, ASTM C142
EXPEDIENTE 831 - 2021
FECHA AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
N° SOLICITUD 097 - 2021

Tamaño de Mallas		% retenido	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Peso de terrones de arcilla y partículas friables (g)	Porcentaje %	% ponderado
Pasa	Retiene						
Mayor	N° 16	100.00	100.00	99.60	0.40	0.40	0.40
Total		100.00	100.00				0.40

Observaciones:

- El porcentaje de Terrones de arcilla y partículas friables es: 0.40%



ING. PATRICIA CAMPIO SALAZAR
 Ulder de Control de Calidad
 CIP. 100555

S-CLD-F-49

Rev.00

Concretos Supermix S.A.
 RUC: 76380468181

Carretera Valiente Ushamayo Km 8.5 - Corro Colorado, Arequipa
 T: (054) 599370 Línea gratuita: 0800 22 990

www.supermix.com.pe
 contactenos@supermix.com.pe

Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
 www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
 contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 15 de 17


ENSAYO: PARTICULAS LIVIANAS DE CARBON Y LIGNITO

PARA CONCRETOS SUPERMIX S.A.
OBRA CONTROL DE CALIDAD
UBICACION AREQUIPA
MATERIAL ARENA GRUESA
CANTERA LA PODEROSA
NORMA ASTM C-123, NTP 400.023
EXPEDIENTE 814 - 2021
FECHA: AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
N° SOLICITUD 097 - 2021

DESCRIPCION	IDENTIFICACION
Muestra seca inicial (g)	200.00
Peso seco de partículas retenidas (g)	1.60
Carbón y Lignito (%)	0.80

OBSERVACIONES:

- Muestra proporcionada por Cantera.


CONCRETOS SUPERMIX
 ING. PATRICIA CARRIZO SALAZAR
 Uder de Control de Calidad
 CIP. 100565

S-CLD-F-52

Rev. 00

Concretos Supermix S.A.
RUC: 20302905191

Carretera Varadero Uchumayo Km 5.5 - Cerro Colorado, Arequipa
T. (01 - 84) 599570 Línea gratuita: 0800 22 808

www.supermix.com.pe
contactenos@supermix.com.pe

Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 10 de 17



ENSAYO: IMPUREZAS ORGÁNICAS

PARA	CONCRETOS SUPERMIX
OBRA	CONTROL DE CALIDAD
UBICACIÓN	AREQUIPA
MATERIAL	ARENA GRUESA
CANTERA	LA PODEROSA
NORMA	NTP 400.024, ASTM C 40
EXPEDIENTE	820 - 2021
FECHA	AREQUIPA, 2021 JUNIO 28
Nº SOLICITUD	097 - 2021

Determinación del color por procedimiento alternativo.

Para definir con mayor precisión el color del líquido de la muestra sometida a ensayo, se comparó con la placa orgánica, observándose que el color de la muestra es equivalente al color de la placa orgánica Nº 1.

Concluyéndose que la muestra de agregado fino sometida a ensayo.

NO CONTIENE IMPUREZAS ORGÁNICAS.



ING. PATRICIA CASPIO SALAZAR
Lider de Control de Calidad
CIP. 136505

S-CLD-F-50

Rev.00

Concretos Supermix S.A.
RUC: 20202645181

Cantera Varanta Uchumayo Km 5.5 - Carre Colorado, Arequipa
T. (01 - 04) 599370 Línea gratuita: 0800 22 000

www.supermix.com.pe
contactenos@supermix.com.pe

Av. General Diez Canseco N° 527 - Arequipa
www.supermix.com.pe

Teléf.: (054) 22 5000 Anexo: 3637
contactenos@supermix.com.pe

Hoja: 17 de 17

ANEXO 6

RESULTADOS DE LABORATORIO – RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON CEMENTO TIPO IP



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-410.A.1

Página: 1 de 1
F. Emisión: 23/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'c=210 KG/CM2. A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VICOCRETTE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 22/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

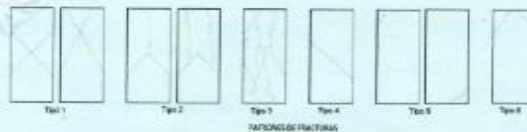
TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (N)	RESISTENCIA ROTURA(F'c)		Esp. de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(Kg/cm²)		
1	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VISCOCRETTE 1.40%, SIKATARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-22	15:10	3	151	17853	162.5	9.1	92.8	II	-
2	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VISCOCRETTE 1.40%, SIKATARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-22	15:10	3	151	17930	162.2	9.0	92.3	II	-
3	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VISCOCRETTE 1.30 %, SIKATARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-22	15:10	3	152	18227	231.9	12.7	129.8	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente. (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se envía para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 1: NA
Defectos-Item 2: NA
Defectos-Item 3: NA
Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 58074

N° 031669

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio: Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 895 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atm. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-410.A.2

Página: 1 de 1
 F. Emisión: 23/8/2022

NTP 339.034.2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG/CM². A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VICOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA **F. SOLICITUD**: 22/8/2022
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA **ENSAYADO EN**: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

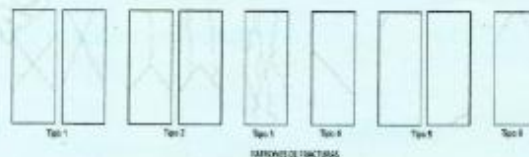
SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m ³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kgf/cm ²)		
4(**)	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VISCOCRETTE 1.30 % SIKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-22	15:10	3	152	18035	244.2	13.5	138.1	II	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 4: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 50874

N° 031668

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí descritos.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-413.A.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 24/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'c=210 KG/CM² A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VICOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 22/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CÓDIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(F _{cu})		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m ³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CÓDIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kgf/cm ²)		
1	CEMENTO 1P SIN ADITIVOS SIKA VICOCRETE - 1110PE Y SIKA TARD PE)	DISEÑO PATRO N	2022-08-23	16:00	3	151	18023	115.9	6.4	65.6	III	-
2	CEMENTO 1P SIN ADITIVOS SIKA VICOCRETE - 1110PE Y SIKA TARD PE)	DISEÑO PATRO N	2022-08-23	16:00	3	151	17930	82.4	4.6	46.9	II	-

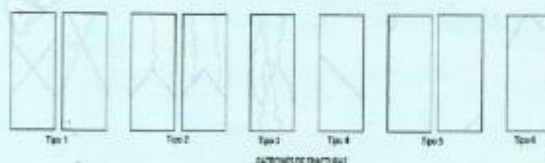
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 1: NA

Defectos-Item 2: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



PATRONES DE FRACTURA

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIR 59076

N° 031673

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí deducidos.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos
o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-418.A.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 25/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACCELERADA F'c=210 KG/CM2 A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKA VICOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS: ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 23/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
1	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VICOCRETE 1.40%, SIKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-24	14:00	5	151	17900	336.0	18.8	191.4	III	-
2	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VICOCRETE 1.40%, SIKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-24	14:00	5	151	17885	357.4	20.0	203.7	III	-
3	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VICOCRETE 1.30%, SIKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-24	14:00	5	151	17850	401.5	22.5	229.4	IV	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

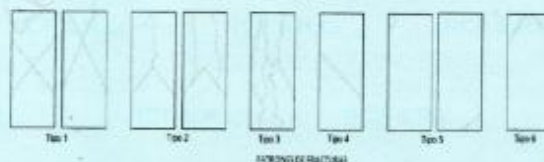
Defectos-Item 1: NA

Defectos-Item 2: NA

Defectos-Item 3: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 40110000

N° 031699

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos
 o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-38 - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 996 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-418.A.2

Página: 1 de 1

F. Emisión: 25/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): PROPUESTA PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO CON RESISTENCIA ACELERADA F'c=210 KG/CM2, A 05 DÍAS, INCORPORANDO ADITIVOS SIKKA VICOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021.
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 23/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

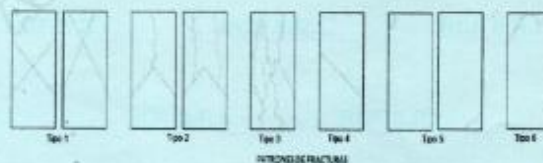
SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)				(Mpa)	(kg/cm²)		
4	(CEMENTO 1P DISEÑO 2	VISCOCRETE 1.30%, SIKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-24	14:00	5	151	17995	367.2	20.4	208.1	III

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 4: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 00079

N° 031698

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Pelomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Pelomar) - Móvil RPM * 414 905 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INEF10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-424.B.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 26/8/2022

NTP 339.034-2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 25/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
7	CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE	DISEÑO PATRON	2022-08-25	15:27	5	152	18166	149.2	8.2	83.7	IV	-
8	CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE	DISEÑO PATRON	2022-08-25	15:30	5	152	18194	152.3	8.4	85.4	II	-

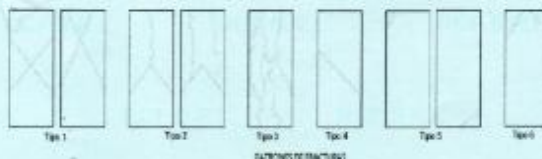
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 7: NA

