



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LOS TIPOS DE CURADORES EN
CONCRETOS CON PLASTIFICANTE, RETARDANTE Y
ACELERANTE; SOBRE LA COMPRESIÓN Y SORPTIVIDAD,
TRUJILLO 2020

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Junior Yair Luna Tejada

Asesor:

Ing. Iván Eugenio Vásquez Alfaro

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

*A Dios, por iluminar mi camino
cada día, por estar conmigo en
todo momento y dándome
los motivos para seguir adelante*

*A mis padres y abuelos, quienes
me guiaron en todo momento
con sus enseñanzas y valores
permitiéndome desarrollarme
como persona de bien.*

*A mi hermano por estar siempre
presente, recordándome que
sigue mis pasos, tíos y primas
recordándome que tenía que
acabar este proyecto.*

*A todos aquellos que
contribuyeron en este logro y
han hecho que el trabajo se
realice con éxito en especial a
aquellos que nos abrieron
compartieron sus
conocimientos.*

AGRADECIMIENTO

*Agradezco principalmente a Dios,
por permitirme llegar hasta este
punto, darme la fortaleza y
oportunidades para salir adelante,
por iluminar mi vida y permitirme
conocerlo.*

*Gracias a mis padres: Juan Tejada y
Sabina Villanueva, Juan Tejada y Maritza
Tejada por ser los principales motores para
este sueño, por confiar y creer, por alentare
con sus consejos, valores y principios que
han compartido.*

*Agradezco al ingeniero Iván Vásquez
Alfaro asesor de esta investigación
quien ha guiado con su paciencia, y
su rectitud como docente, por haber
enseñado con tiempo y dedicación a
lo largo de esta etapa.*

*Agradezco de manera especial a mis
docentes de la carrera de Ingeniería Civil
que me prepararon en todo momento para
la vida profesional, que fueron soporte en
cada paso que daba, de manera especial al
ingeniero Alberto Vásquez Díaz, quien
apoyo con sus enseñanzas y consejos. Al
ingeniero Wiston Azañedo Medina quien
tuvo disposición de enseñar en cada
ocasión que se acudía.*

*A todas las personas que de una u otra
forma contribuyeron en la realización
de esta investigación*

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	10
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	38
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	65
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS.....	85
ANEXOS.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> matriz de diseño experimental curado por inmersión.....	39
<i>Tabla 2</i> matriz de diseño experimental curado con Per kuret.....	39
<i>Tabla 3</i> matriz de diseño experimental curado con Curet Z.....	39
<i>Tabla 4</i> matriz de diseño experimental curado con MasterKure 200 WB	39
<i>Tabla 5</i> valores de distribución normalizada, manual de estadística UPN 2014.	40
<i>Tabla 6</i> Resistencia a compresión con diferentes curadores a 28 días, Moscoso (2019).	41
<i>Tabla 7</i> Sumatoria de resistencias a compresión menos el promedio, al cuadrado.	41
<i>Tabla 8</i> cantidad de probetas a realizar.....	42
<i>Tabla 9</i> población cilíndrica de concretos patrones.....	42
<i>Tabla 10</i> Esquema del análisis granulométrico del agregado fino.....	47
<i>Tabla 11</i> Rango para módulo de finura del agregado fino (NTP 400.037).....	47
<i>Tabla 12</i> Límites granulométricos del agregado fino (NTP 400.037)	47
<i>Tabla 13</i> Esquema del análisis granulométrico del agregado grueso.	49
<i>Tabla 14</i> Límites granulométricos del agregado grueso (NTP 400.037).....	49
<i>Tabla 15</i> Boceto del contenido de humedad de los agregados.....	50
<i>Tabla 16</i> Densidad del agua a diferente temperatura (NTP 400.017).....	52
<i>Tabla 17</i> Boceto del volumen del molde de peso unitario.	52
<i>Tabla 18</i> Boceto del peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	52
<i>Tabla 19</i> Boceto de peso específico y absorción del agregado fino.....	54
<i>Tabla 20</i> Boceto del peso específico y absorción del agregado grueso.	55
<i>Tabla 21</i> Numero de esferas por gradación, NTP 400.019.2014.....	55
<i>Tabla 22</i> Gradación de las muestras de ensayo, NTP 400.019.2014.....	56
<i>Tabla 23</i> Formato de la resistencia a la abrasión.....	56
<i>Tabla 24</i> Resistencia a la compresión requerida según $f'c$ (ACI-211).....	58
<i>Tabla 25</i> Relación agua/cemento según $f'c$ (ACI-211).	58
<i>Tabla 26</i> Asentamiento recomendado según el tipo de construcción (ACI-211).	58
<i>Tabla 27</i> Elección del agua estimada de mezclado según el TMN y asentamiento (ACI-211).....	59
<i>Tabla 28</i> Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto (ACI-211). ..	59
<i>Tabla 29</i> Peso, porcentaje y volumen de los materiales de construcción.	60

Tabla 30 Formato de resultados de ensayo de compresión	62
Tabla 31 Formato de resultados del ensayo de sorptividad.....	64
Tabla 32 Caracterización del agregado fino.....	65
Tabla 33 Caracterización del agregado grueso	66
Tabla 34 Diseño de mezcla patrón:	67
Tabla 35 Diseño de mezcla con SikaCem Plastificante:.....	67
Tabla 36 Diseño de mezcla con Sika Acelerante Pe.....	67
Tabla 37 Diseño de mezcla con Sika Retarder PE:	67
Tabla 38 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos sin aditivos.....	69
Tabla 39 Absorción inicial y final para concretos sin aditivos	69
Tabla 40 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos con SikaCem plastificante.	70
Tabla 41 Absorción inicial y final para concretos con SikaCem plastificante.....	70
Tabla 42 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos con Sika Retarder PE.	71
Tabla 43 Absorción inicial y final para concretos con Sika Retarder PE.....	71
Tabla 44 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos con Sika Acelerante PE.	72
Tabla 45 Absorción inicial y final para concretos con Sika Acelerante PE.....	72
Tabla 46 Análisis de precio unitario por m ² con curador químico Curet Z.....	73
Tabla 47 Análisis de precio unitario por m ² con curador químico Per Kuret	73
Tabla 48 Análisis de precio unitario por m ² con curador químico MasterKure 220 WB.....	73
Tabla 49 Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, Variable Resistencia a 7 días.	88
Tabla 50 Prueba de Análisis de Varianza de la Resistencia a 7 días, en tipos de concreto.	89
Tabla 51 Post Análisis de Varianza de la Resistencia a 7 días, Método Tukey, en tipos de concreto.....	90
Tabla 52 Subconjuntos de los análisis post formados por el método tukey a 7 días.....	90
Tabla 53 Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk para la Resistencia a 28 días.....	91
Tabla 54 Análisis de Varianza de la Resistencia a 28 días, en tipos de concreto.....	92
Tabla 55 Post Análisis de Varianza de la Resistencia a 28 días, Método Tukey, en tipos de concreto.....	93
Tabla 56 Subconjuntos de los análisis post formados por el método tukey a 28 días.....	93
Tabla 57 Análisis de Varianza de la Sorptividad a los 21600 segundos, en tipos de concreto	94
Tabla 58 Post Análisis de Varianza de la Absorción Inicial, Método Tukey, en tipos de Concreto.....	95
Tabla 59 Subconjuntos de los análisis post formados por el método tukey a los 21600 segundos.....	96

Tabla 60	Promedio y desviación estándar de la absorción inicial (21600 segundos).....	96
Tabla 61	Análisis de Varianza de la Sorptividad a los 691200 segundos (7 días), en tipos de concreto... 	97
Tabla 62	Post Análisis de Varianza de la Absorción Final, Método Tukey, en tipos de concreto.....	98
Tabla 63	Subconjuntos de análisis post formados por método tukey a 691200 segundos (7 días)	99
Tabla 64	Promedio y desviación estándar de la absorción final (691200 segundos / 7 días).....	99
Tabla 65	Resumen de las especificaciones técnicas de cada curador.....	100
Tabla 66	Resumen de las especificaciones técnicas de cada aditivo para concreto.....	101
Tabla 67	Análisis granulométrico agregado fino	102
Tabla 68	Análisis granulométrico agregado grueso	103
Tabla 69	Medidas estadísticas para granulometría del agregado fino.....	104
Tabla 70	Medidas estadísticas para granulometría del agregado grueso.....	104
Tabla 71	Peso específico de agregado fino	105
Tabla 72	Medidas estadísticas del peso específico y absorción de lo agregado fino	105
Tabla 73	Peso específico de agregado grueso.....	106
Tabla 74	Medidas estadísticas del peso específico y absorción de lo agregado grueso.....	106
Tabla 75	Volumen del molde para peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	107
Tabla 76	Peso unitario suelto de los agregados.....	107
Tabla 77	Peso unitario compactado de los agregados.....	107
Tabla 78	Medidas estadísticas para peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	108
Tabla 79	Contenido de humedad agregado grueso.....	108
Tabla 80	Contenido de humedad agregado fino.....	108
Tabla 81	Medidas estadísticas del contenido de humedad de los agregados	108
Tabla 82	Composición química del agregado fino.....	109
Tabla 83	Composición química del agregado grueso	109
Tabla 84	Resistencia a la abrasión del agregado grueso.....	109
Tabla 85	Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino.....	110
Tabla 86	Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso	110
Tabla 87	Compresión de probetas a 7 días, curadas por inmersión.....	111
Tabla 88	Compresión de probetas a 7 días, curadas con Per Kuret.....	112
Tabla 89	Compresión de probetas a 7 días, curadas con Curet Z	113

Tabla 90	<i>Compresión de probetas a 7 días, curadas por MasterKure 220 WB.</i>	114
Tabla 91	<i>Compresión de probetas a 28 días, curadas por inmersión.</i>	115
Tabla 92	<i>Compresión de probetas a 28 días, curadas con Per Kuret.</i>	116
Tabla 93	<i>Compresión de probetas a 28 días, curadas con Curet Z.</i>	117
Tabla 94	<i>Compresión de probetas a 28 días, curadas con MasterKure 220.</i>	118
Tabla 95	<i>Sorptividad en concreto sin Aditivo curado en poza, m1.</i>	119
Tabla 96	<i>Sorptividad en concreto sin Aditivo curado en poza, m2</i>	120
Tabla 97	<i>Sorptividad en concreto sin Aditivo curado en poza, m3</i>	121
Tabla 98	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado en poza, m1.</i>	122
Tabla 99	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado en poza, m2.</i>	123
Tabla 100	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado en poza, m3.</i>	124
Tabla 101	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m1.</i>	125
Tabla 102	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m2.</i>	126
Tabla 103	<i>Sorptividad de concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m3.</i>	127
Tabla 104	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retardante PE curado en poza, m1.</i>	128
Tabla 105	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retardante PE curado en poza, m2.</i>	129
Tabla 106	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retardante PE curado en poza, m3.</i>	130
Tabla 107	<i>Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Curet Z, m1.</i>	131
Tabla 108	<i>Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Curet Z, m2</i>	132
Tabla 109	<i>Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Curet Z, m3</i>	133
Tabla 110	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante, curado con Curet Z, m1</i>	134
Tabla 111	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante, curado con Curet Z, m2</i>	135
Tabla 112	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante, curado con Curet Z, m3</i>	136
Tabla 113	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE, curado con Curet Z, m1.</i>	137
Tabla 114	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE, curado con Curet Z, m2</i>	138
Tabla 115	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE, curado con Curet Z, m3</i>	139
Tabla 116	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Curet Z, m1.</i>	140
Tabla 117	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Curet Z, m2</i>	141
Tabla 118	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Curet Z, m3</i>	142
Tabla 119	<i>Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m1.</i>	143