Defectos-Item 8: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TATRONES DE MACTURA

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 59878

N° 031694

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-425.A.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 27/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA $f'c=210$ KG./CM², A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 25/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm ²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m ³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kgf/cm ²)		
1	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VISCOCRETTE 1.40%, SIKATARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-26	14:51	7	150	17704	366.7	20.7	211.2	III	-
2	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VISCOCRETTE 1.40%, SIKATARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-26	14:53	7	150	17696	389.6	22.0	224.5	III	-
3	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VISCOCRETTE 1.30%, SIKATARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-26	14:56	7	151	17826	449.5	25.2	257.1	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

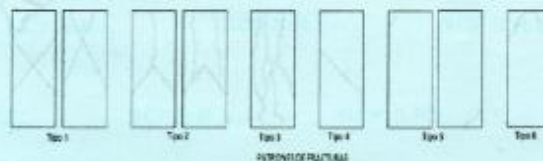
Defectos-item 1: NA

Defectos-item 2: NA

Defectos-item 3: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE PROBETAS

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 50476

N° 031729

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed. 00 rev. 04

29/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-425.A.2

Página: 1 de 1

F. Emisión: 27/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210 KG./CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKI VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 25/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
4	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-26	14:58	7	151	17978	484.1	25.8	263.2	III	-

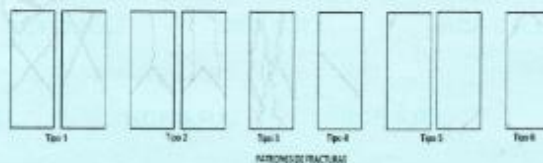
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 4: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 59607

ISO/IEC 17025



FIGURAS DE PRUEBAS

N° 031717

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.JNE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-430.A.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 29/8/2022

NTP 339.034-2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA $F'_{c}=210$ KG/CM², A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 26/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm ²)	CARGA MAXIMA (KN)	RESISTENCIA ROTURA(F'_{c})		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m ³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kgf/cm ²)		
7	CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110PE Y SIKATARD PE	DISEÑO PATRON N	2022-08-27	11:56	7	151	17325	200.7	11.3	114.8	II	-
8	CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110PE Y SIKATARD PE	DISEÑO PATRON N	2022-08-27	12:01	7	152	18074	199.3	11.0	112.4	III	-

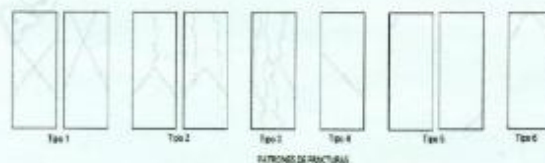
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se envía para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 7: NA

Defectos-item 8: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE FRACTURAS


ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 25576

N° 031761

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 2541193 - E-mail: laboratorio@laboratorio.com - info.laboratorio@hotmail.com - Atm. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-452.A.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 5/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA $f'c=210$ KG./CM², A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 2/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
1	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKATARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-09-02	14:42	14	152	18041	458.2	25.4	259.0	III	-
2(**)	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKATARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-09-02	14:45	14	151	17943	469.4	26.2	266.8	III	-
3	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKATARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-09-02	14:48	14	151	17882	469.4	26.3	267.7	IV	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se escribe para referencia a solicitud del cliente

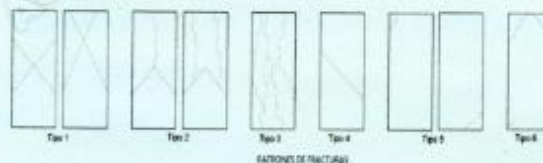
Defectos-Item 1: NA

Defectos-Item 2: NA

Defectos-Item 3: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE PROBETAS

ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59876

N° 031897

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-452.A.2

Página: 1 de 1

F. Emisión: 5/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKI VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 2/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

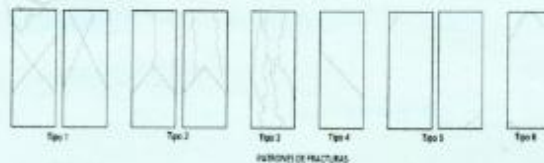
SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
4	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKI TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-09-02	14:51	14	152	18074	470.8	26.0	265.8	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 4: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



PATRONES DE FRACTURAS

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 51876

N° 031896

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-452.A.3

Página: 1 de 1

F. Emisión: 5/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'c=210 KG./CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACION(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 2/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
5	(CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS VISCOCRETE - 1110 PE Y SIKKA TARD PE)	DISEÑO PATRON	2022-09-03	09:44	14	152	18061	271.6	15.0	153.4	VI	-
6	(CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS VISCOCRETE - 1110 PE Y SIKKA TARD PE)	DISEÑO PATRON	2022-09-03	09:48	14	152	18075	266.9	14.8	150.6	V	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetro, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 5: NA

Defectos-Item 6: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 59876

N° 031895

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio: Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM: 414 805 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-478.A.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 21/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 15/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
1(**)	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 SIKA VISCOCRETE 1.40% SIKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-09-16	11:41	28	152	18064	486.2	26.9	274.5	III	-
2(**)	(CEMENTO 1P DISEÑO 1 SIKA VISCOCRETE 1.40% SIKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-09-16	11:44	28	151	17996	493.3	27.4	279.5	III	-
3	(CEMENTO 1P DISEÑO 2 SIKA VISCOCRETE 1.30% SIKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-09-16	11:48	28	152	18243	477.2	26.2	266.7	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente. (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 1: NA

Defectos-item 2: NA

Defectos-item 3: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ALTERNATIVAS DE FRACTURA


 ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 D.P. 59678

N° 032074

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 674
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-478.A.2

Página: 1 de 1

F. Emisión: 21/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG./CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKTA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 15/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
4	CEMENTO 1P DISEÑO 2 SIKTA VISCOCRETE 1.30% SIKTA TARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-09-16	11:50	28	152	18258	498.4	27.3	278.3	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 4: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE FRACTURAS


 ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 95676

N° 032073

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCFJNEF10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-478.A.3

Página: 1 de 1

F. Emisión: 21/9/2022

NTP 339.034-2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'c=210 KG./CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 15/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA (ROTURA)(F'c)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horario					(Mpa)	(kg/cm²)		
5	CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKKA TARD PE	DISEÑO PATRO N	2022-09-17	12:15	28	152	18147	317.0	17.5	178.1	V	-
6	CEMENTO 1P DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKKA TARD PE	DISEÑO PATRO N	2022-09-17	12:18	28	152	18221	318.3	17.5	178.2	V	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 5: NA

Defectos-item 6: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 59476

N° 032072

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-38 - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 985 - RPC: 956 781 874
Telf: (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

ANEXO 7

RESULTADOS DE LABORATORIO – RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON CEMENTO TIPO HE



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-091



LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-424.B.2

Página: 1 de 1
F. Emisión: 26/8/2022

NTP 339.034-2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'c=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACION(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OZIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 25/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Esp. de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
1	CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKKA TARD 0.50%	DISEÑO 1	2022-08-25	15:03	3	152	18127	718.7	39.7	404.3	III	-
2	CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKKA TARD 0.50%	DISEÑO 1	2022-08-25	15:06	3	152	18212	544.7	29.9	305.0	III	-
3	CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKKA TARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-08-25	15:13	3	151	18025	458.9	25.5	259.6	IV	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se envía para referencia a solicitud del cliente

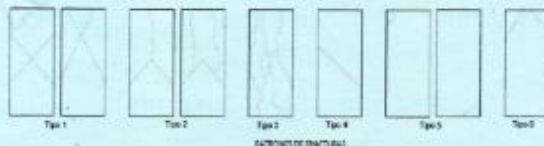
Defectos-Item 1: NA

Defectos-Item 2: NA

Defectos-Item 3: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 59876

N° 031693

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atm. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-424.B.3

Página: 1 de 1

F. Emisión: 26/8/2022

NTP 330.034.2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 25/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(F'c)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
4	CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKATARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-08-25	15:18	3	152	18081	470.2	28.0	265.2	IV	-
5	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS	DISEÑO PATRON	2022-08-25	15:21	3	153	18401	397.0	21.6	220.0	VI	-
6	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS	DISEÑO PATRON	2022-08-25	15:24	3	152	18177	407.6	22.4	228.6	II	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

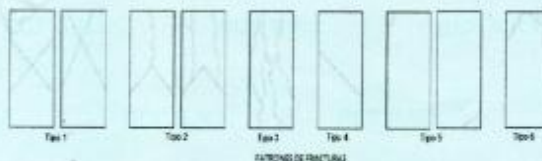
Defectos-item 4: NA

Defectos-item 5: NA

Defectos-item 6: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE PRUEBAS

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 59876

N° 031692

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCFJNEF10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME

EC-430.A.2

Página: 1 de 1

F. Emisión: 29/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG./CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS, ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 29/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO	DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)				(Mpa)	(kg/cm²)		
1	(CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-27	11:31	5	152	18110	854.7	36.1	368.6	III	-
2	(CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-27	11:36	5	152	18196	647.6	35.6	362.9	III	-
3	(CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-27	11:41	5	151	17936	617.2	34.4	350.9	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