Tabla 120	<i>Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m2.....</i>	<i>144</i>
Tabla 121	<i>Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m3.....</i>	<i>145</i>
Tabla 122	<i>Sorptividad en concreto Sika Retarde PE curado con Per Kuret, m1</i>	<i>146</i>
Tabla 123	<i>Sorptividad en concreto Sika Retarde PE curado con Per Kuret, m2</i>	<i>147</i>
Tabla 124	<i>Sorptividad en concreto Sika Retarde PE curado con Per Kuret, m3</i>	<i>148</i>
Tabla 125	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con Per Kuret, m1</i>	<i>149</i>
Tabla 126	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con Per Kuret, m2</i>	<i>150</i>
Tabla 127	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con Per Kuret, m3</i>	<i>151</i>
Tabla 128	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Per Kuret, m1</i>	<i>152</i>
Tabla 129	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Per Kuret, m2.....</i>	<i>153</i>
Tabla 130	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Per Kuret, m3.....</i>	<i>154</i>
Tabla 131	<i>Sorptividad en concreto sin aditivo curado con MasterKure 220 WB, m1.....</i>	<i>155</i>
Tabla 132	<i>Sorptividad en concreto sin aditivo curado con MasterKure 220 WB, m2.....</i>	<i>156</i>
Tabla 133	<i>Sorptividad en concreto sin aditivo curado con MasterKure 220 WB, m3.....</i>	<i>157</i>
Tabla 134	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE curado con MasterKure 220 WB, m1</i>	<i>158</i>
Tabla 135	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE curado con MasterKure 220 WB, m2.....</i>	<i>159</i>
Tabla 136	<i>Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE curado con MasterKure 220 WB, m3.....</i>	<i>160</i>
Tabla 137	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con MasterKure 220 WB m1</i>	<i>161</i>
Tabla 138	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con MasterKure 220 WB m2</i>	<i>162</i>
Tabla 139	<i>Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con MasterKure 220 WB m3</i>	<i>163</i>
Tabla 140	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado MasterKure 220 WB m1</i>	<i>164</i>
Tabla 141	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado MasterKure 220 WB m2</i>	<i>165</i>
Tabla 142	<i>Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado MasterKure 220 WB m3</i>	<i>166</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: pbi global y pbi de la construcción (2015-2019). Fuente INEI.</i>	16
<i>Figura 2: Índice de consumo interno de cemento, fuente INEI.</i>	17
<i>Figura 3: Agua atrapada por los flóculos y luego liberada por la acción del aditivo, fuente AATH.</i>	26
<i>Figura 4: Tipos de asentamiento, fuente Asocreto.</i>	35
<i>Figura 5: Cuadro sinóptico de todo el procedimiento de Tesis.</i>	45
<i>Figura 6: Medidas de la probeta cilíndrica de concreto.</i>	61
<i>Figura 7: Resultados a compresión en concretos con aditivos a 7 días.</i>	68
<i>Figura 8: Resultados a compresión en concretos con aditivos a 28 días.</i>	68
<i>Figura 9: Curva granulométrica del agregado fino entre límites estándar.</i>	74
<i>Figura 10: Curva granulométrica del agregado grueso entre límites estándar.</i>	76
<i>Figura 11: Resistencia a compresión en (%) a los 7 días.</i>	77
<i>Figura 12: Resistencia a compresión en (%) a los 28 días.</i>	78
<i>Figura 13: Absorción inicial en concreto sin aditivos.</i>	79
<i>Figura 14: Absorción inicial en concreto con aditivo SikaCem Plastificante.</i>	79
<i>Figura 15: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Acelerante PE.</i>	80
<i>Figura 16: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Retarder PE.</i>	80
<i>Figura 17: Absorción final en concreto sin aditivo.</i>	81
<i>Figura 18: Absorción final en concreto con aditivo SikaCem Plastificante.</i>	81
<i>Figura 19: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Acelerante PE.</i>	82
<i>Figura 20: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Retarder PE.</i>	82
<i>Figura 21: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado en poza, m1.</i>	119
<i>Figura 22: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado en poza, m2.</i>	120
<i>Figura 23: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado en poza, m3.</i>	121
<i>Figura 24: Velocidad de absorción capilar en SikaCem plastificante, curado en poza m1.</i>	122
<i>Figura 25: Velocidad de absorción capilar en SikaCem plastificante, curado en poza m2.</i>	123
<i>Figura 26: Velocidad de absorción capilar en SikaCem plastificante, curado en poza m3.</i>	124
<i>Figura 27: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m1.</i>	125
<i>Figura 28: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m2.</i>	126
<i>Figura 29: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m3.</i>	127

Figura 30: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Retardante PE, curado en poza m1. .	128
Figura 31: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Retardante PE, curado en poza m2 ..	129
Figura 32: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Retardante PE, curado en poza m3 ..	130
Figura 33: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado con Curet Z, m1.	131
Figura 34: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado con Curet Z, m2	132
Figura 35: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado con Curet Z, m3	133
Figura 36: Velocidad de absorción capilar en concreto con Plastificante curado con Curet Z, m1	134
Figura 37: Velocidad de absorción capilar en concreto con Plastificante curado con Curet Z, m2	135
Figura 38: Velocidad de absorción capilar en concreto con Plastificante curado con Curet Z, m3.	136
Figura 39: Velocidad de absorción capilar en concreto con retardante, curado con Curet Z, m1	137
Figura 40: Velocidad de absorción capilar en concreto con retardante curado con Curet Z, m2	138
Figura 41: Velocidad de absorción capilar en concreto con retardante, curado con Curet Z, m3.	139
Figura 42: Velocidad de absorción capilar en concreto con acelerante curado con Curet Z, m1	140
Figura 43: Velocidad de absorción capilar en concreto con acelerante curado con Curet Z, m2	141
Figura 44: Velocidad de absorción capilar en concreto con acelerante curado con Curet Z, m3	142
Figura 45: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m1	143
Figura 46: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m2	144
Figura 47: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m3	145
Figura 48: Velocidad de absorción capilar en concreto con Retardante curado con Per Kuret, m1	146
Figura 49: Velocidad de absorción capilar en concreto con Retardante curado con Per Kuret, m2.....	147
Figura 50: Velocidad de absorción capilar en concreto con Retardante curado con Per Kuret, m3.....	148
Figura 51: Velocidad de absorción capilar concreto con plastificante curado con Per Kuret, m1.....	149
Figura 52: Velocidad de absorción capilar concreto con plastificante curado con Per Kuret, m2.....	150
Figura 53: Velocidad de absorción capilar concreto con plastificante curado con Per Kuret, m3.....	151
Figura 54: Velocidad de absorción capilar en concreto con Acelerante curado con Per Kuret, m1	152
Figura 55: Velocidad de absorción capilar en concreto con Acelerante curado con Per Kuret, m2	153
Figura 56: Velocidad de absorción capilar en concreto con Acelerante curado con Per Kuret, m3	154
Figura 57: Velocidad de absorción capilar en concreto curado con Masterkure 220 WB, m1	155
Figura 58: Velocidad de absorción capilar en concreto curado con Masterkure 220 WB, m2	156
Figura 59: Velocidad de absorción capilar en concreto curado con Masterkure 220 WB, m3	157

Figura 60: Velocidad de absorción capilar concreto con retardante, curado Masterkure 220 WB m1 ..	158
Figura 61: Velocidad de absorción capilar concreto con retardante, curado Masterkure 220 WB m2 ..	159
Figura 62: Velocidad de absorción capilar concreto con retardante, curado Masterkure 220 WB m3 ..	160
Figura 63: Velocidad de absorción capilar concreto con Plastificante curado Masterkure 220WB m1.	161
Figura 64: Velocidad de absorción capilar concreto con Plastificante curado Masterkure 220WB m2.	162
Figura 65: Velocidad de absorción capilar concreto con Plastificante curado Masterkure 220WB m3.	163
Figura 66: Velocidad de absorción capilar en Acelerante curado con Masterkure 220 WB m1.....	164
Figura 67: Velocidad de absorción capilar en Acelerante curado con Masterkure 220 WB m2.....	165
Figura 68: Velocidad de absorción capilar en Acelerante curado con Masterkure 220 WB m3.....	166
Figura 69: análisis granulométrico de los agregados.	167
Figura 70: Peso específico y absorción de los agregados	167
Figura 71: Ensayo de slump o asentamiento de concretos. (a) Concreto con retardante; (b) concreto sin aditivo; (c) concreto con plastificante; (d) concreto con acelerante	168
Figura 72: Probetas en poza de curado agua + cal.	169
Figura 73: Evaluación química de los agregados y agua con el multiparametro.....	169
Figura 74: Curadores químicos. (a) Per Kuret; (b) MasterKure 220 WB; (c) Curet Z.	170
Figura 75: Curado de probetas con aspersor manual.	171
Figura 76: Ensayo de resistencia a compresión.	171
Figura 77: Secado al horno de muestras para ensayo de sorptividad.....	172
Figura 78: Impermeabilización de muestras para ensayo de sorptividad.....	172

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1</i> Absorción.....	33
<i>Ecuación 2</i> Desviación estándar.....	40
<i>Ecuación 3</i> Porcentaje de humedad.....	50
<i>Ecuación 4</i> Volumen del molde.....	51
<i>Ecuación 5</i> Peso unitario suelto seco.....	51
<i>Ecuación 6</i> Peso unitario compactado seco.....	51
<i>Ecuación 7</i> Densidad específica seca.....	53
<i>Ecuación 8</i> Densidad saturada superficialmente seca.....	53
<i>Ecuación 9</i> Densidad Aparente.....	53
<i>Ecuación 10</i> Absorción (%).....	53
<i>Ecuación 11</i> Porcentaje de abrasión.....	56
<i>Ecuación 12</i> Durabilidad a los sulfatos.....	57

RESUMEN

Características de durabilidad, resistencia y economía, han puesto al concreto como unos de los materiales de mayor uso a nivel mundial, sin embargo, a pesar de la evidente importancia de este material, los procedimientos de fabricación, colocación y curado en algunos casos no son los adecuados, afectando de manera directa el comportamiento y calidad del concreto. Para evitar la producción de concretos de bajos calidad se requiere un alto grado de control durante el proceso, pasando por el mezclado y el vaciado, hasta la terminación del curado; es por ello que la investigación se centra en evaluar nuevos curadores Curet z, Per Kuret Y Masterkure HD 220 WB, sobre la resistencia a la compresión y sorptividad en concreto que presenta aditivos. La presente tesis se realizó en Trujillo, en la universidad Privada del Norte y en la Universidad Nacional de Trujillo, se determinó la influencia de los curadores en las propiedades mecánicas y físicas del concreto, para la realización de la tesis se utilizó un diseño experimental, el muestreo fue probabilístico con una población de 308 probetas, para el ensayo de resistencia a la compresión 256 probetas de $\varnothing 10 \times 20$ cm que se dividen en 4 grupos de 64 probetas para concretos sin aditivo, con plastificante, con retardante y acelerante, para sorptividad 48 probetas de $\varnothing 10 \times 5$ cm, la recolección de datos se realizó con la técnica de la observación, el instrumento utilizado fue la técnica de toma de apuntes, para analizar los datos se empleó la inferencia estadística, el problema es que el curado tradicional en obra no satisface las condiciones mínimas que el concreto necesita para desarrollar sus propiedades.

En cuanto a los resultados, la mayor resistencia lo obtuvo Masterkure 220 WB en concretos sin aditivos con 348 kg/cm^2 y con plastificante 403 kg/cm^2 ; Per kuret para concretos con retardante 375 kg/cm^2 y acelerantes con 356 kg/cm^2 ; para sorptividad se obtuvo como resultado que las probetas cilíndricas curadas por inmersión en agua, poseen menor absorción capilar, porque su curado permite generar mayor tiempo de hidratación al concreto, a diferencia de los curadores que al evaporarse el agua del concreto se genera una red de poros que permite una mayor absorción capilar. Se logró determinar la influencia de los curadores sobre la resistencia a la compresión y sorptividad del concreto, encontrándose que para efectos de compresión los curadores si satisfacen los requerimientos, pero para una permeabilidad del concreto se recomienda analizar el uso de impermeabilizantes.

Palabras clave: Concreto, Curadores, curado de concreto, resistencia a la compresión, sorptividad.

ABSTRACT

Characteristics of durability, resistance and economy have made concrete one of the most widely used materials in the world. However, in spite of the evident importance of this material, the manufacturing, placement and curing procedures in some cases are not adequate, directly affecting the behavior and quality of the concrete. In order to avoid the production of low quality concrete, a high degree of control is required during the process, from mixing and pouring, to the completion of the curing; that is why the research is focused on evaluating new Curet z, Per Kuret Y Masterkure HD 220 WB, on the compressive strength and sorptivity in concrete presenting additives. The present thesis was carried out in Trujillo, at the Universidad Privada del Norte and the Universidad Nacional de Trujillo. The influence of the curators on the mechanical and physical properties of concrete was determined. For the realization of the thesis an experimental design was used, the sampling was probabilistic with a population of 308 specimens, for the compressive strength test 256 specimens of $\varnothing 10 \times 20$ cm were used which are divided into 4 groups of 64 specimens for unmixed, plasticized, retarded and accelerated concrete, for the sorptivity 48 test tubes of $\varnothing 10 \times 5$ cm, the data collection was made with the observation technique, the instrument used was the note taking technique, to analyze the data the statistical inference was used, the problem is that the traditional curing in the work does not satisfy the minimum conditions that the concrete.

As for the results, the highest resistance was obtained with Masterkure 220 WB in concrete without additives with 348 kg/cm² and with plasticizer 403 kg/cm²; by kuret for concrete with retardant 375 kg/cm² and for accelerators with 356 kg/cm²; for the sorptivity it was obtained as a result that the cylindrical test tubes cured by immersion in water, have less capillary absorption, since its curing allows to generate more time of hydration to the concrete, unlike the cures that when the water evaporates from the concrete, a network of pores is generated that allows a greater capillary absorption. It was possible to determine the influence of the curators on the compressive strength and sorptivity of the concrete, finding that for compressive effects the curators do satisfy the requirements, but for a permeability of the concrete it is recommended to analyze the use of waterproofing.

Keywords: Concrete, Healers, concrete curing, compressive strength, sorptivity

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Uno de los estudios a nivel mundial en el sector de la construcción muestra que a largo plazo la productividad aumentara hasta en un 85% hasta el 2030, se estima un crecimiento de US\$7500 millones, propulsado principalmente por los países asiáticos y los Estados Unidos, estos equivalen al 57%, seguidos de los países de Europa. Dentro de este se estima que Reino Unido sería el mayor mercado de Europa. Generados por megaproyectos de infraestructura, pasando por encima de Alemania, llegando a convertirse en el sexto mercado más grande del mundo en el rubro de construcción (Pedrosa, 2016).