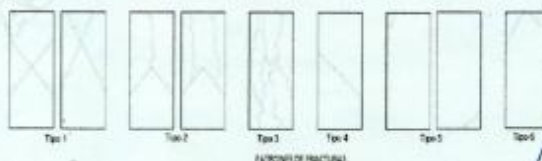
Defectos-item 1: NA

Defectos-item 2: NA

Defectos-item 3: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE FRACTURA


 ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL

N° 031760

Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INEF10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-430.A.3

Página: 1 de 1

F. Emisión: 29/8/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACION(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 29/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Ft)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
4	CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKATARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-08-27	11:44	5	152	18240	585.3	32.1	327.2	III	-
5	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKA VISCOCRETE - 1110PE Y SIKATARD PE	DISEÑO PATRON	2022-08-27	11:48	5	151	17927	453.3	25.3	257.9	III	-
6	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKA VISCOCRETE - 1110PE Y SIKATARD PE	DISEÑO PATRON	2022-08-27	11:52	5	151	17901	467.7	26.1	266.4	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 4: NA

Defectos-item 5: NA

Defectos-item 6: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025




 ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 98076

N° 031759

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-430.A.4

Página: 1 de 1
F. Emisión: 29/8/2022

NTP 339.034-2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA F'c=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 26/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probata 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Pc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
9	(CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-29	14:50	7	152	18109	772.9	42.7	435.2	III	-
10	(CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETE 1.40%, SIKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-08-29	14:53	7	152	18086	713.1	39.4	402.0	III	-
11	(CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-08-29	14:56	7	152	18048	650.6	36.0	367.6	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se envía para referencia a solicitud del cliente

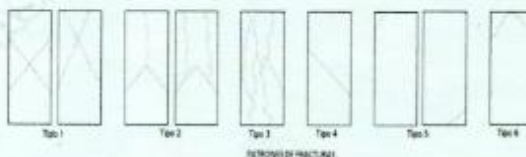
Defectos-item 9: NA

Defectos-item 10: NA

Defectos-item 11: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59676

N° 031770

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-430.A.5

Página: 1 de 1
F. Emisión: 29/8/2022

NTP 339.034.2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA $F'_{c}=210 \text{ KG/CM}^2$ A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKÁ VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 26/8/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

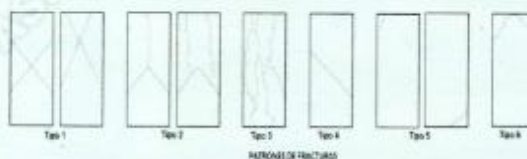
TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	ϕ (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Pc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m ³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm ²)		
12	CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETE 1.30%, SIKÁ TARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-08-29	14:59	7	152	18091	610.8	33.8	344.3	III	-
13	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKÁ VISCOCRETE - 1110PE Y SIKÁ TARD PE	DISEÑO PATRON	2022-08-29	15:02	7	152	18231	561.8	30.8	314.2	IV	-
14	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKÁ VISCOCRETE - 1110PE Y SIKÁ TARD PE	DISEÑO PATRON	2022-08-29	15:05	7	151	17941	546.1	30.4	310.4	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente. (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-Item 12: NA
Defectos-Item 13: NA
Defectos-Item 14: NA
Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
C.P. 55676

N° 031769

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM : 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-455.B.1

Página: 1 de 1

F. Emisión: 6/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 3/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
1	(CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETTE 1.40%, SIKKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-09-05	10:48	14	151	17943	864.8	48.2	491.4	IV	-
2	(CEMENTO HE DISEÑO 1 VISCOCRETTE 1.40%, SIKKA TARD 0.50%)	DISEÑO 1	2022-09-05	10:51	14	151	18016	701.0	38.9	396.8	IV	-
3	(CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETTE 1.30%, SIKKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-09-05	10:54	14	152	18048	778.3	43.0	438.8	IV	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (***) Mayor del 2% de diferencia de diámetro, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 1: NA

Defectos-item 2: NA

Defectos-item 3: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE PRUEBAS

ROBERTO CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 50876

N° 031907

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-455.B.2

Página: 1 de 1

F. Emisión: 8/9/2022

NTP 339.034-2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG./CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA **F. SOLICITUD**: 3/9/2022
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA **ENSAYADO EN**: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
4	(CEMENTO HE DISEÑO 2 VISCOCRETTE 1.30%, SIKKA TARD 0.40%)	DISEÑO 2	2022-09-05	10:57	14	152	18110	683.7	37.8	385.0	IV	-
5	(CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE - 1110 PE Y SIKKA TARD PE)	DISEÑO PATRON	2022-09-05	11:00	14	152	18120	621.8	34.3	349.9	IV	-
6	(CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKKA VISCOCRETE - 1110 PE Y SIKKA TARD PE)	DISEÑO PATRON	2022-09-05	11:03	14	152	18073	566.8	31.4	319.8	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (***) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 4: NA

Defectos-item 5: NA

Defectos-item 6: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



PATRONES DE FRACCIÓN


 ROBERTO CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP 59876

N° 031906

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 958 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

10/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-478.A.4

Página: 1 de 1

F. Emisión: 23/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKTA VISCOCRETE-110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACION(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 15/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm
Dato Adicional(*): -
Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
 Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MAXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
7	CEMENTO HE DISEÑO 1 SIKTA VISCOCRETE 1.40% SIKTA TARD 0.50%	DISEÑO 1	2022-09-19	15:00	28	152	18256	899.3	48.3	502.3	IV	-
8	CEMENTO HE DISEÑO 1 SIKTA VISCOCRETE 1.40% SIKTA TARD 0.50%	DISEÑO 1	2022-09-19	15:04	28	152	18134	813.6	44.9	457.5	III	-
9	CEMENTO HE DISEÑO 2 SIKTA VISCOCRETE 1.30% SIKTA TARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-09-19	15:07	28	151	18024	808.8	44.9	457.6	III	-

(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetro, fuera del alcance de la Norma, se anula para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 7: NA

Defectos-item 8: NA

Defectos-item 9: NA

Observacion: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025




 ROBERTO J. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59876

N° 032182

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL
INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

19/10/2020

CODIGO DE INFORME
EC-478.A.5

Página: 1 de 1

F. Emisión: 23/9/2022

NTP 339.034:2021 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): ELABORACION DE CONCRETO DE RESISTENCIA ACCELERADA F'C=210 KG/CM2, A 05 DIAS, CON INCORPORACION DE ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKATARD PE, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2021
UBICACIÓN(*): AREQUIPA
SOLICITA(*): EDSON SAMUEL OSIS; ANGEL JAFET SUMI VILCA; MARCO ANTONIO PALOMINO LIZARRAGA
DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA
F. SOLICITUD: 15/9/2022
ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 30*15 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(F'c)		Tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Horas(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
10	CEMENTO HE DISEÑO 2 SIKA VISCOCRETE 1.30% SIKA TARD 0.40%	DISEÑO 2	2022-09-19	15:11	28	151	18020	888.2	49.3	502.6	III	-
11	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKA TARD PE	DISEÑO PATRON	2022-09-19	15:15	28	152	18134	635.5	35.0	357.3	III	-
12	CEMENTO HE DISEÑO PATRON SIN ADITIVOS SIKA VISCOCRETE-1110 PE Y SIKA TARD PE	DISEÑO PATRON	2022-09-19	15:20	28	151	17989	735.6	40.9	417.0	IV	-

(*) Dato proporcionado por el cliente. (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

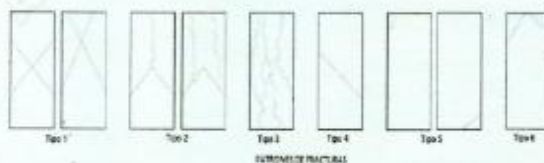
Defectos-item 10: NA

Defectos-item 11: NA

Defectos-item 12: NA

Observación: (*) Datos proporcionados de lista.

ISO/IEC 17025



TIPOS DE FRACTURA


ROBERTO A. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 58976

N° 032410

Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

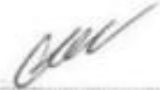
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 985 - RPC: 866 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

ANEXO 8

CERTIFICADO DE CALIDAD DEL CEMENTO TIPO IP – TIPO HE

CERTIFICADO DE CALIDAD		
CEMENTO PORTLAND TIPO IP		
	YURA	ASTM C 595 NTP 334.090
REQUERIMIENTOS QUIMICOS:		
Oxido de Magnesio, MgO, %	2.00	6.00 Máximo
Trióxido de Azufre, SO ₂ , %	2.02	4.00 Máximo
Pérdida por Ignición o al Fuego, P.I. %	1.66	5.00 Máximo
REQUERIMIENTOS FISICOS:		
Peso Especifico (g/cm ³)	2.81	No Especifica
Expansión en Autoclave, %	-0.03	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos		
Tiempo de Fraguado (Inicial)	223	45 Mínimo
Tiempo de Fraguado (Final)	262	420 Máximo
Contenido de Aire del mortero, %	3.49	12.00 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/cm ²)		Mínimo :
01 día	9.84 (100)	No Especifica
03 días	19.52 (199)	12.99 (132.56)
07 días	23.86 (244)	19.99 (203.94)
28 días	32.57 (332)	24.98 (254.93)
Este Documento muestra Características Típicas del Promedio Mensual de la Producción de Diciembre, confirmando que este cemento cumple especificaciones de las normas ASTM C- 595 y NTP 334.090 AREQUIPA 13 DE AGOSTO DEL 2017   Gonzalo Álvarez Cárdenas Jefe de Control de Calidad Yura S.A.		
		Planta: Carretera Yura Km. 26 - Arequipa Oficina comercial: Av. General Díaz 527 - Arequipa Telf.: (51 54) 495060 / 225000 www.yura.com.pe

CEMENTO PORTLAND TIPO HE

	YURA	ASTM C 1157 NTP 334.082
REQUERIMIENTOS QUIMICOS:		
Óxido de Magnesio, MgO, %	2.31	No Especifica
Trióxido de Azufre, SO ₃ , %	2.08	No Especifica
Pérdida por ignición, %	2.13	No Especifica
REQUERIMIENTOS FISICOS:		
Peso Específico, g/cm ³	2.95	No Especifica
Expansión en Autoclave, %	0.02	0.80 Máximo
Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos	155	45 - 420
Contenido de Aire del mortero, %	4.36	12 Máximo
Superficie Específica Blaine, cm ² /g	4710	No Especifica
Finura malla N° 325, %	2.32	No Especifica
Expansión de la barra de mortero, 14 días, %	0.01	0.020 Máximo
Resistencia a la Compresión, MPa, (Kg-f/cm ²)		Mínimo :
01 día	14.19 (145)	12.0 (122)
03 días	26.61 (272)	24.0 (245)
07 días	30.40 (310)	No Especifica -
28 días	pendiente	No Especifica -

Este Documento muestra Características Típicas del Promedio Mensual de la Producción del mes de Octubre del 2021 confirmando que este cemento cumple especificaciones de las normas ASTM C-1157 y NTP 334.082

Arequipa, 02 de Noviembre 2021




Gonzalo Álvarez Cárdenas
Jefe de Control de Calidad
Yura S.A.

Planta: Carretera Yura Km. 28 - Arequipa
Oficina comercial: Av. General Díaz 527 - Arequipa
Tel: (51 61) 495060

www.yura.com

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

Aditivo superplastificante para concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante.
 - Para concretos bajo agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Inyección de lechada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:
- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
 - Alta Impermeabilidad.
 - Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
 - Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Reduce la carbonatación del concreto.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Reduce la exudación y la segregación.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo F y ASTM C-1017 Tipo I

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
Agosto 2022, Versión 01.02
023301011000000804

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	• Granel x 1 L. • Cilindro x 200 L. • IBC x 1000 L
Vida Útil	12 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
Apariencia / Color	Líquido marrón claro a marrón oscuro
Densidad	1,07 kg/L +/- 0,01

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada	Puede variar en el rango de 0.5% a 2% del peso del cemento. Previas pruebas de laboratorio.
---------------------------------	---

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Sika® ViscoCrete®-1110 PE se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo por m³. Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos. El uso de Sika® ViscoCrete®-1110 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-1110 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.

Sika Perú
Habilitación Industrial
El Lúcumo Ma. "B" Lote B
Lurín, Lima
Tel: (511) 618-0060

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
Agosto 2022, Versión 01.02
021301011000000894



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaTard® PE

ADITIVO ESTABILIZADOR DE LA HIDRATACIÓN DEL CEMENTO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaTard® PE es un aditivo desarrollado para controlar la hidratación del cemento. De esta forma, las mezclas de concreto se pueden estabilizar durante largos periodos de tiempo sin perder su calidad.

USOS

- El aditivo SikaTard® PE se utiliza principalmente para concretos proyectados por vía húmeda en trabajo de otras subterráneas, alargando su tiempo de trabajabilidad.
- Es ideal para concretos en tiempos calurosos.
- Para mantener el Slump y la no hidratación de la mezcla en trayectos o jornadas largas de colocación del concreto.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Con la utilización del aditivos SikaTard® PE se consigue un concreto donde se controla la hidratación del cemento durante un periodo de tiempo que depende de la dosificación de aditivo utilizada. La mezcla de concreto fresco permanece estable durante el tiempo de retraso, manteniendo constante su trabajabilidad y la calidad del mismo.
- Su efecto es distinto al de los retardantes de fraguado tradicionales, los cuales se limitan a frenar fuertemente la hidratación del cemento.
- El concreto proyectado por vía húmeda estabilizado con el aditivo SikaTard® PE, se activa inmediatamente cuando entra en contacto con un aditivo acelerante de fraguado (Sigunit), de forma que se reanuda de nuevo la hidratación de la mezcla.
- En el concreto fresco en tiempos calurosos prolonga su tiempo de trabajabilidad.
- El aditivo SikaTard® PE está exento de cloruros y de otras sustancias que favorezcan la corrosión del acero.
- Esto permite utilizarlo sin ningún problema en las construcciones de concreto armado.
- No es tóxico.
- Contrarresta los efectos de la pérdida de trabajabilidad en el concreto, en tiempos calurosos y/o trayectos largos.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	• Cilindro de 200 L • IBC x 1000 L
Apariencia / Color	Líquido marrón claro a oscuro
Vida Útil	12 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase de origen, herméticamente cerrado y no deteriorado, a temperatura entre 1 y 35°C, protegido del sol y las heladas.
Densidad	1,10 +/- 0,01 Kg/L

Hoja De Datos Del Producto
SikaTard® PE
Mayo 2016, Versión 01.01
02140601 1000000082

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

En el concreto proyectado por vía húmeda, el aditivo SikaTard® PE se añade a la mezcla en dosis comprendida entre el 0.1% y el 2% del peso del cemento, directamente en la planta de concreto junto con el agua de amasado, debiéndose prolongar el tiempo de amasado de al menos 1 minuto por cada m3 de concreto. Previamente a su descarga, deberá rearmarse de nuevo en el camión concretora durante 1 minuto por cada m3 de concreto que transporte el camión. Cuando los tiempos de estabilización de fragua son muy prolongados se activará mediante la utilización de un aditivo acelerante de fragua. Para mantener la trabajabilidad del concreto en tiempos calurosos la dosis recomendada es de 0.1% y el 0.3%. El producto SikaTard® PE puede combinarse con otros productos de la gama Sika de aditivos: Plastiment, Sikament, Viscocrete, Sika Aer, Sika fume, Sigunit. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar el efecto preciso en el concreto.

NOTAS SOBRE APLICACIÓN

Al utilizar el aditivo estabilizador SikaTard® PE se deberán respetar todas las normas vigentes en relación con la fabricación de concretos.

SikaTard® PE es un producto que está especialmente indicado para realización de trabajos de proyección en túneles, obras subterráneas y vaciados de concreto en tiempos calurosos. Para lograr tiempos de manejabilidad determinadas es imprescindible realizar ensayos previos. Los tiempos de trabajabilidad que se obtienen están en función de la dosificación de SikaTard® PE utilizada. Debido a la gran cantidad de factores que afectan al tiempo de trabajabilidad, es imprescindible la realización de ensayos previos para cada caso.

DOSIFICACIÓN

En función de la trabajabilidad y del retraso de fraguado requerido, la dosis a utilizar estará comprendida entre el 0.1% y el 2% del peso del cemento.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
SikaTard® PE
Mayo 2016, Versión 01.01
021406011000000002



ANEXO 10

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

Certificado



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Acreditación

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:

ROBERTO CÁCERES FLORES S.R.L.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Calle el Palomar N° 107, Lote B - 3B, distrito de Arequipa, provincia de Arequipa y departamento de Arequipa .

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración*

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-act-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 20 de octubre de 2018

Fecha de Vencimiento: 19 de octubre de 2022

Fecha de emisión: 17 de junio de 2020

Cédula N° : 094-2018-INACAL/DA

Contenido N° : 016-2015/INACAL/DA / Adenda de fecha: 19 de octubre de 2018

Registro N° : 1E-391

ESTELA CONTRERAS JUGO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

*La acreditación con la NTP-ISO/IEC 17025:2017 inicia a partir del 20 de mayo de 2020 según Cédula de Notificación N° 2018-0700-INACAL/DA

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y objeto de notificación dado que se alcanza por el uso de la acreditación, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia deben confirmarse en la página web: www.inacal.gob.pe/acreditacion categoría acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL, se firmó en el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM) de los Organismos de Acreditación (OAC) a International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la laboratorial Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)

DA-act-06P-02M Ver 02

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

Ubicado en : Calle el Palomar N° 107 Lote B – 3B, Arequipa - Arequipa
Proceso : Ampliación¹
Expediente N° : 0158-2019-DA
Informe Ejecutivo N° : 0132-2020-DA
Vigencia de la Acreditación : Del 2018-10-20 al 2022-10-19
Acreditado con la Norma : NTP-ISO/IEC 17025:2017
Código de Registro : LE - 091
Fecha de Actualización : 2020-06-06²

Laboratorio : ENSAYOS DE SUELOS
Campo de Prueba : FÍSICAS

N°	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ABRASION LOS ANGELES EN AGREGADOS MENORES	NTP 400.019:2014 (Revisada el 2019)	2014	AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Angeles
Producto(s): SUELOS				
2	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	ASTM C136 - 14	2014	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
Producto(s): SUELOS				
3	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 339.128:1999 (Revisada el 2019)	1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.
Producto(s): SUELOS				
4	CBR	ASTM D1883 - 16	2016	Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
Producto(s): SUELOS				
5	CLASIFICACIÓN SUCS	NTP 339.134:1999 (Revisada el 2019)	1999	SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

¹ La ampliación correspondiente se encuentra en negrita y subrayado.