En marzo de 2019 la actividad constructora registró un crecimiento de 5.77% respecto al mismo mes del año anterior (Figura 1). El Producto Bruto Interno (PBI) de la construcción registra un crecimiento respecto al año anterior, e incluso por encima del PBI Global, que a su vez mostró un crecimiento de 3.19%. El sector registró este marzo primer mejor crecimiento de los últimos cinco años superando incluso el nivel de marzo 2016 (4.45%), pero con un nivel inferior a los años 2009, 2010, 2013, y 2012. En el periodo enero-marzo 2019, la actividad constructora alcanzó una tasa de crecimiento de 1.79%, ello representa el tercer mejor resultado de los últimos cinco años, con un alza respecto al 2018 (4.89%). Se destaca el hecho que el incremento del PBI construcción ha sido ligeramente menor que el del PBI global. (Cámara Peruana De La Construcción, 2019)

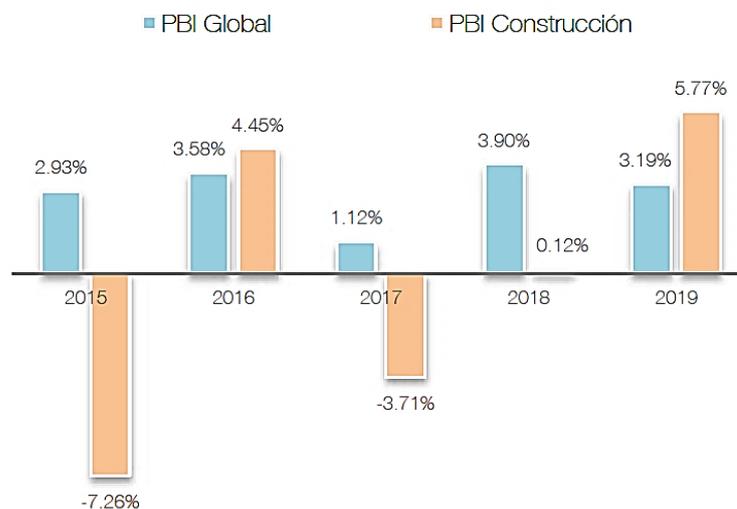


Figura 1: pbi global y pbi de la construcción (2015-2019). Fuente INEI.

El crecimiento del (PBI) del sector construcción habría mantenido la curva ascendente en junio. Esto debido a que el consumo de cemento, el principal indicador de esta actividad económica reportó cifras positivas en dicho mes. En su Informe técnico avance coyuntural de la actividad económica, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que el consumo interno de cemento se incrementó en 4,32% en el sexto mes del 2019 (Figura 2). El aumento del consumo interno de cemento, que comprende el despacho local e importación, El cálculo del

Consumo Nacional de Cemento toma en cuenta las importaciones ajustadas de pequeñas empresas y los despachos nacionales. Estos últimos sumaron 906,000 toneladas en el sexto mes del presente año, lo que refleja una tasa de crecimiento de 4% en relación con el mismo mes del año anterior, en que los despachos nacionales concentraron 871,000 toneladas en los últimos 12 meses (Gestión, 2019).

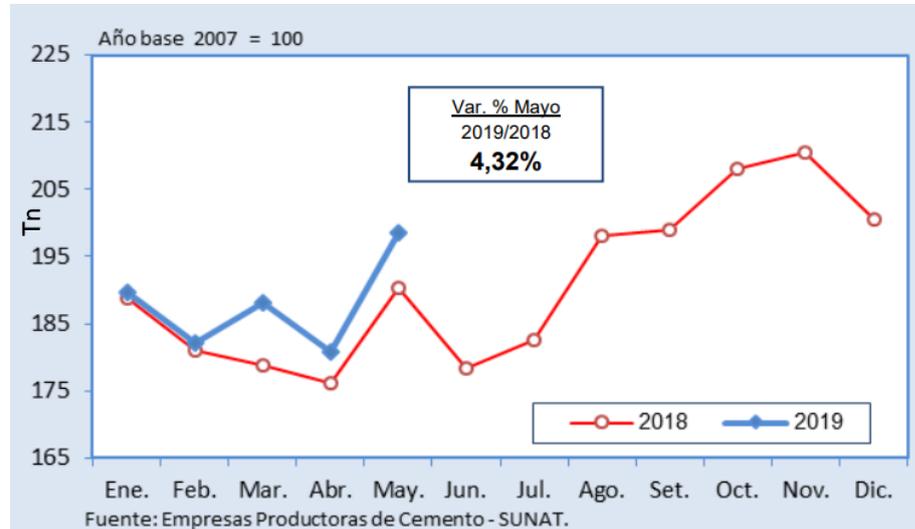


Figura 2: Índice de consumo interno de cemento, fuente INEI.

El concreto es el material más utilizado en el mundo y contribuye beneficios a la sociedad, tan importantes que, sin él muchas de las cosas que vemos cotidianamente, no existirían. Como, por ejemplo, los colegios, hospitales, edificios, puentes, túneles, sistemas de alcantarillado, aceras, pavimentos, departamentos, presas, etc. (Asociación de Productores de Cemento, 2015).

Características de durabilidad, resistencia y economía, han puesto al concreto como unos de los materiales de mayor uso a nivel mundial. Se puede decir que todas las características ya mencionadas del concreto y las formas que existen de mejorarlo o modificarlo dependiendo del tipo de construcción que se necesita adaptándose a la mayoría de las edificaciones lo hacen el material preferido de los ingenieros y constructores para llevar a cabo su trabajo con una gran calidad y seguridad (Pérez & Anguiano, 2013).

Sin embargo, a pesar de la evidente importancia de este material, los procedimientos de elaboración, colocación o curado en algunos casos no son los adecuados, afectando de manera directa el comportamiento y calidad del concreto. Los factores que afectan dicha calidad se pueden dividir en Materiales, Mano de Obra, Métodos, Maquinaria y Medio ambiente Moscoso et al. (2018). Para evitar la producción de concretos de bajos estándares se requiere un alto grado de supervisión y control por parte de profesionales durante todo el proceso, desde el proporcionamiento en peso de los componentes, pasando por el mezclado y el vaciado, hasta la terminación del curado (García, 2012).

El curado adecuado del concreto es esencial para obtener las propiedades estructurales deseadas y de durabilidad del concreto. Aun cuando se coloque un concreto de buena calidad en la obra, el curado es necesario para garantizar que el concreto proporcione una larga vida útil a la estructura. Un buen concreto puede arruinarse por la falta de procedimientos adecuados de

curado, cuyas prácticas actuales se basan en resultados de investigaciones relacionadas con la generación de resistencia de los concretos convencionales.

Es importante que el proceso de curado se realice inmediatamente después de haber culminado las operaciones de acabado y la superficie del concreto haya perdido el brillo del agua. Si no se procede de esta manera, se corre el riesgo de que el secado pueda eliminar el agua necesaria para que se dé la reacción química llamada hidratación, de modo que el concreto no podrá alcanzar sus propiedades potenciales. Además, es importante considerar que el concreto alcanza un porcentaje significativo de su resistencia a los siete días de vaciada la mezcla. Digamos que se usó un cemento de tipo I, su resistencia en ese tiempo llegará aproximadamente al 70 % de la resistencia a la compresión ($f'c$) requerido o señalado. La resistencia adicional para llegar al 100% está relacionada a la humedad que se le proporcione al concreto para hidratar el material cementante faltante, es por eso que la superficie debe mantenerse húmeda (Concremax, 2015).

El concreto posee diferentes métodos de curado. Este artículo explica el curado con aplicación de agua y el curado con el uso de materiales selladores. El primer método implica el uso de agua y materiales humectados que se ponen en contacto directo con la superficie del concreto, y el segundo método es con el uso de materiales selladores que se aplican sobre la superficie del concreto y el uso de materiales impermeables como protección.

Curado por inmersión, es el procedimiento ideal para mantener el concreto saturado, o tan saturado como sea posible, con el fin de garantizar una correcta hidratación de los materiales cementantes, es la inundación (inmersión) total de la pieza terminada de concreto en agua. Sin embargo, por razones de espacio y manejo de los elementos, no es muy utilizada (Silva, 2015). Si no se efectúa el correspondiente proceso de curado, se corre el riesgo de perder hasta un 30% de la resistencia por un secado prematuro y deficiente del concreto, lo que dará como resultado un material de pésima calidad. Para evitar este último resultado con nuestro concreto, debemos al menos realizar un curado adecuado de la superficie del concreto durante siete días y en casos en que se requiera mayor cuidado unos quince días. (Concremax, 2015).

Membranas de curado, los componentes líquidos formadores de membranas de curado a base de parafinas, resinas, caucho clorado y solventes de alta volatilidad a temperatura normal se pueden usar para retardar o reducir la evaporación de la humedad del concreto. Son adecuados para proteger el concreto fresco una vez se ha evaporado el agua de exudación, para prolongar el autocurado o también después del curado húmedo inicial. Se pueden aplicar con atomizador manual o con rociador mecánico, generalmente a una presión manométrica entre 5 y 7 kg/cm^2 (Silva, 2015).

Hoy en día los aditivos han perdido, en gran parte, su carácter de productos misteriosos con los que se consiguen transformaciones espectaculares; han pasado a ser un componente necesario, en muchos casos, en la fabricación del concreto, habiendo contribuido eficazmente al desarrollo de la industria (Gaspar, 1984).

Desde hace unos años los aditivos se emplean con mayor frecuencia en la elaboración de morteros y concretos para garantizar la calidad, con respecto a las necesidades del proyecto.

Entendiéndose que no usamos aditivos para el cemento sino para permitir la transformación o modificación de ciertas características o propiedades de un producto acabado, que en la mayoría de casos es el concreto seguido de los morteros. (Rivera, 2013).

Existen gran cantidad de aditivos para el concreto entre ellos tenemos los aditivos plastificantes, retardantes y plastificantes.

Un aditivo retardante, es aquel que alarga el tiempo de fraguado, es decir, nos que permite disponer de un período de plasticidad mayor que facilita el proceso constructivo. Al uso de retardadores, en general, lo acompaña alguna reducción en la resistencia, principalmente en los primeros días, mientras que los efectos de estas sustancias en las demás propiedades del concreto, como la contracción, pueden no ser previsible (Rivera, 2013).

De otra manera los aditivos acelerantes nos permiten acelerar el tiempo de fraguado en morteros y concretos, otra de sus funciones son la de ofrecer resistencias iniciales y finales elevadas. Una dosificación recomendada de los acelerantes varía entre el 1.5% y 5% de la masa del cemento. Con los aditivos acelerantes obtenemos las siguientes ventajas: a) Mayores resistencia a menor tiempo. b) Mejora las características de terminado. c) Disminuimos agrietamientos. d) menor tiempo para que el concreto empiece su función estructural (Rivera, 2013).

Un plastificante hace que la pasta de cemento se vuelva más "líquida", fluya más rápido. Lo logra recubriendo las partículas de cemento y provocando una repulsión entre estas. Cuando las partículas se repelen entre sí, existe menos resistencia al flujo del conjunto (menos fricción), tiene lugar además una eliminación de microfloculos, lo que permite la liberación y mejor distribución del agua. De esta forma la pasta de cemento fluye más y por ende el concreto también lo hace (Abanto, 2016).

La falta de control de calidad y supervisión al momento de elaborarse el concreto con los aditivos mencionados, hace que este no llega a su resistencia requerida. La baja resistencia a la compresión del concreto es uno de los problemas más frecuentes en la construcción, puesto que, si la resistencia no llega a las cantidades admisibles o permitidas, la estructura correría un gran riesgo ante cualquier eventualidad o fenómeno de la naturaleza. (Chacón, 2014).

Es por ello que la investigación a realizar en la presente tesis se centra en evaluar nuevos curadores Curet Z, Per Kuret Y MasterKure HD 220 WB, sobre la resistencia a la compresión y sorptividad en concreto que presenta aditivos: tipo A (plastificantes), tipo B (retardantes) y tipo C (acelerante).

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye los tipos de curadores como Curet Z, Per Kuret y MasterKure 220 WB, en concretos con plastificante, retardante y acelerante sobre la resistencia a la compresión y sorptividad, Trujillo 2020?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la influencia de los tipos de curadores de la marca Curet Z, Per Kuret y MasterKure 220 WB en concretos con plastificante, retardante y acelerante; sobre la resistencia a la compresión y sorptividad, Trujillo 2020

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar la resistencia a la compresión del concreto mediante la NTP 339.034,2015 en testigos cilíndricos curados por inmersión en agua y curados con aditivos químicos a edades de 7 y 28 días.
- Determinar la sorptividad del concreto mediante la ASTM C1585, en testigos cilíndricos curados por inmersión en agua y curados con aditivos químicos.
- Analizar y evaluar los resultados con el fin de determinar los tipos de curadores de mayor eficiencia en calidad y costo-beneficio.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El curado por aspersion usando aditivo químico curador incrementará la resistencia a la compresión del concreto deseado en los elementos estructurales, disminuirá la sorptividad en comparación con un concreto curado por inmersión en agua.