² Es responsabilidad del laboratorio la revisión del presente alcance. En caso existan observaciones a dicho alcance, el laboratorio deberá informarlo al INACAL, con el debido sustento, en un plazo no mayor a 05 días útiles (contados a partir de recibido el presente documento), cumplido este plazo no se aceptarán observaciones.

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

Producto(s): SUELOS			
6	COMPRESIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS	NTP 339.034: 2015	2015
CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas			
Producto(s): CONCRETO			
7	CONTENIDO DE HUMEDAD EN SUELOS	NTP 339.127:1998 (Revisada el 2019)	1998
SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo			
Producto(s): SUELOS			
8	DENSIDAD EN EL SITIO (MÉTODO DEL CONO)	NTP 339.143:1999 (Revisada el 2014). (Incluye MUESTREO)	1999
SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in-situ mediante el método del cono de arena			
Producto(s): SUELOS			
9	DETERMINACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO (L.P.), E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NTP 339.129:1999 (Revisada el 2014)	1999
SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos			
Producto(s): SUELOS			
10	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	NTP 339.141:1999 (Revisada el 2014)	1999
SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m ³ (56 000 pie-lb/ft ³))			
Producto(s): SUELOS			
11	EXTRACCIÓN DE DIAMANTINA	NTP 339.059:2017	2017
CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto			
Producto(s): CONCRETO			
12	LAVADO ASFÁLTICO	ASTM D2172 / D2172M - 17	2017
Standard Test Methods for Quantitative Extraction of Asphalt Binder from Asphalt Mixtures			
Producto(s): MEZCLAS ASFÁLTICAS			
13	MATERIAL PASANTE LA MALLA N°200	NTP 400.018:2013 (Revisada el 2018)	2013
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado en agregados			
Producto(s): AGREGADOS			
14	PESO ESPECÍFICO DE FINO	NTP 400.022:2013 (Revisada el 2018)	2013
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino			
Producto(s): AGREGADOS			
15	PESO ESPECÍFICO DE GRAVA	NTP 400.021:2013 (Revisada el 2018)	2013
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso			

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

Producto(s): AGREGADOS			
16	PESO ESPECÍFICO RELATIVO	NTP 339.131:1999 (Revisada el 2019)	1999
SUELOS. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo			
Producto(s): SUELOS			
17	PESO UNITARIO	NTP 400.017: 2011 (Revisada el 2016)	2011
AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados			
Producto(s): AGREGADOS			

PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO 11

Recolección de Agregados. Cantera La Poderosa



Figura N°1: Permiso de extracción de materiales



Figura N°2: Entrando a las instalaciones de la cantera



Figura N°3: Elección de lugar de extracción de agregado grueso y fino de la cantera



Figura N°4: Gestión del uso de la maquinaria para extracción de agregados



Figura N°5: Extracción de agregado grueso, piedra chancada de 1/2\"/>



Figura N°6: Extracción de agregado fino, arena gruesa

ANEXO 12

Secado de Agregado Fino y Grueso



Figura N°1: Equipos necesarios para la medición de peso y secado de materiales



Figura N°2: Preparación de equipos



Figura N°3: Agregado grueso (piedra chancada 1/2'') húmedo



Figura N°3: Agregado grueso (piedra chancada 1/2'') seco



Figura N°5: Agregado fino (arena gruesa) húmedo



Figura N°6: Agregado fino (arena gruesa) seco

ANEXO 13

Materiales de laboratorio



Figura N°1: Moldes para el curado del concreto



Figura N°2: Cuchara para concreto



Figura N°3: Cocina eléctrica



Figura N°4: Martillo de goma



Figura N°5: Aditivo Sika Viscocrete 1110

ANEXO 14

Porcentaje de Humedad



Figura N°1: Expulsión de humedad a partir de uso de cocina eléctrica



Figura N°2: 1era lectura Agregado Fino



Figura N°3: 1era lectura Agregado Grueso

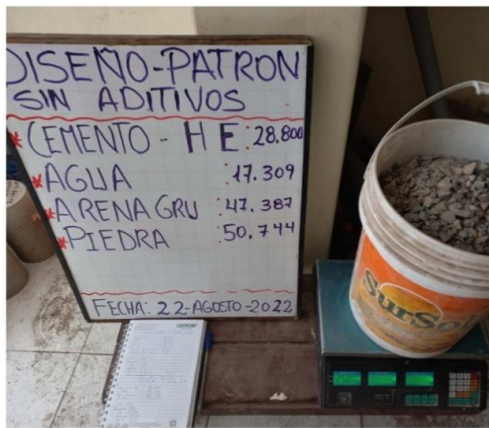


Figura N°4: 2da lectura Agregado Fino



Figura N°5: 2da lectura Agregado Grueso

**Ensayo de Diseños De Mezcla
He Sin Aditivo**



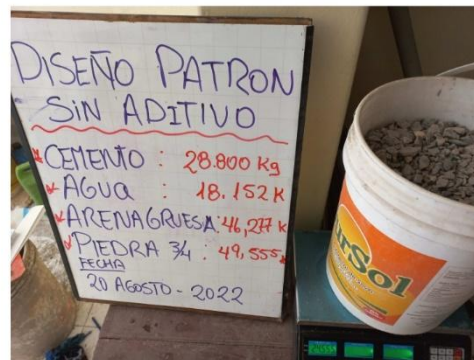


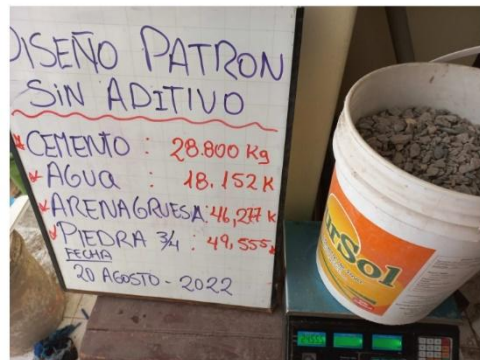


ANEXO 15

Ensayo de Diseño de Mezcla IP sin Aditivo







ANEXO 16

Cuantificación de Materiales



Figura N°1: Midiendo el agregado grueso (piedra chancada 1/2'') para la mezcla



Figura N°2: Midiendo el agregado fino (arena gruesa) para la mezcla



Figura N°3: Midiendo el cemento para la mezcla

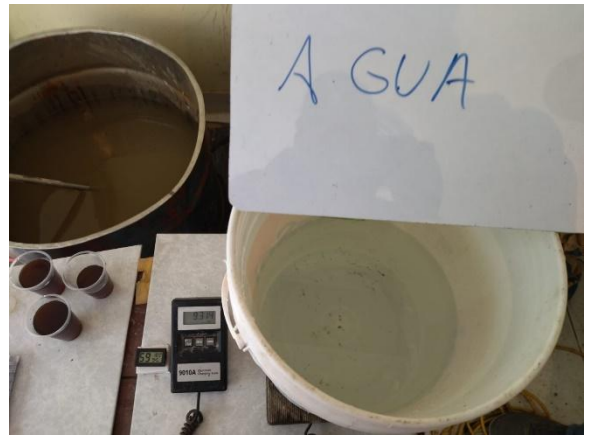


Figura N°4: Midiendo el agua para la mezcla



Figura N°5: Midiendo el aditivo SIKA VISCOCRETE 1110



Figura N°6: Midiendo el aditivo SIKA TARD

ANEXO 17

Elaboración del concreto con Aditivos



Figura N°1: Colocación de agregados grueso, cemento y agua para la mezcla



Figura N°2: Mezclando los componentes en mixer



Figura N°3: Agregando aditivo SIKA VISCOCRETE 1110



Figura N°4: Agregando aditivo SIKA TARD



Figura N°5: Mezclando los componentes con el aditivo



Figura N°6: Verificación visual de la mezcla de concreto

ANEXO 18

Temperatura del concreto - ambiente



Figura N°1: Temperatura ambiente fuera del mixer



Figura N°2: Temperatura ambiente dentro del mixer



Figura N°3: Temperatura del concreto en estado fresco



Figura N°4: Temperatura del concreto en estado fresco

ANEXO 19

Medición de Aire



Figura N°1: Separación de concreto en estado fresco



Figura N°2: Colocación de concreto en estado fresco en la olla



Figura N°3: Compactación con 25 inserciones con varilla lisa



Figura N°4: Enrazado de ultima capa de concreto en estado fresco



Figura N°5: Colocación en balanza profesional



Figura N°6: Medición de olla Washington con concreto en estado fresco



Figura N°7: Integración de tapa de medición de Olla Washington



Figura N°8: Medición

ANEXO 20

Asentamiento (in)



Figura N°1: Posicionamiento de cono de Abrams



Figura N°2: Colocación de concreto fresco Cono de Abrams por capas



Figura N°3: Enrazado de concreto fresco en el Cono de Abrams



Figura N°4: Posicionamiento de cono de Abrams con las 03 capas de concreto



Figura N°5: Retiro de Cono de Abrams lentamente



Figura N°6: Medición de Slump

ANEXO 21

Porcentaje de Humedad



Figura N°1: Expulsión de humedad a partir de uso de cocina eléctrica



Figura N°2: 1era lectura Agregado Fino



Figura N°3: 1era lectura Agregado Grueso



Figura N°4: 2da lectura Agregado Fino



Figura N°5: 2da lectura Agregado Grueso

ANEXO 22

Volumen de vacíos



Figura N°1: Colocación en horno de especímenes para obtener absorción de la muestra



Figura N°2: 1ra Observación de Temperatura

Figura N°3: 2da Observacion

Peso Sumergido

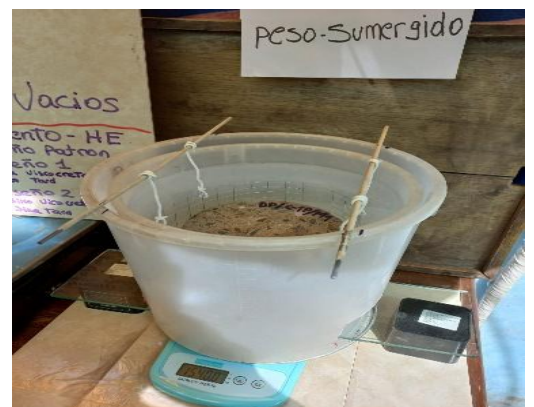
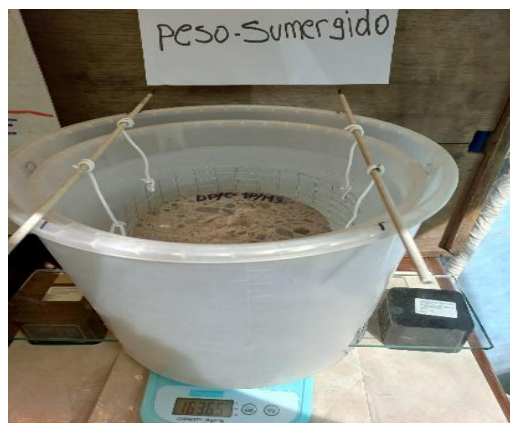