1.5. Justificación

Esta investigación se basa en la necesidad de obtener nueva información sobre las características que ofrecen 3 nuevos curadores en el mercado peruano, así mismo es conocido que hoy en día los requerimientos en las características del concreto son más comunes, al tener una gran cantidad de acero solicitamos un concreto con plastificante para que la mezcla sea fluida, al estar en climas con altas y bajas temperaturas solicitamos retardante y acelerante. Por ello se tiene como objetivo principal, realizar una comparación entre estos curadores químicos de concreto, en la cual se evaluará el comportamiento de cada uno de estos mediante el ensayo de resistencia a la compresión sobre concreto con aditivo plastificante, retardante y acelerante. A su vez se conoce que la zona de la costa se vio afectada por fuertes lluvias en el niño costero por ello se investiga si estos curadores químicos permiten impermeabilizar el concreto en comparación al curado por inmersión, esto se determinó mediante el ensayo de sorptividad.

Con respecto a la resistencia a compresión mínima del concreto estructural el Reglamento nacional de edificaciones (RNE), en el capítulo 9 establece 17 MPa (175 kg/cm²), Por lo general el diseño estructural se realiza con 210 kg/cm², por ser un concreto de buen comportamiento y económico, es por ello que en esta investigación trabajamos con esta resistencia. Para ello se utilizó un cemento Portland Tipo I, por lo que es un cemento de uso general en la construcción, una de sus cualidades es que genera menos emisiones de CO₂ debido a que en su composición presenta hasta 30% de materias calizas y/o inertes lo cual hace que se reduzca la producción de Clinker en su fabricación, contribuyendo al medio ambiente. Se utilizó un agregado grueso de un tamaño máximo nominal (TMN) de ½", ofreciendo facilidades para la conformación de las probetas realizadas en moldes de 10cm x 20cm. La trascendencia de esta investigación radica en hacer de conocimiento público las características y comportamiento de los curadores químicos en concretos con aditivos plastificante, retardantes y acelerantes, de esta forma saber a qué curador químico recurrir cuando se tenga una necesidad específica.

1.6. ANTECEDENTES

Horna, (2018) "INFLUENCIA DE LOS CURADORES, TIEMPO DE CURADO Y NÚMERO DE CAPAS EN LA SUPERFICIE DEL CONCRETO SOBRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, TRUJILLO 2018", Universidad Privada del Norte, evalúa la influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión, se elaboró 192 probetas cilíndricas de concreto de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, los cuales fueron ensayados a 3, 7, 14 y 28 días de curado, donde se toman en cuenta los tipos de curado a evaluar: curado por inmersión continua en agua + cal; curado por aspersion (tipo obra); curado con curador químico y expuesto a medio ambiente, se realizó el ensayo de resistencia a compresión. Se recopiló datos a los 28 días, curado con Eucocure tuvo un valor de 251 kg/cm², curado con Sika Antisol S logro un porcentaje de 255 kg/cm², el curador Z membrana blanco alcanzo un valor de 288 kg/cm², el curador Membranil reforzado obtuvo un valor de 297 kg/cm², superando estos 2 últimos curadores químicos al curado patrón, también se aplicó un curado tipo obra el cual arrojó un porcentaje de 270 kg/cm² y por último el método sin curado obtuvo un valor de 215 kg/cm². Concluyendo que el mejor resultado lo tuvo el curado con curador Membranil reforzado de la marca Chema y el valor más bajo con el método sin curar.

Este estudio cooperará con la implementación del número de capas que se le puede aplicar a la superficie del concreto, recomendando como optimo la aplicación de una capa para los curadores químicos, de mencionarse el número de capas en las especificaciones se asumirá ese como óptimo.

Aguilar, (2019) "INFLUENCIA DEL CURADO DEL CONCRETO CON ADITIVOS QUIMICOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DE MEZCLAS DE CONCRETO CONVENCIONAL, TRUJILLO 2019", Universidad Privada del Norte, determina la influencia de los aditivos químicos curadores de la marca Sika Antisol S, Super Curador Chema y Per Kurevista con un curado por inmersión en agua en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto convencional, se elaboró 76 probetas cilíndricas de $f'c=210$ kg/cm², 19 probetas curadas con el Super Curador Chema, 19 con Sika Antisol S, 19 con Per Kurevista y 19 se realizó por curado por inmersión en agua ensayadas a los 3; 7 y 28 días de curado. Los ensayos a compresión de las muestras para determinar el curado por inmersión sobre curado con aditivo, y así observar la influencia del curado en la resistencia del concreto para cada edad; los testigos cilíndricos que estuvo inmersos en agua tienen menos absorción capilar, a diferencia de los curadores químicos. se determinó que a los 28 días las probetas que estuvieron inmersas en agua tienen una mejor resistencia y menos absorción capilar, debido a que, al estar en todo momento en contacto con el agua su curado es constante y evita el ingreso de humedad.

Este estudio genera aportes a esta investigación con el desarrollo de los ensayos en laboratorio de las propiedades físicas y mecánicas en los tipos de concreto, el cual servirá de base para describir mejor el procedimiento de cada ensayo a ejecutar, teniendo en cuenta las recomendaciones brindadas en esta investigación. Además, contribuirá con el tiempo y forma de ejecución del ensayo de sorptividad, siendo a los 7 días.

Duran, (2018) "ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ APLICADO A CONDICIONES SIMULADAS DE CURADO EN OBRA, EN LA CIUDAD DE AREQUIPA, CON CEMENTO PORTLAND TIPO IP, AREQUIPA – PERÚ", Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, determina cuál de las formas de curado aplicadas en situaciones reales de obra, es la más adecuada y garantiza alcanzar las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido, a través de especímenes de columna, de dimensiones $0.15 \times 0.15 \times 0.50 \text{ m}$; donde se utilizó el cemento Yura tipo IP, agregado grueso de tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$ ", agregado fino con módulo de finura de 2.63 para un diseño de mezcla según ACI-211, con $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con relación agua/cemento corregida de 0.58, se recopilaron datos de resistencia a compresión dando como valor de 263 kg/cm^2 al curado por inmersión en agua; curado con membrana de yute tuvo un valor de 255 kg/cm^2 , por aspersión logro un valor de 249 kg/cm^2 , el curador químico alcanzo un valor de 237 kg/cm^2 y por último el método sin curado obtuvo un valor de 247 kg/cm^2 . Concluyendo que el mejor resultado lo tuvo el curado con membrana de yute y con el valor más bajo con la aplicación del curador químico, cabe resaltar que este último cumple con el diseño hecho a pesar de su valor y que por encima de todos los métodos de curado el de inmersión en agua supera a todos.

El aporte que brinda esta investigación es la de incursionar en otros métodos de curado como la aplicación del curador químico, siendo esta una buena opción para reemplazar el curado tradicional por presentar ahorro en costo y tiempo.

Bresolin, (2016) "INFLUENCIA DE LAS TÉCNICAS DE CURADO SOBRE LA RESISTENCIA AL HORMIGÓN Y EL ANÁLISIS DE LA INCORPORACIÓN DE CAL HIDRATADA EN LA TÉCNICA DE CURACIÓN PERIÓDICA POR ASPERSIÓN DEL AGUA, LAJEADO-BRAZIL", Centro Universitario UNIVATES, el objetivo principal de este trabajo es analizar los diferentes procesos de curado empleados en las obras civiles y su influencia en la resistencia final del hormigón. Se elaboró 36 muestras que se dividen en 2 grupos, el primero curado durante 7 días y el segundo durante 28 días, y estos se dividen en 5 subgrupos, dos de los cuales son de referencia para el curado en cámara húmeda y sumergidos en agua saturada de cal hidratada. El tercer grupo se curará por aire y los dos últimos se curarán por pulverización periódica de agua y cal hidratada disuelta en agua, el último recibirá aplicaciones en diferentes momentos, siendo 1, 2 y 3 aplicaciones por día. el curado en ambientes sumergidos es ideal para el desarrollo de resistencia, que alcanzó el nivel de 14 MPa. Si no se realiza ningún tipo de curado, es decir, curado por aire, resultó ser extremadamente insuficiente, girando alrededor de 10 MPa. Por lo tanto, durante un período de 21 días, el curado al aire desarrolló solo 2 MPa mientras que el curado sumergido desarrolló 5 a 6 MPa durante el mismo período al aire desarrolló solo 2 MPa mientras que el curado sumergido desarrolló 5 a 6 MPa durante el mismo período. Se sugiere, a partir de esta investigación, la continuidad del uso de la técnica de curado por pulverización periódica de agua, pero durante un período más prolongado, alcanzando edades cercanas a los 28 días para garantizar el correcto desarrollo de la resistencia a la compresión del hormigón, y junto con esto también evita las patologías resultantes de la pérdida de agua. Este estudio contribuirá con el curado por inmersión estableciéndola para nuestro estudio como el curado patrón para los 7 y 28 días, con añadidura de cal, en nuestro caso usaremos 3 gr por litro de agua.

Corrales, (2015) "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DESARROLLADA EN EL CONCRETO AL SER CURADO CON COMPUESTOS LÍQUIDOS FORMADORES DE MEMBRANA, COSTA RICA - 2015", Universidad de Costa Rica, Analiza la eficacia en términos de la resistencia desarrollada en el concreto al ser curado con compuestos líquidos formadores de membrana. Con la misma medida de hormigón, se fabricarán seis núcleos para la extracción de núcleos, con un área de 100 x 100 cm y un espesor de 25 cm. Estos se curarán de varias maneras, tres de ellos con la aplicación de una membrana de curado diferente, un curado con remojo, una aplicación de agua tres veces al día (durante 14 días) y el último no se aplicará a ningún método de curado. Se pretende probar los cilindros a los 7, 14, 28, 56 y 90 días, tres por día, para un total de 15 por método de curado y un total de 90 muestras. Los resultados de los tratamientos de curado, solo le permitieron a una zona del concreto, acelerar las tasas de desarrollo de resistencia, pero posteriormente, cuando los tratamientos pierden efecto, la resistencia a la compresión del concreto tiende a igualarse independientemente del curado empleado. Concluyendo que una membrana de curado de calidad comprobada puede llegar a igualar la eficacia de métodos comunes como lo es el riego periódico durante los primeros 14 días, sin embargo, ninguno de estos dos métodos es realmente eficaz, debido a que no le permite al concreto desarrollar la resistencia de diseño $f'c$, en la zona susceptible a la pérdida de humedad.

Esta investigación colabora con conocimientos de los procesos de curado con compuestos químicos formadores de membrana y la técnica de curado por aspersión en agua, en la presente investigación se compara los curadores de membrana en función a un curado por inmersión adicionando cal a 3 gr por cada 1000 ml de agua.

Bolaños, (2011) "COMPARACIÓN ENTRE CONCRETOS CURADOS CON COMPUESTOS FORMADORES DE MEMBRANA Y CON UN PRODUCTO ELABORADO CON NANOTECNOLOGÍA EN RELACIÓN CON LA RETENCIÓN DE AGUA Y LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN, BOGOTA-2011", Universidad Nacional de Colombia, evalúa la calidad del curado, mediante mediciones de la resistencia a la compresión y de la cantidad de agua evaporada, para concretos con $f'c = 28\text{MPa}$ y relación A/C de 0,55 curados con: dos tipos de compuesto curador, un producto de nueva tecnología y sin curado. Sobre un concreto de relación A/C de 0.55, y $f'c$ de 28MPa se realizaron 4 tipos de curado: dos con productos del mercado nacional, un producto de nueva tecnología y sin ningún tratamiento. A cada probeta se le midió la efectividad mediante la cantidad de agua evaporada, es decir la pérdida de peso en el tiempo (primeras 36 horas) por unidad de superficie y en cilindros se midió la resistencia a compresión a 14, 28 y 56 días. Los resultados demuestran que para los dos ensayos realizados las muestras con mayor cantidad de agua evaporada y menor resistencia a la compresión la presentaron las probetas y cilindros que no tuvieron ningún tratamiento con 315 kg/cm². El sistema más efectivo para la medición de la cantidad de agua evaporada lo presentó el Zycosil (producto de nueva tecnología) con 259 kg/cm², seguido por el compuesto curador Eucocurador con 236 kg/cm². Sin embargo, cuando se realizó el ensayo de resistencia a compresión y se fallaron los cilindros a los 56 días, no se observa gran diferencia entre los tres tipos de curado. Como conclusión cuando los concretos se dejan curar al aire, pierden

agua rápidamente y la resistencia a la compresión se alcanza de una forma muy lenta, mientras que si se curan con algún producto mejoran el comportamiento ante agrietamiento, la resistencia, y permeabilidad de los elementos. Esta investigación coopera con información para evaluar las probetas patrones con el curador químico y con un curado a medio ambiente para así demostrar que esta práctica es necesaria para alcanzar un concreto de calidad, y una exposición a ambiente no llega a satisfacer las necesidades de cada proyecto.

1.7 BASES TEÓRICAS

Concreto

El concreto es una mezcla artificial compuesta, que consiste en un medio ligante (pegamento) denominado pasta (mezcla del agua con el cemento), dentro del cual se encuentran embebidas partículas (agregados) de diferentes tamaños (Servicio nacional de capacitación para la Industria de la Construcción Sencico, 2014).

Se denomina concreto a la unión de cemento, arena gruesa, piedra, agua y en algunos casos aditivos, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se estime en los planos de estructuras. Frecuentemente la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos (Aceros Arequipa, 2017).

Tipos de concreto

Concreto Simple

Mezcla compuesta por agregado fino, agregado grueso, cemento portland que al unirse con agua forman una masa compacta. En esta mezcla lo normal es que el agregado grueso deberá estar envuelto en su totalidad por la pasta del cemento, mientras el agregado fino llenará los espacios que se formen entre el agregado grueso y a su vez estar envuelto por la misma pasta (Abanto, 2009).

Es aquel que a los 28 días tiene una resistencia a la compresión de 175 kg/cm² y una masa unitaria menor de 1850 kg/m³. Las propiedades que influyen en la elaboración de un concreto ligero son: masa unitaria, absorción, forma, textura y densidad aparente. Con este concreto se tiene la ventaja de utilizar menos refuerzo, puesto que la masa propia de la estructura es menor, aunque puede suceder que el costo del agregado ligero sea muy alto y encarezca el hormigón (Rivera, 2013).

Concreto Armado

El concreto armado es la combinación del concreto y el acero en armadura para que unidos formen un sistema de construcción. La colocación de las armaduras depende de la ubicación de la zona de tracción, es decir del lugar donde las vigas, columnas, o demás elementos se flexionarán; así como los cimientos. El principal material que componen este tipo de estructura es el acero y concreto.

El concreto armado se usa para vaciar las columnas y techos. La proporción recomendable para lograr una resistencia adecuada para una casa de 2 ó 3 pisos es de 1 volumen de cemento por 3 volúmenes de arena gruesa y 3 volúmenes de piedra chancada. La cantidad de agua varía dependiendo del estado de humedad en que se encuentre la arena y la piedra. Si están totalmente

secas, para una bolsa de cemento se necesitará 40 litros de agua. Pero si la piedra y la arena están totalmente mojadas, bastará con unos 20 litros (Aceros Arequipa, 2010).

Aditivos

Aditivo es una composición química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto, y se agrega conglomerado antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o varias de sus propiedades físicas, de tal forma que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor (Rivera, 2013)

Según Asocreto (2010) afirma: “Los aditivos son ingredientes del concreto o mortero que además del agua, agregados, cemento hidráulico y en algunos casos fibra de refuerzo, son adicionados a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”.

TIPOS

TIPO A - PLASTIFICANTE:

Son aditivos que permiten, una reducción de la cantidad de agua para igual trabajabilidad, o un aumento de la manejabilidad para igual proporción de agua, es decir, provoca la dispersión de las partículas de cemento, agrupadas en flóculos comúnmente en una mezcla sin aditivos. Esos aditivos mejoran la aptitud a la deformación de los morteros y hormigones frescos bajo el efecto de un medio de compactación dado; una de sus funciones es aumentar la trabajabilidad del concreto fresco, y/o disminuir la cantidad de agua empleada para un asentamiento requerido (Rivera, 2013)

Las consecuencias del menor consumo de agua son: menor segregación de los agregados, mayor resistencia mecánica y menor porosidad lo que significa menor permeabilidad y mayor resistencia a la penetración de químicos. Dosis altas de plastificante pueden causar incrementos considerables en la contracción por secado (Asocreto, 2010).

Cuando el cemento se pone en contacto con un líquido polar que puede ser agua, este aglomerante comienza a espesar, a esta tendencia llamamos flocular, como se observa en la Figura 3. En este momento dentro de los fóculos de cemento quedan atrapadas moléculas de agua, estas ya no estarán disponibles para fluir la mezcla.

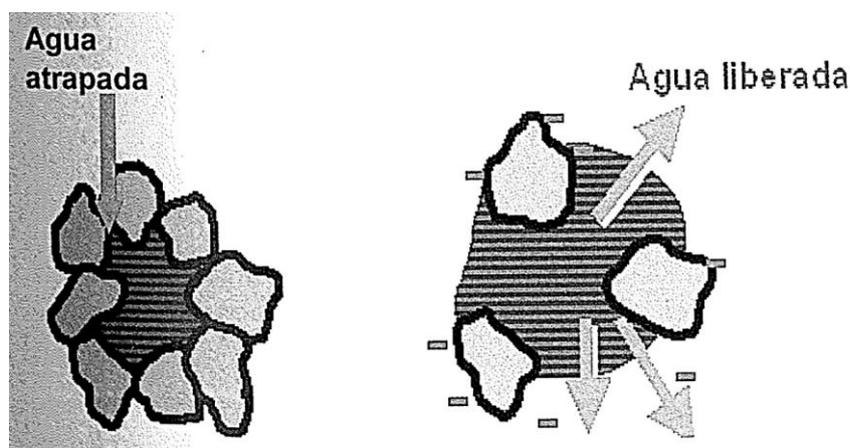


Figura 3: Agua atrapada por los flóculos y luego liberada por la acción del aditivo, fuente AATH.

Los aditivos plastificantes pueden dispersar, reducir y hasta eliminar los flóculos de cemento, generando que el agua lubrique adecuadamente toda la mezcla. Estos productos generalmente están formados por grupos de carboxilatos (jabón) o sulfonatos (detergente) (Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 2012).

Algunas ventajas que se obtiene con los aditivos plastificante son:

- Económica al reducir la cantidad de cemento.
- Mejor plasticidad en los procesos constructivos, al ser más fácil de colocar y compactar, produciendo una disminución de tiempo y de horas hombres.
- Permite trabajar con mezclas fluidas que presenten asentamientos mayores con el beneficio de tener la misma relación Agua/cemento.
- Posibilidad de bombear mezclas a mayores distancias sin tener inconvenientes de atoros.

Usos

La disminución del agua, que tiene por objeto incrementar la resistencia del concreto sin aumentar el contenido del cemento, disminuir la porosidad de la pasta de tal forma que disminuya la permeabilidad; la consistencia del concreto será la misma que la del concreto sin aditivo a pesar de la disminución del agua.

Cuando se enfrentan casos en que la mezcla contiene cemento en exceso para garantizar las resistencias debidas, con utilizar el aditivo tenemos una reducción de la cantidad de cemento requerido acompañado de una reducción en la cantidad de agua necesaria para la mezcla, debido a la disminución de la relación agua/cemento.

TIPO B - RETARDADOR:

Es aquel que demora el fraguado del hormigón. Son aditivos que aumentan el tiempo de fraguado, es decir la mezcla permanece fluida más tiempo. Al uso de retardadores, en general, lo acompaña alguna disminución en la resistencia, principalmente en los primeros días, mientras que los efectos de estas sustancias en las demás propiedades del concreto, como la contracción, pueden no ser previsibles (Rivera, 2013).

Es utilizado en caso de concreto masivo, no solo para garantizar una mejor distribución de calor a través del tiempo, sino que permite evitar las juntas frías entre cada capa de concreto, se dividen en 3 grupos:

- Lignosulfonatos: con porcentajes más o menos importantes de azúcares.
- Ácidos y sales de ácidos hidrocarboxilados: que funcionan como reductores de agua.
- Hidratos de carbono: son los azúcares y compuestos derivados (glucosa, sacarosa, almidón y celulosa).

Los grupos tienen propiedades plastificantes además de retardadoras. Por lo cual es complicado encontrar un aditivo de este tipo que no sea, al mismo tiempo, reductor de agua (Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 2012).

Tiene como función principal aumentar el tiempo de endurecimiento normal del concreto, con mira a disponer de un periodo de plasticidad mayor que facilite el trabajo (Pasquel, 1998)

Usos

Según Asocreto (2010) afirma: que los aditivos retardantes con utilizados para evitar el rápido endurecimiento del concreto debido a altas temperaturas en la zona, superiores a 30°C, de igual manera da la trabajabilidad al concreto por más tiempo, esto ayuda a evitar juntas frías o alguna discontinuidad que puede producirse en obra.

Sobre el uso Pasquel (1998) afirma:

- se usa en vaciados de poco acceso, donde el empleo de mezclas normales ocasionaría juntas frías.
- Permite que el concreto pueda ser transportado a grandes distancias, como en mixer.
- En climas cálidos a calurosos, donde las mezclas convencionales endurecen muy pronto.
- Donde se necesite bombear el concreto y así prevenir atascos.
- Mantener el concreto plástico en caso de emergencias que obliguen a detener los vaciados.

TIPO C - ACELERANTE:

Aditivo por el cual se acelera el tiempo de endurecimiento y aumenta la resistencia a menor edad del concreto (Rivera, 2013).

Los acelerantes son materiales que se adicionan al concreto con el propósito de reducir el tiempo de fraguado y acelerar el desarrollo de resistencias a edades tempranas (Asocreto, 2010).

Es necesario determinar si el producto usado es modificador del fraguado o de resistencia del concreto, esto está supeditado a cuál es el componente del cemento sobre el que actúa primordialmente: en caso trabaje sobre el C_3S será un modificador de resistencia, por otro lado, si actúa sobre el C_3A intervendrá en la velocidad de endurecimiento, fraguando la mezcla (AATH, 2012).

Según Pasquel (1998) afirma: “Aditivos que minoran el tiempo de endurecimiento de la `pasta cementante y/o incrementan el tiempo de desarrollo en resistencia”. Proporcionan algunas ventajas como:

- Desmoldar en un tiempo menor.
- Se acorta el tiempo en el que se puede dar acabado.
- Se reduce el tiempo de curado.
- Con respectiva aprobación de especialista se puede dar puesta en servicio a la estructura en menor tiempo.
- Contrarrestar las temperaturas frías para clima de temperatura baja, generando un mayor calor de hidratación, aumentando la temperatura en el concreto, de igual manera la resistencia a compresión.

Usos

Según Asocreto (2010) menciona: que se utiliza cuando se necesita desencofrar rápido, dar al servicio una estructura en corto tiempo, cuando debido al clima es necesario disminuir el tiempo normal de curado o cuando la temperatura es demasiado baja para estimular la reacción de hidratación del cemento y liberar calor.

Sobre el uso de los acelerantes Rivera (2013) afirma: que se desarrolla las resistencias más rápidamente; mejora de las características del producto terminado; disminución de grietas; cumplimiento de su función estructural en menor tiempo.

Importancia

Los aditivos son de mucha importancia en nuestro medio su empleo radica en que permite hacer modificaciones al concreto o mortero según las necesidades de cada proyecto, para ello se manipula en su estado fresco, en el mismo tiempo de endurecimiento, logrando un concreto conforme al trabajo o exigencia dada y que se establezcan los criterios de calidad exigidos en las especificaciones técnicas (Asocreto, 2010).

Curado del Concreto

El curado es el proceso por el cual se mantiene húmedo el concreto con la finalidad de permitir la hidratación del cemento. El concreto al secarse de manera rápida produce rajaduras superficiales que le impiden alcanzar su resistencia. A los 7 días de elaborado el concreto alcanza en promedio el 70% de su resistencia especificada, los 30% restantes puede perderse por un secado prematuro o si la temperatura desciende por debajo de los 5°C durante los primeros días (Abanto, 2009).

El curado del concreto, según el Instituto Americano del Concreto (ACI), es el proceso por el que el concreto, fragua y endurece en el tiempo, como producto de la hidratación contante del elemento en presencia de cantidad de agua y calor suficiente.

Sobre el curado Asocreto (2010) recomienda: que se prolongue el proceso de curado del cemento ya que la continua aplicación de agua y un medio húmedo, prolongan el periodo de hidratación, incrementando las características del cemento y por ende del concreto. El curado más efectivo es aquel que se aplica en los primeros días, se recomienda una hidratación de al menos los tres primeros días.

Estos compuestos no encajan en el concepto de los aditivos, pues no generan un cambio en las propiedades del concreto, ni tampoco reaccionan con la pasta, generando un producto que se adhiere a la superficie del concreto, que permite que la pérdida de agua sea lenta garantizando humedad necesaria para que se genere un adecuado proceso de hidratación. Los curadores tienden a formar una membrana que impermeabiliza el concreto ocasionando que no se pierda agua por evaporación (Pasquel, 1998).

Tipos

Curado con agua

Cuando se elige este tipo de curado se debe considerar la economía del proceso que se empleara en cada obra, pues la disposición de agua, materiales de curado, mano de obra, influirán en el costo. El procedimiento elegido debe facilitar una cubierta de agua continua y completa libre de materias que ataquen, manche, o decoloren el concreto. A continuación, se presenta varios métodos de curado con agua:

Anegamiento o inmersión

Se utiliza cuando se posee losas como pisos de puentes, techos planos, pavimentos, es decir en situación donde sea posible crear un charco de agua mediante un bordo o dique de tierra u otro material en el borde de una plataforma.

Rociado de niebla o aspersión

El rociado de niebla o aspersión mediante aspersores genera un curado excelente, cuando la temperatura es bastante superior a la de congelación. Los aspersores de jardín son efectivos cuando no se tiene limitaciones en el consumo de agua. El uso de mangueras es útil, especialmente para empapar superficies verticales.

Curado con tierra

El curado con tierra mojada es ideal y empleado con éxito en losas y pisos pequeños. El inconveniente es que la tierra esté libre de partículas orgánicas.