Figura N°1: Especímen DP/C - 1P/M3 sumergido

Figura N°2: Especímen DP/C - 1P/M4 sumergido

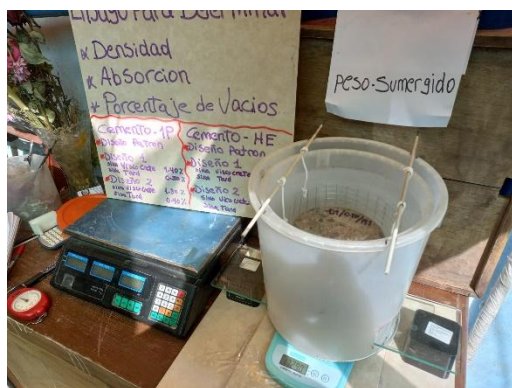


Figura N°3: Espécimen D1/C - 1P/M1 sumergido

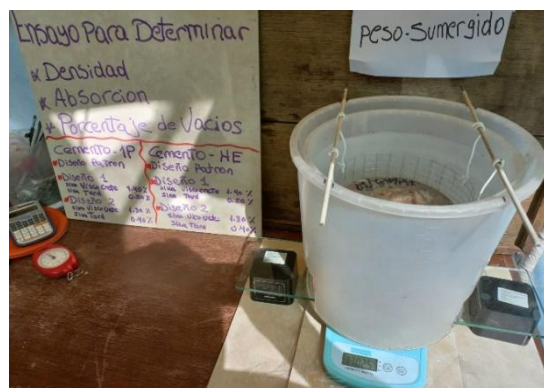


Figura N°4: Espécimen D1/C - 1P/M2 sumergido

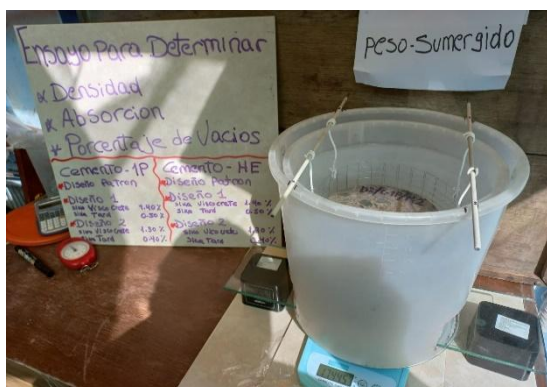


Figura N°5: Espécimen D2/C - 1P/M2 sumergido

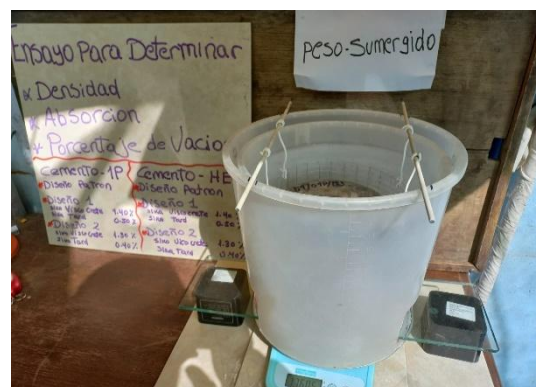


Figura N°6: Espécimen D1/C - 1P/M3 sumergido

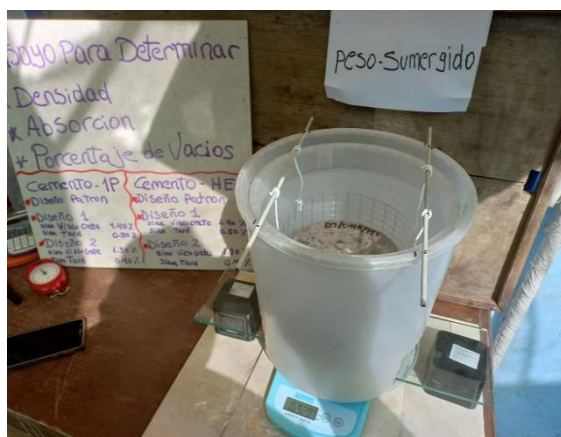


Figura N°1: Espécimen D1/C - HE/M1sumergido

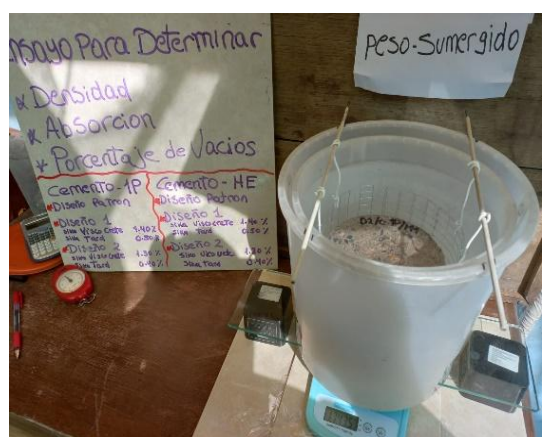


Figura N°2: Espécimen D2/C - IP/M1sumergido

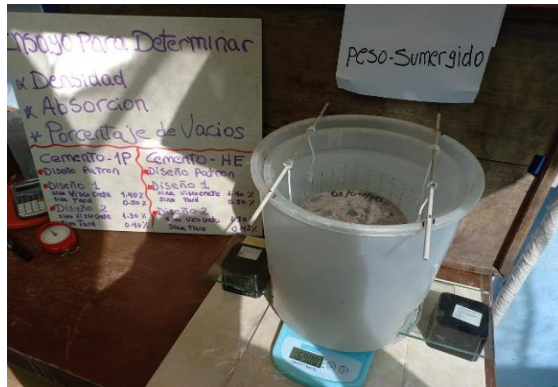


Figura N°3: Espécimen D2/C - IP/M3sumergido

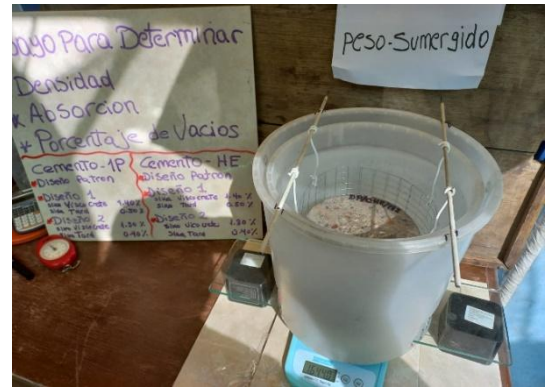


Figura N°4: Espécimen DP/C - HE/M2sumergido

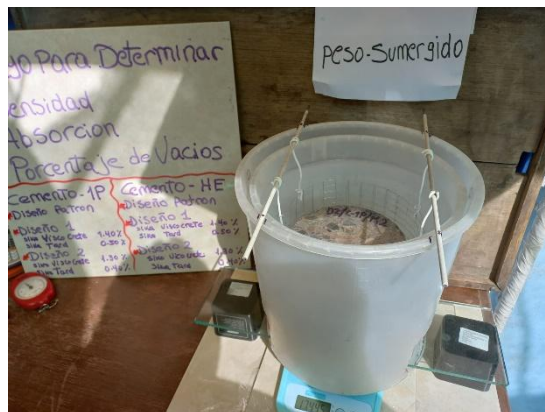


Figura N°5: Espécimen D2/C-IP/M2sumergido

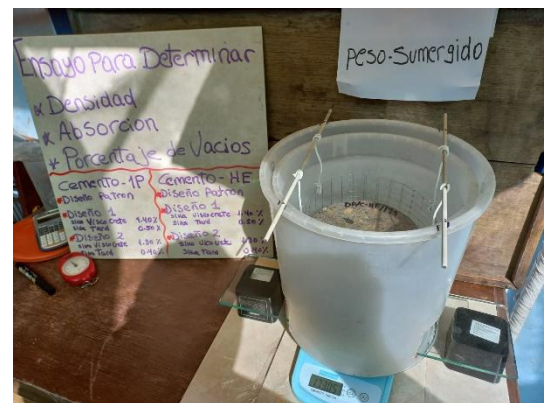


Figura N°6: Espécimen DP/C-HE/M1sumergido

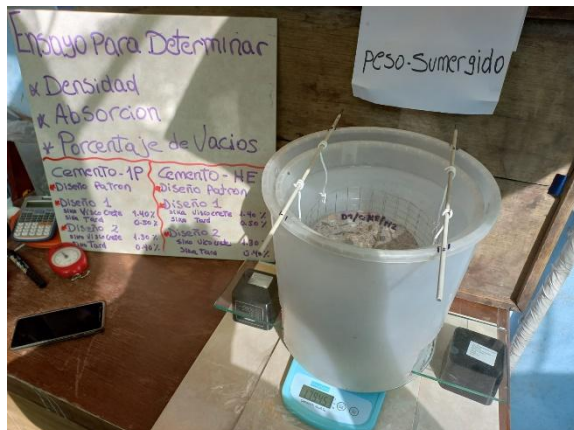


Figura N°1: Espécimen D1/C-HE/M2sumergido

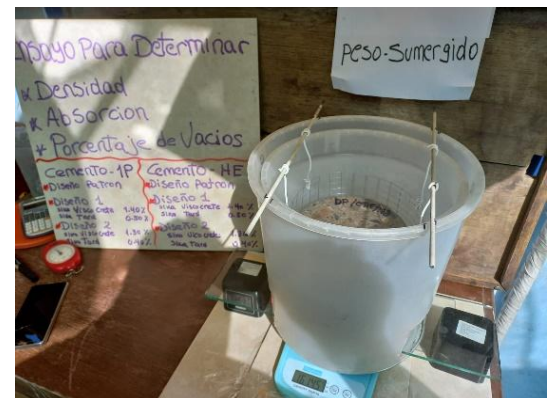


Figura N°2: Espécimen DP/C-HE/M3 sumergido

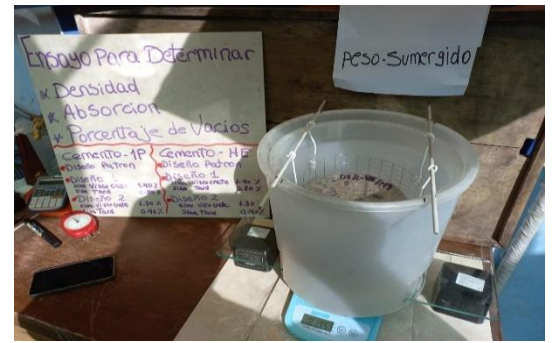
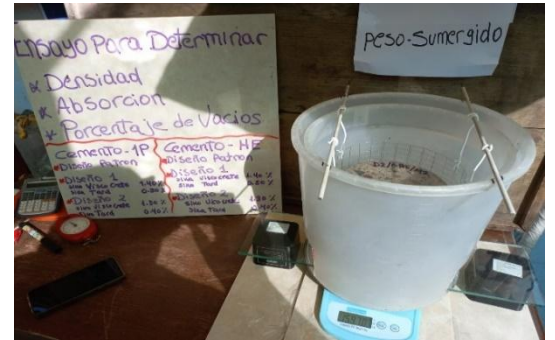
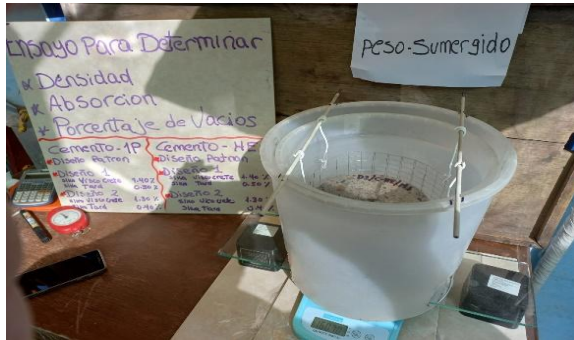


Figura N°5: Espécimen D1/C-HE/M3 sumergido
Adaptación de balanza para peso sumergido

Figura N°6: Espécimen D2/C-HE/M1 sumergido

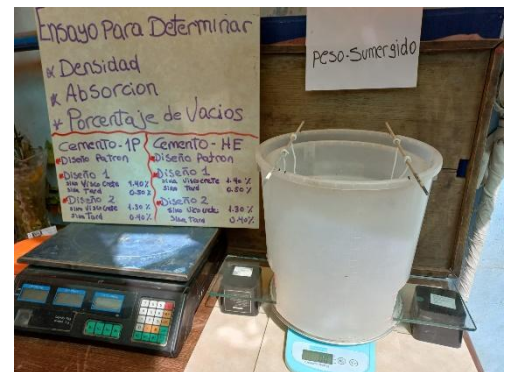


Figura N°1: Espécimen sumergido

Figura N°2: Espécimen sumergido

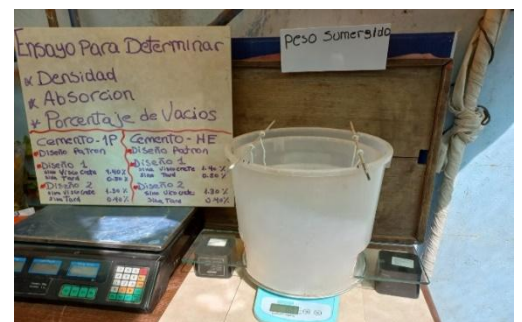
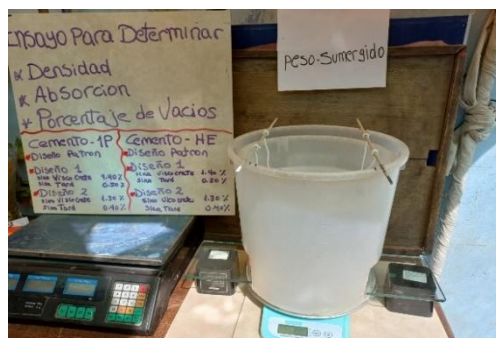