Costales, carpetas de algodón y alfombras

Los costales, carpetas de algodón y otras cubiertas de material absorbente retendrán agua sobre la superficie del concreto, sea de manera horizontal o vertical. Estos materiales deben estar libres de cantidades dañinas, mientras más pesado sea el material más agua retendrá y será necesario mojarlo con más frecuencia.

Curado con materiales selladores

El curado con materiales selladores son membranas y/o hojas que se adicionan sobre el concreto para disminuir la pérdida de agua por evaporación. El uso de estos materiales representa ventajas que hacen optar por su empleo en muchos casos, los materiales selladores son más fáciles de manipular y pueden aplicarse más temprano, a veces sin necesidad de curado inicial.

Película plástica

La película plástica se encuentra en hojas transparente y es de peso ligero, en color blancas o negras. La película debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 171 que especifica un espesor mínimo de 0.10 mm. Las blancas para climas cálidos y las de color negro para climas fríos. Cuando se requiere una apariencia de importancia, el concreto debe ser curado por otros medios, ya que el empleo de película plástica lisa generalmente da como resultado una superficie moteada. En superficies planas, como pavimentos, la película debe extenderse más allá de los bordes de una losa para asegurar un buen curado.

Papel impermeable

Este papel tiene las condiciones mínimas en la ASTM C-171, para que puedan garantizar su impermeabilización. Está compuesto de dos hojas de papel Kraft unidas entre sí mediante un pegamento bituminoso, e impermeabilizadas con fibras y debidamente tratados para disminuir su grado de expansión y contracción al mojarse y secarse. Las hojas pueden unirse entre sí mediante material bituminoso.

Compuestos líquidos para formar membrana

Estos compuestos líquidos formadores de membrana consisten específicamente en ceras, resinas naturales o sintéticas, así como solventes de volatilidad elevada a la temperatura atmosférica y deben cumplir con las condiciones establecidas en la norma ASTM C 309.

Los compuestos formadores de membrana o película son, en general, de dos tipos: transparentes o traslucidos y pigmentados de blanco. Estos pueden contener una tinta inestable que facilita la verificación visual del área cubierta por la película. La tinta se destiñe enseguida después de la aplicación. En días calurosos y donde el sol de directamente a la estructura, se recomienda el empleo de compuestos blancos, pues reducen el aumento de calor provocado por el sol.

Deben formar una película que retenga la humedad poco después de haber sido aplicados. Se sugiere que, cuando sea posible, se hagan dos aplicaciones, de manera perpendiculares para lograr un mejor recubrimiento (Abanto, 2009).

compuestos de cera, que al liberar su contenido genera una película que cubre la superficie del concreto. Comúnmente son de color blanco que permite el reflejo de los rayos del sol. En otras circunstancias las membranas son de color que permiten controlar un progreso en la aplicación. Al cabo de un determinado tiempo la película desaparece. Los curadores formadores de membrana tienen una forma de permanecer en estado semisólido cuando los climas son del tipo cálido a muy cálidos, ocasionado por las temperaturas en la superficie del concreto y la acción del sol, garantizando la eficacia en función al producto que se aplique, en algunos casos estos productos terminan siendo beneficioso porque vuelven permeable al concreto , y en otro escenario generan una ventaja pues disminuye la viscosa del compuesto (cera) e ingresa en los poros capilares de la superficie generando su sello (Pasquel, 1998).

Razones para curar el concreto

En términos sencillos el curado del concreto es generar las condiciones óptimas de humedad y temperatura para que el concreto perfeccione su resistencia potencial (compresión y flexión), se disminuye la porosidad de la pasta, específicamente el recubrimiento de concreto sobre las armaduras, generando que el ingreso de humedad al interior del elemento de concreto endurecido se vea disminuido garantizando, así, que la estructura proporcione la vida útil de diseño establecida en el proyecto. Por lo cual es necesario curar el concreto, como mínimo regando agua sobre su superficie, cuando se tenga las condiciones necesarias que garanticen que el concreto, por sí solo, no tendrá suficiente agua para desarrollar sus propiedades (Sika Colombia, 2009).

Con la finalidad de poseer un eficiente bloqueo de los poros capilares, los granos de cemento deben hidratarse. Para esto es indispensable proceder al curado del concreto, que permite controlar su humedad y temperatura, después de su colocación y operaciones de terminación. (Sakurai, 2009).

Diseño de mezcla

Para los diseños de mezclas tenemos como guía el empleo técnico y practico de conocimientos sobre los componentes y la relación entre ellos, generando un material que complace de manera eficiente los requisitos únicos del proyecto constructivo. Es normal el imaginar que esta práctica tenga como base el uso de ciertas tablas y proporciones ya calculadas con anterioridad bajo otras situaciones en condiciones normales de obra, esto no es del todo cierto, ya que cada obra tiene un particularidades y necesidades diferentes, aquí entra a tallar el profesional de dichos trabajos en base a su experiencia. En la Tecnología del concreto moderna es una idea básica el que no se

puede separar el diseño de mezcla, del proceso constructivo en su integridad, ya que entre ambos existe una correspondencia matemática, pues para cada obra existen condicionantes ambientales, de diseño estructural, de materiales, mano de obra, equipo, etc., que necesariamente requieren una solución original en lo que al diseño de mezcla se refiere (Pasquel, 1993).

Requisitos de los diseños de mezcla

De acuerdo a los requisitos que debe de cumplir las mezclas de concreto las especificaciones técnicas de los proyectos deben establecer con mucha claridad y precisión el marco conceptual para el ejecutor con informaciones detalladas de los objetivos particulares en relación al concreto, tales como resistencia, condiciones de durabilidad, requisitos mínimos que deben cumplir los agregados, cemento, agua y aditivos, acabados especiales, limitaciones en cuanto a deformaciones, generación de calor, conductividad térmica, procesos constructivos, etc. siendo lo más sensato el dejar en libertad al encargado de lograr esto en obra en cuanto a elegir el método de diseño de mezclas que necesite en la medida que se garantice el cumplimiento de lo especificado y la calidad del producto final.

Procedimiento de diseño de mezcla

Se considera fundamentales los siguientes pasos en el proceso de selección: Elaboración de concreto (método ACI211)

- Elección del asentamiento (Especificado)
- Elección del TMN y TM del Agregado Grueso
- Cálculo del agua de mezcla y el contenido de aire
- Selección de la relación a/c
- Cálculo del contenido de cemento
- Estimación del contenido de agregado grueso
- Estimación del contenido de agregado fino
- Ajustes por humedad de los agregados
- Ajustes en las mezclas de prueba

Indicadores de medición

Para la conocer las características del concreto es fundamental la medida de su grado de trabajabilidad, considerado según el ensayo de la norma ASTM C143 como asentamiento o revenimiento. Mide la trabajabilidad mediante un ensayo donde se utiliza el denominado cono de Abrams, medido en centímetros o pulgadas.

En el concreto en estado endurecido es importante la medición de la resistencia a compresión, ya que esta evalúa la capacidad de carga sobre un área determinada, según el ensayo respaldado por la norma ASTM C39 denominado resistencia a la compresión. Siendo éste, un factor medible una vez producida la ruptura del espécimen de ensayo en kg/cm² o MPa.

También el concreto en estado endurecido se mide la resistencia a la flexión, respaldado por la norma ASTM C78, que consiste en tomar medida de la falla de ruptura de un espécimen tipo viga. La medida de la resistencia a la flexión se expresa en kg/cm² o MPa.

Propiedades físicas

Sorptividad o velocidad de absorción capilar (ASTM C1585)

Es una propiedad hidráulica fácilmente medible, que se describe como la facilidad en que un material poroso puede absorber y transmitir agua mediante su masa por succión capilar. Representa la porosidad efectiva o accesible al agua y por lo tanto a los agentes agresivos ambientales. La absorción capilar es un medio de transporte generado por la energía (tensión superficial) del agua actuando sobre los capilares del concreto. Este genera acciones de atracción sobre las moléculas que se encuentran en la superficie del líquido provocando en las mismas el llenado de los espacios existentes en su masa.

La sorptividad puede ser medida solamente en morteros y concretos parcialmente saturados, no produciéndose el fenómeno de succión en los materiales saturados (capilares totalmente llenos de agua), de otra manera en las muestras totalmente secas la absorción del agua se efectúa en los poros y también en el gel, por lo cual los resultados no son comparables por encontrarse distorsionados. Por lo tanto, sorptividad dependerá del contenido inicial de agua y de su uniformidad, por lo que el pre-acondicionamiento de las muestras constituye un factor determinante al momento de comparar los resultados. Es necesario entonces seguir un procedimiento estandarizado en el secado de las muestras que garantice una distribución uniforme de la humedad en todo el espesor de estas, como puede ser el secado al horno por 24 horas (Taus, 2003).

La absorción “*I*” en mm, no es más que la variación de la masa dividida entre el producto del área de la sección transversal de la probeta en contacto con el agua y la densidad del líquido. Para este ensayo se asume constante la variación de temperatura, por ende, la densidad del agua es fijo y se utiliza un valor constante de 0,001 g/mm³. “*I*” entonces se calcula por:

Ecuación 1 Absorción

$$I = \frac{m_t}{a \cdot d} \text{ (mm)}$$

m_t = El cambio en la masa de la probeta de ensayo en g.

a = Área de la sección transversal de la probeta (mm²)

d = Densidad del agua (0,001 g/mm³)

Las especificaciones establecen que se determinen los ajustes de la absorción “*I*” en dos fases: la primera inicial que va desde el primer minuto hasta las 6 primeras horas y la segunda final, que abarca desde 1 día hasta los 7 días.

- El ritmo o velocidad inicial de absorción de agua, está definido entonces como la pendiente de la línea que sea el mejor ajuste a “*I*” puesto contra la raíz cuadrada del tiempo. La pendiente se obtiene utilizando el análisis de regresión lineal por los mínimos cuadrados de todos los puntos desde 1 min hasta 6 horas.

- El ritmo o velocidad secundaria de absorción, se define como la pendiente de la línea que sea el mejor ajuste a "1" ploteado contra la raíz cuadrada del tiempo utilizando el análisis de regresión lineal por los mínimos cuadrados de todos los puntos desde 1 día a 7 días

Asentamiento del concreto (NTP 339.035/ASTM C 143)

Es el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los procesos de mezclado, transporte, colocación y compactación. La manera cotidiana de medir el asentamiento es por medio de "la prueba del Slump". Los instrumentos que se necesitan son una plancha base, un cono y una varilla de metal. Esta prueba se caracteriza por medir la altura entre la varilla metálica y una mezcla de concreto después de ser extraída de un molde en forma de cono. Cuanto se tenga más altura, el concreto tendrá más trabajabilidad. De igual modo, cuanto menor sea la altura, el concreto estará muy seco y será poco trabajable (Aceros Arequipa, 2017).

Tipos de asentamiento

Se caracterizan según su consistencia como podemos observar en la figura 3, entre ellos tenemos

-Mezcla muy seca: el asentamiento es inferior a 2 cm y frecuentemente es empleada en la elaboración de prefabricados de alta resistencia, como traviesas y postes pretensados. Debido a la poca manejabilidad que tiene es necesario colocarla con vibradores de formaleta y compactarla mediante vibración extrema, en algunos casos puede requerirse presión. También es posible lanzar estas mezclas por vía húmeda en revestimientos de pantallas de cimentación o fundación.

-Mezcla seca: el asentamiento está entre 0 y 2,5 cm, se utiliza en la construcción de pavimentos colocados con terminadora vibratoria.

-Mezcla Semiplástica: el asentamiento está entre 2,5 y 7,5 cm, las aplicaciones más comunes son en pavimentos y cimentaciones en concreto simple colocados mediante máquinas de operación manual y compactadas por vibración.

-Mezcla plástica: el asentamiento está entre 7,5 y 12,5 cm por lo cual se pueden emplear en pavimentos, losas, muros y vigas.

-Mezcla alta plástica: el asentamiento está entre 12,5 y 20 cm, se utiliza en la elaboración de elementos esbeltos mediante bombeo.

-Mezcla fluida: el asentamiento es mayor a 20 cm, se emplea en la construcción de elementos muy esbeltos y pilotes fundidos in situ.

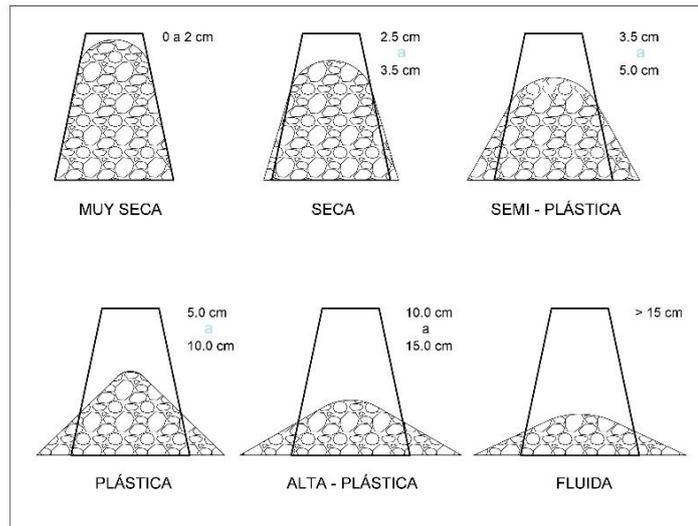


Figura 4: Tipos de asentamiento, fuente Asocreto.

Importancia

La mezcla al ser elaborada presentara la trabajabilidad (capacidad de ser homogenizado, transportado, colocado, vibrado y acabado con el menor esfuerzo), consistencia (fluidez) y cohesividad que logre una adecuada colocación en los encofrados. Este concreto deberá estar libre de segregación y tener una exudación (afloramiento hacia la superficie del agua como consecuencia de la sedimentación de los agregados) mínima (Sencico, 2014).

Usos

Usado en gran medida para determinar la calidad del concreto en estado fresco y un acabado de calidad sin que se presente segregación (Sencico, 2014).

Indicadores de medición

Los valores de asentamiento recomendados por el ACI son los siguientes:

- El concreto deberá ser lo necesariamente manejable para que, con el procedimiento de compactación o vibración designado, se alcance la consistencia deseada.
- El exceso de fluidez puede ser peligroso debido a que se puede incrementar el costo de la mezcla y reducir la calidad del concreto endurecido. Cuando la exageración de fluidez es el resultado de la utilización de demasiada agua en la mezcla, está generalmente inestable y a lo mejor ha de segregar durante el proceso de endurecimiento.
- Los ensayos de trabajabilidad o "Slump" del concreto, deberán estar comprendidos dentro de los límites indicados en las especificaciones, aceptándose un margen de 13 mm para las mezclas de consistencia seca, y de 25 mm para las mezclas de consistencia plástica o fluida. Estas tolerancias sólo se permitirán para tandas individuales siempre que el promedio de los ensayos realizados en las últimas cinco tandas no exceda del asentamiento máximo permitido (Tello, 2008).

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la compresión (NTP 339.034/ASTM C 39)

Es la capacidad que tiene una determinada área se soportar cargas, siendo la resistencia a la compresión un ensayo más necesario que el de tracción, debido a las propiedades aglutinantes de la mezcla de cemento. Es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de cuatro maneras: compresión, tracción, flexión y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión simple es la propiedad a la que se le da mayor importancia (Asocreto, 2010).

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y por lo que hay una mejora en función a las propiedades al incrementarse la capacidad de carga. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión agrietamiento, rotura (Abanto, 2009).

Factores que inciden en la resistencia

-Relación agua/cemento

Un factor que hasta ahora se ha tocado de manera tangencial y que tiene gran influencia en todas las propiedades del concreto es la relación agua/cemento (o agua/material cementante). La relación agua/cemento (a/c) en una mezcla de mortero o concreto se describe como la cantidad de agua en masa, sin incluir el agua absorbida por los agregados, sobre la cantidad de cemento en masa. La capacidad de carga del concreto está estrechamente relacionada con la relación $f'c$, de tal manera, que entre mayor sea el contenido de agua de mezclado, mayor será la cantidad que no se cambia con el cemento, y por consiguiente, al disiparse la parte de agua evaporable la pasta será más porosa y la resistencia del concreto disminuirá.

-Contenido y tipo de cemento

El contenido y tipo de cemento utilizando tiene gran influencia en la resistencia que finalmente conseguirá el concreto, debido a que el cemento es el material químicamente (activo) en la mezcla. Lo más importante en lo que respecta al cemento es su contenido dentro del concreto, porque en la medida que se aumenta se consiguen mayores resistencias. Esta afirmación se debe aplicar con precaución, porque sólo es válida hasta un límite, a partir del cual, la cantidad de cemento por encima de este no se hidrata totalmente y por tanto pasa a formar parte del concreto como un material inerte de relleno.

-Textura y forma

En general se puede decir que para una misma relación agua/cemento, las partículas de agregado con textura rugosa o de forma angular forman con ciertos más resistentes que otras redondeadas o lisas, debido a que hay mayor trabazón entre los granos gruesos y el mortero.

-Granulometría

Una masa de agregados cuya granulometría sea continua, permite elaborar mezclas de alta compacidad, mucho más densas y por lo tanto se consiguen mayores resistencias.

-Influencia del tamaño máximo

En general, la diferencia en tamaño máximo de un mismo tipo de agregado bien graduado tiene dos efectos opuestos en la resistencia a la compresión del concreto. En primer lugar, para una consistencia dada y para igual contenido de cemento, la utilización de tamaños máximos mayores requiere menos agua de mezclado que los agregados de tamaño máximo menores. Por otro lado, mezclas con la misma consistencia e igual relación agua/cemento, presentan resistencias más bajas cuando se utilizan agregados de tamaño máximo mayor. En particular, se ha demostrado que, para concretos de alta resistencia, mientras mayor sea la resistencia requerida, menor deberá ser el tamaño máximo. Así mismo, para concretos de baja resistencia, mientras mayor sea el tamaño máximo, mayor será la eficiencia.

-Tipo y dosificación de aditivos

Los aditivos convencionales producen diversos efectos sobre la resistencia del concreto, como el caso de los acelerantes (tipo E), que originan altas resistencias iniciales, pero demoran el desarrollo de resistencias a edades posteriores, e incluso en algunos casos la disminuyen en relación con una mezcla sin aditivo con la misma dosificación y condiciones de curado. Los aditivos plastificantes y super plastificantes (tipo B y tipo F, respectivamente), al reducir el contenido de agua son útiles para incrementar la resistencia.

-Las condiciones de curado.

Dado que las reacciones de hidratación del cemento sólo ocurren en presencia de una cantidad adecuada de agua, se debe mantener la humedad en el concreto durante el periodo de curado, para que pueda incrementarse su resistencia con el tiempo.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Operacionalización de Variables

2.1.1. Variable independiente

- A. Curadores químicos
 - a.1. Curet Z.
 - a.2. Per Kuret.
 - a.3. MasterKure 220 WB
- B. Aditivos
 - b.1. Plastificante: SikaCem Plastificante.
 - b.2. Retardante: Sika Retarde PE.
 - b.3. Acelerante: Sika Acelerante PE.

2.1.2. Variable dependiente

- Resistencia a la compresión
- sorptividad.

2.2. Tipo de investigación

2.2.1 Según el propósito:

Esta es una investigación de tipo “Aplicada”, pues busca que los conocimientos que se adquieren en la presente investigación sean utilizados para beneficiar a la sociedad.

Se busca determinar que las innovaciones tecnológicas que resuelvan problemas concretos por medio de productos cumplan con las características deseadas de calidad; por ejemplo, la presente tesis se concentra en determinar la influencia de los curadores en concretos simple y concreto armado con aditivos plastificantes, retardantes y acelerantes; sobre la capacidad de carga y sorptividad.

2.2.2 Según el diseño de investigación:

Es una investigación experimental, porque se basa en la manipulación de variables en condición de laboratorio, trabajando con tres tipos de curadores y con tipos de diseño de mezcla y la influencia que tienen estos sobre la capacidad de carga y sorptividad.

2.3 Diseño de investigación:

La presente investigación es de tipo experimental-unifactorial, porque se ejerce un dominio sobre las variables, pues se manipula la variable independiente (factores causales) para estudiar su influencia sobre la variable dependiente (consecuencias), para ello se trabaja con diferentes tipos de curadores y de esta manera los resultados nos brindaran información sobre el comportamiento que estas tengan.

Tabla 1 matriz de diseño experimental curado por inmersión

		A: Concreto			
		a1	a2	a3	a4
B: curador	b1	a1b1	a2b1	a3b1	a4b1

Nombres de las variables respectivamente: a1=Concreto sin aditivo, a2= Concreto con plastificante; a3= Concreto con retardante; a4=Concreto con acelerante; b1= inmersión en agua a 28 días.

Tabla 2 matriz de diseño experimental curado con Per kuret.

		A: Concreto			
		a1	a2	a3	a4
B: curador	b2	a1b2	a2b2	a3b2	a4b2

Nombres de las variables respectivamente: a1=Concreto sin aditivo, a2= Concreto con plastificante; a3= Concreto con retardante; a4=Concreto con acelerante; b2=Per Kuret a 28 días.

Tabla 3 matriz de diseño experimental curado con Curet Z.

		A: Concreto			
		a1	a2	a3	a4
B: curador	b3	a1b3	a2b3	a3b3	a4b3

Nombres de las variables respectivamente: a1=Concreto sin aditivo, a2= Concreto con plastificante; a3= Concreto con retardante; a4=Concreto con acelerante; b3= Curet Z a 28 días.

Tabla 4 matriz de diseño experimental curado con MasterKure 200 WB

		A: Concreto			
		a1	a2	a3	a4
B: curador	b4	a1b4	a2b4	a3b4	a4b4

Nombres de las variables respectivamente: a1=Concreto sin aditivo, a2= Concreto con plastificante; a3= Concreto con retardante; a4=Concreto con acelerante; b4= MasterKure 200 WB, a 28 días.

2.4. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.4.1. Unidad experimental

La unidad experimental son las probetas de cilíndricas de concreto (10 cm x 20 cm).

2.4.2. Población

Todo concreto preparado con aditivos plastificante, retardante y acelerante en la ciudad de Trujillo en el año 2020.

2.4.3. Muestra

La muestra es de tipo probabilística se selecciona una muestra de tamaño n de una población de tamaño N elementos, de tal manera que cada elemento tiene la misma probabilidad de pertenecer a la muestra, el procedimiento de muestreo se denomina Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S), empleando lo estipulado en el Manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2019), pues este considera variables cuantitativas y a su vez asume poblaciones infinitas, empleándose la siguiente ecuación:

Ecuación Tamaño de la muestra

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

Donde:

N= Tamaño de la muestra.

Z = valor de distribución normal estandarizada, para el nivel de confianza fijado por el investigador. Confianza al 95% = 1.96 (Ver tabla N°5).

S = desviación estándar de la variable fundamental de estudio o de interés para el investigador. Obtenida por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o distribución de la variable de interés, del antecedente J. Aguilar (2019): "Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional".

E = Porcentaje de precisión o error en porcentaje (%) fijado por el investigador.

Tabla 5 valores de distribución normalizada, manual de estadística UPN 2014.

ERROR (Tipo I): Puede ser unilateral o bilateral			
Nivel de confianza (1-α)	Error (α)	Valor Z	
		Bilateral	Unilateral
90%	0.10	1.64	1.28
95%	0.05	1.96	1.64
99%	0.01	2.57	2.32
ERROR (Tipo II): Siempre es unilateral			
Poder (1-β)	Error (β)	Valor Z	
0.80	0.20	0.842	
0.90	0.10	1.282	
0.95	0.05	1.645	
0.99	0.01	2.326	

Cálculo de la desviación estándar (S)

Para obtener la desviación estándar utilizaremos la siguiente ecuación, de los valores de resistencia a compresión de Tabla N°6 y la Tabla N°7 del antecedente antes mencionado:

Ecuación 2 Desviación estándar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X - X')^2}{N - 1}}$$

S = Desviación estándar.

X' = Promedio de valores de resistencia a compresión.

N = Numero de muestras.

Tabla 6 Resistencia a compresión con diferentes curadores a 28 días, Moscoso (2019).

Días	Método de curado			
	Sika Antisol S	Super Curador Chema	Per Kurevista	Inmersión en Agua
28	280	270	266	301

Tabla 7 Sumatoria de resistencias a compresión menos el promedio, al cuadrado.

X	X - X'	(X - X') ²
280	0.75	0.5625
270	-9.25	85.5625
266	-13.25	175.5625
301	21.75	473.0625
	SUMA	734.75

Por lo tanto, la desviación estándar quedara expresada:

$$S = \sqrt{\frac{734.75}{3}} = 15.65 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del error (E)

Este valor será determinado por el número de muestras, será determinado por el investigador, siendo el 5% del promedio de los valores de resistencia a compresión del antecedente mencionado.

$$X' = \frac{280+270+266+301}{4} = 279.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 5\% (X') = 0.05 (279.25) = 13.96 \text{ kg/cm}^2$$

Siendo los valores:

$$n = \left(\frac{1.96^2 \times 15.65^2}{13.96^2} \right) = 4.8$$

n = 5 especímenes de repeticiones.

Por recomendación de nuestro asesor en esta tesis se trabajó con 8 repeticiones para resistencia a compresión, de este modo podemos visualizar el número total de probetas como se muestra en la tabla 8 y 9:

Tabla 8 cantidad de probetas a realizar

Tipo de curador	Diseño de concreto	Concreto	Tiempo de curado	Ensayo	
				Compresión	Sorptividad
Curet Z	210	Plastificante	7	8	3
			28	8	
		Retardante	7	8	3
			28	8	
		Acelerante	7	8	3
			28	8	
sin aditivo	7	8	3		
	28	8			
PER KURET	210	Plastificante	7	8	3
			28	8	
		Retardante	7	8	3
			28	8	
		Acelerante	7	8	3
			28	8	
sin aditivo	7	8	3		
	28	8			
MASTERKURE HD 200 WB	210	Plastificante	7	8	3
			28	8	
		Retardante	7	8	3
			28	8	
		Acelerante	7	8	3
			28	8	
sin aditivo	7	8	3		
	28	8			
Sub total de probetas cilíndricas				192	36
total, de probetas cilíndricas				228	

Tabla 9 población cilíndrica de concretos patrones

Tipo de curador	Diseño de concreto	Tiempo de curado	Ensayo		
			Compresión	Sorptividad	
Curado en poza	sin aditivo	7	8	3	
		28	8		
	Plastificante	7	8	3	
		28	8		
	Retardante	7	8	3	
		28	8		
	Acelerante	7	8	3	
		28	8		
	Subtotal 2				76
	Subtotal 1				228
Total, de probetas cilíndricas				304	

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.5.1 Técnica de recolección de datos.