Figura N°3: Espécimen sumergido



Figura N°4: Espécimen sumergido



Figura N°5: Espécimen sumergido

Peso seco después del horno

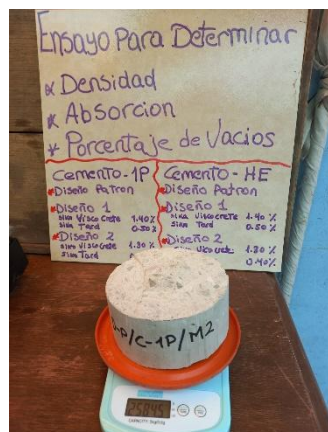


Figura N°1: Espécimen D-P/C-1P/M2 pesado

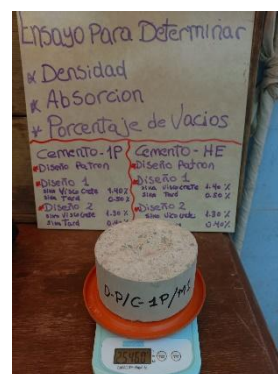


Figura N°2: Espécimen D-P/C-1P/M1

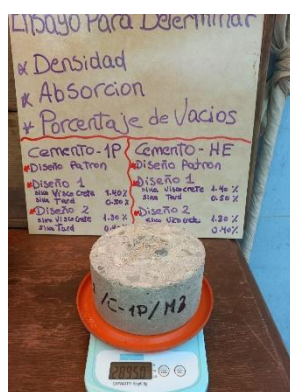


Figura N°3: Espécimen D-1/C-1P/M3

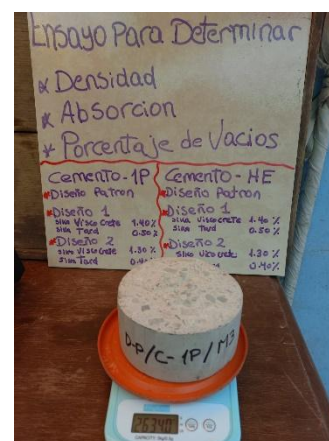


Figura N°4: D-1/C-1P/M3

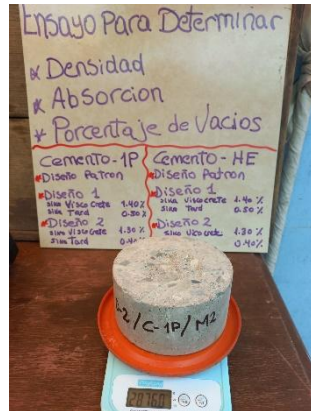


Figura N°5: Espécimen D-2/C-1P/M3

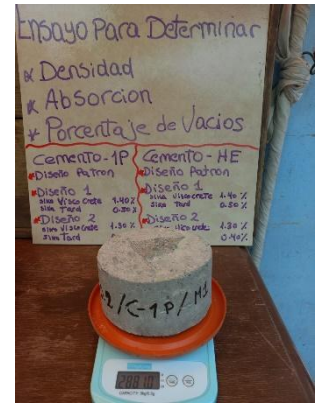


Figura N°6: Espécimen D-2/C-1P/M1

Peso seco después del horno

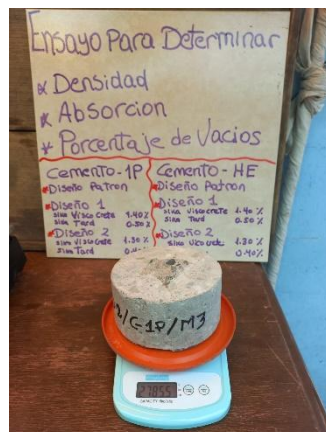


Figura N°1: Espécimen D-2/C-1P/M3

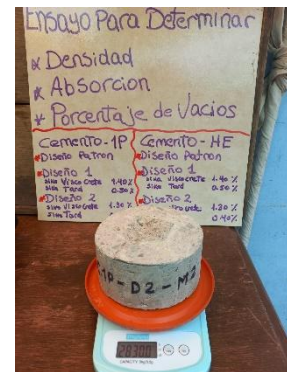


Figura N°2: Espécimen D-2/C-1P/M2

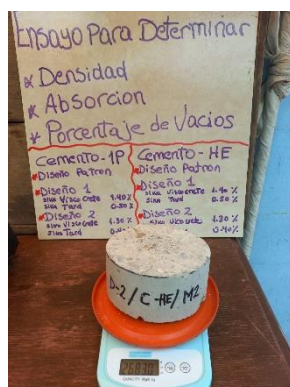


Figura N°3: Espécimen D-2/C-HE/M1

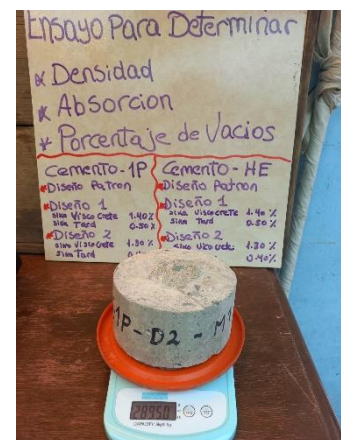


Figura N°4: Espécimen D-2/C-HE/M2

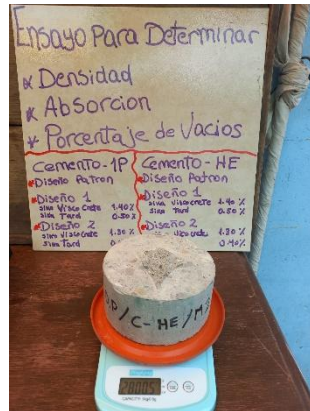


Figura N°5: Espécimen D-P/C-HE/M2

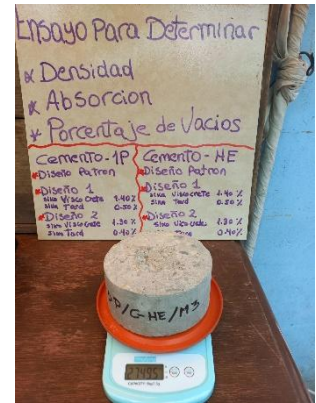


Figura N°6: Espécimen D-P/C-HE/M3

Peso seco después del horno

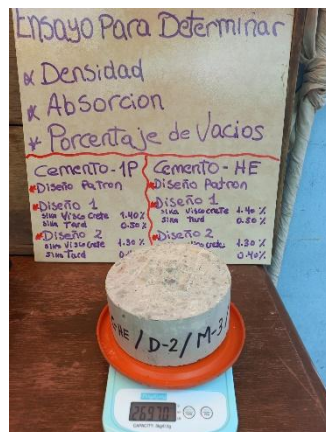


Figura N°1: Espécimen D-2/C-HE/M3

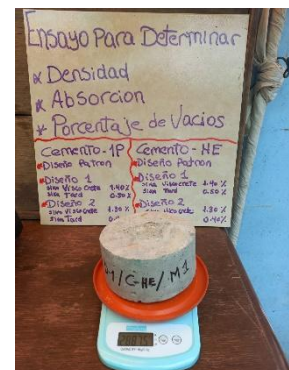


Figura N°2: Espécimen D-1/C-HE/M1

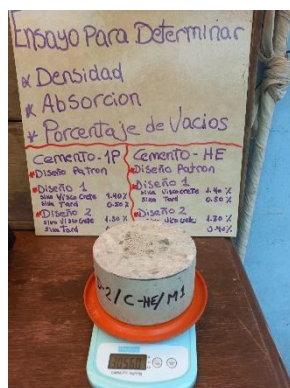


Figura N°3: Espécimen D-2/C-HE/M1

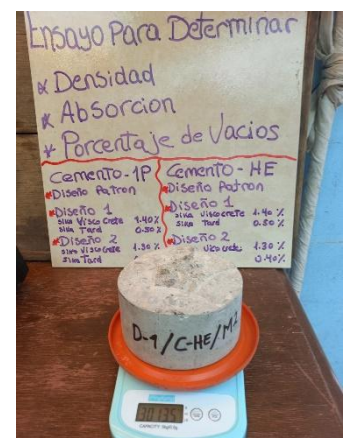


Figura N°4: Espécimen D-1/C-HE/M2

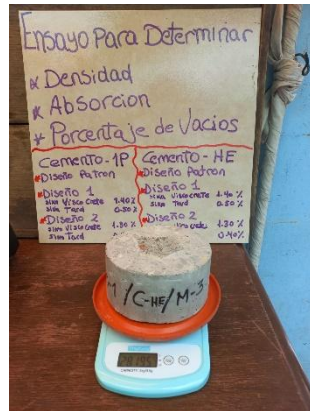


Figura N°5: Espécimen D-1/C-HE/M3

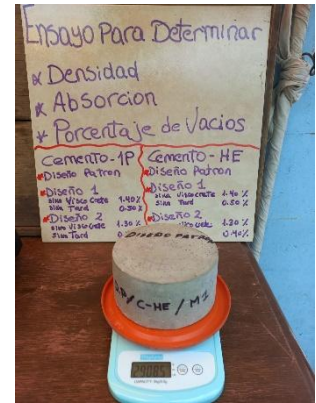


Figura N°6: Espécimen D-P/C-HE/M1

Peso después de ebullición 5 horas y 14 horas de enfriamiento



Figura N°1: Espécimen D-2/C-HE/M-3



Figura N°2: Espécimen D-P/C-1P/M-3

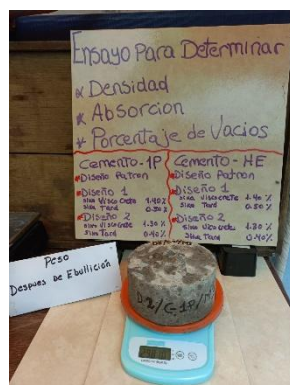


Figura N°3: Espécimen D-1/C-HE/M-1

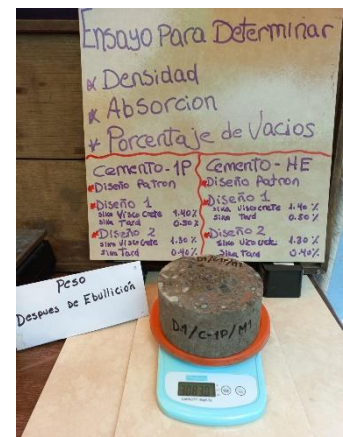


Figura N°4: Espécimen D-2/C-1P/M-1

ANEXO 23. Especímenes Curados