Para la técnica de recolección de datos se empleará la OBSERVACION, porque se busca ver, analizar y ensayar en el Laboratorio de la Universidad Privada del Norte, según lo señala las normas posteriormente mencionado.

- Para la evaluación de la resistencia a la compresión, se ejecutará el método de ensayo de la (NTP 339.034, 2008).
- Para la evaluación de la sorptividad mediante la ASTM C1585

2.5.2. Instrumento de recolección de datos

El instrumento que se usará para poder recoger y registrar los datos de la investigación, será mediante hoja de observación, ya que este instrumento de recolección de datos es el que mejor se ajusta a nuestra investigación, ayudándonos a describir todo lo observado a lo largo de cada ensayo realizado para cada propiedad tanto física como mecánica. Para la verificación de técnica e instrumento.

2.5.3. Validación del instrumento de recolección datos

Para la validación de los formatos no es necesario que el especialista en el eje temático firme debido a que estas hojas son respaldadas por las normas descritas.

2.5.4. Técnica de análisis de datos

Los métodos usados para el procedimiento de datos son:

- Estadística descriptiva: para estimar medidas de resumen como media aritmética y desviación estándar de la variable respuesta. Lo cual es importante porque luego se verificó con los resultados obtenidos en la prueba de hipótesis.
- Estadística inferencial: porque a partir de la muestra evaluada, se pudo obtener conclusiones estadísticamente válidas y significativas para la población.

Para ellos se usó las pruebas de Normalidad, de Hipótesis de Análisis de Varianza y las Post Análisis de Varianza.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

Los instrumentos estadísticos utilizados son las hojas de cálculo en Microsoft Excel y el IBM SPSS Statistics V25.0. Este último se usó porque es el software estadístico más importante de su rama pues ofrece técnicas de recolección de datos y analítica predictiva para solucionar problemas de investigación.

En este programa verificamos la normalidad de los datos a través de la prueba de Shapiro-Wilk (por ser nuestra muestra menor a 50), luego se desarrolla el contraste de hipótesis.

2.5.6. Procedimiento de análisis de datos

El procedimiento de análisis de datos se desarrolló con los siguientes pasos:

1. Verificar la normalidad de datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, debido a que el tamaño de muestra es menor a 50 unidades experimentales.
2. Aplicación de la prueba de hipótesis de análisis de varianza (Anova), verificando que la significancia sea menor a 0,05.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos, si la hipótesis nula no es aceptada, se procede a las pruebas post anova, método Tukey para comparaciones múltiples

2.6. Procedimiento de recolección de datos

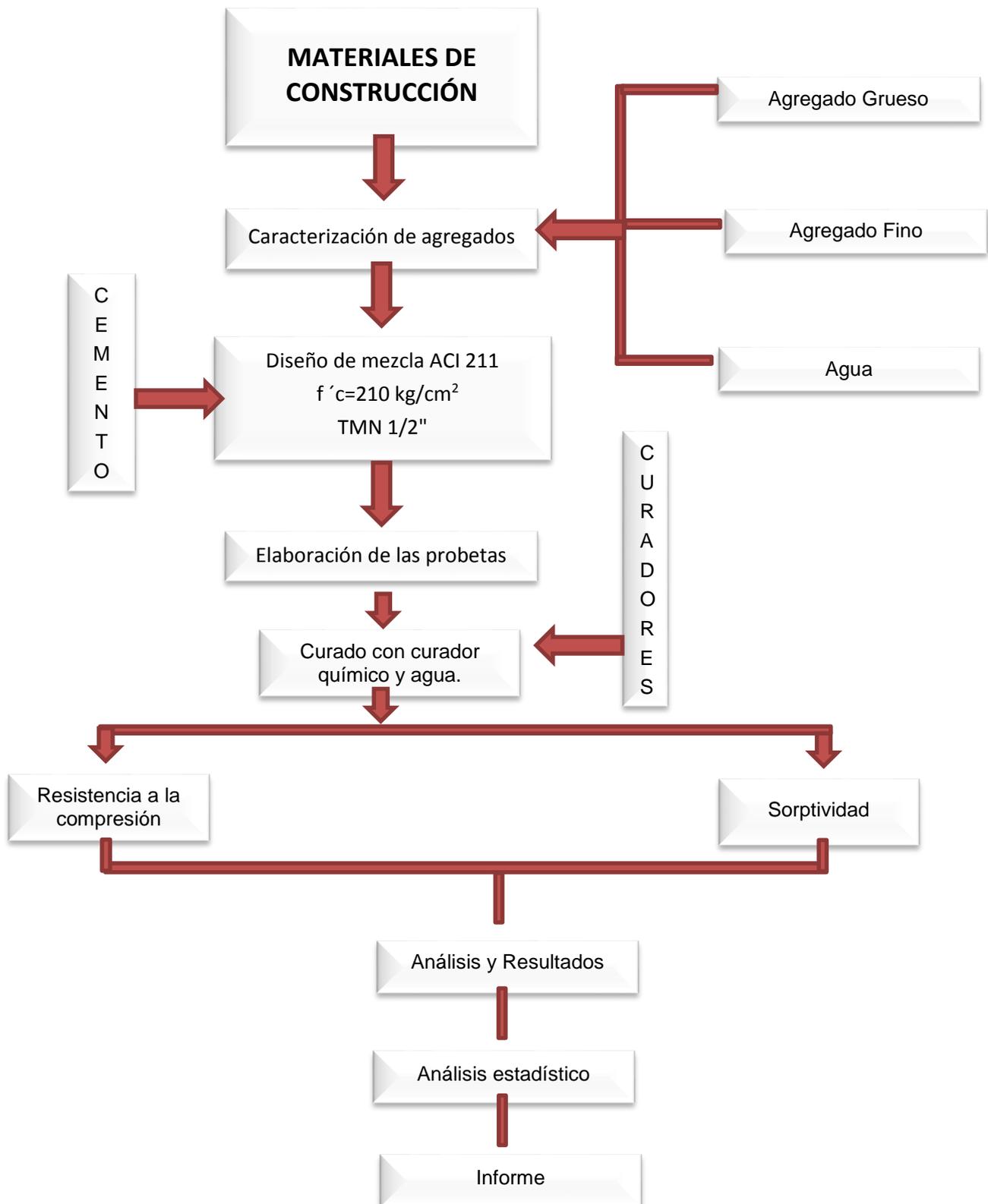


Figura 5: Cuadro sinóptico de todo el procedimiento de Tesis.

2.7 Desarrollo de tesis:

2.7.1. Materia prima

Los agregados que para la siguiente investigación fueron extraídos de la cantera la viuda de El Milagro, de la siguiente manera:

- El agregado grueso 1/2" (piedra chancada).
- El agregado fino (arena gruesa).

El cemento utilizado para la investigación fue Pacasmayo Tipo I de uso general.

Para la elaboración del diseño de mezcla del concreto, se hizo necesario realizar una serie de ensayos a los materiales que fueron utilizados.

El agua de curado y mezclado es el agua potable utilizada en la ciudad de Trujillo; la cual es utilizada frecuentemente para realizar concreto en laboratorio.

Los curadores químicos utilizados se adquirieron por medio de solicitud en calidad de muestras a la empresa Basf, AE aditivos, Z aditivos y Sika.

2.7.2. Caracterización de agregados

Se realizó la caracterización de cada agregado, bajo las normas vigentes, y que cumplan las normas ASTM y/o NTP.

2.7.2.1. Ensayo granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)

- Colocar agregado en el horno a una temperatura de 100° C +/- 5°C por un tiempo de 24 horas. Se pesa tres muestras de agregado fino entre 500-700 gr y de agregado grueso 2000 g por cada muestra respectivamente.
- Posterior se pesa casa tamiz, con el fin de medir el peso de cada una.
- Luego se colocó los tamices de mayor a menor (N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N°50, N° 100 y Fondo) como se logra apreciar en la Tabla N°10, efectuando la operación del tamizado manual por un tiempo entre 5 – 10 minutos, hasta obtener un peso constante en cada tamiz.
- Se pesó cada tamiz con la muestra retenida en una balanza analítica de 0.1 gramos, se obtuvo el peso retenido.
- El mismo proceso se realizó tres veces, se tomó como base los límites de la NTP 400.037
- El módulo de finura para el agregado fino se determinó con la suma de los porcentajes retenidos acumulados en dichas mallas:

$$MF = \frac{(\sum \% \text{ total peso retenido acumulado hasta la malla } N^{\circ} 100)}{100}$$

- El tamizado se efectuará de la forma mencionada anteriormente.
- Mostraremos a continuación la tabla de los tamices que se usan con mayor frecuencia, para el análisis granulométrico de los agregados.

Tabla 10 Esquema del análisis granulométrico del agregado fino.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso tamiz (g.)	Tamiz + muestra (g.)	Peso retenido (g.)	Parcial retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
Nº1 1/2"	37.50						
Nº1"	25.00						
Nº3/4"	19.00						
Nº1/2"	12.50						
Nº3/8"	9.50						
Nº4	4.75						
Nº8	2.36						
Nº16	1.18						
Nº30	0.60						
Nº50	0.30						
Nº100	0.15						
FONDO	0.00						
Sumatoria							
M.F							

De esta forma, el agregado fino debe cumplir con los requisitos mínimos impuestos por la norma ASTM C33 y ASTM C136 en las tablas N° 11 y 12 respectivamente.

Tabla 11 Rango para módulo de finura del agregado fino (NTP 400.037)

Agregado fino	Módulo de finura
Arena fina	0.5 - 1.5
Arena media	1.5 - 2.5
Arena gruesa	2.3 - 3.1

Tabla 12 Límites granulométricos del agregado fino (NTP 400.037)

Tamiz	Abertura (mm)	Límite inferior (%)	Límite superior (%)
Nº3/8"	9.50	100	100
Nº4	4.75	95	100
Nº8	2.36	80	100
Nº16	1.18	50	85
Nº30	0.60	25	60
Nº50	0.30	5	30
Nº100	0.15	0	10
Fondo	-	-	-

2.7.2.2. Ensayo granulométrico del agregado Grueso (NTP 400.012)

- Iniciando el ensayo se preparó tres muestras de agregado grueso de 500 gr cada una.
- Posteriormente se pesaron los tamices con los que se realizará el ensayo (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8 y fondo).
- Después se colocó los tamices en forma descendente como apreciamos en la Tabla N°13
- Se colocó la muestra en los tamices, y se empezará a agitarlos por un periodo entre 5 – 10 minutos.
- Luego se pesará cada tamiz con la muestra retenida, para obtener el peso retenido en cada tamiz y verificar si se encuentran en los límites de la tabla N°14.
- Finalmente, el módulo de finura se determinará dividiendo la sumatoria de algunos pesos retenidos en los tamices (1 1/2", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8), entre 100.

Tamaño máximo: Es el menor tamiz por el que se pasa toda la muestra.

Tamaño máximo nominal: Es el menor tamaño de la malla por el cual debe pasar la mayor parte del agregado, la malla de tamaño máximo nominal puede retener de 5% a 15% del agregado dependiendo del número de tamaño.

Tabla 13 Esquema del análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso tamiz (g.)	Tamiz + muestra (g.)	Peso retenido (g.)	Parcial retenido (%)	Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
Nº 1 1/2"	37.50						
Nº 1"	25.00						
Nº 3/4"	19.00						
Nº 1/2"	12.50						
Nº 3/8"	9.50						
Nº 4	4.75						
Nº 8	2.36						
Nº 16	1.18						
Nº 30	0.60						
Nº 50	0.30						
Nº 100	0.15						
FONDO							

Tabla 14 Límites granulométricos del agregado grueso (NTP 400.037)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	LÍMITE INFERIOR (%)	LÍMITE SUPERIOR (%)
Nº1"	25.4	100	100
Nº3/4"	19.05	100	100
Nº1/2"	12.7	90	100
Nº3/8"	9.50	40	70
Nº4	4.75	0	15
Nº8	2.36	0	5

2.7.2.3. Contenido de Humedad (NTP 339.185/ ASTM C566)

- Al principio se pesaron tres taras y 200 gr de material, tanto para el agregado fino y grueso en estado natural
- A continuación, se pesa en una balanza analítica cada recipiente con la muestra y se toma lectura del peso (Ph).
- Luego se procede a colocar las muestras en el horno a una temperatura de 100°C +- 5°C por 24 horas, para luego pesar las muestras secas (Ps).
- Por último, se registran los datos en la Tabla Nº15 para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso con la siguiente ecuación:

Ecuación 3 Porcentaje de humedad

$$\%W = \left[\frac{Ph - Ps}{Ps} \right] \times 100$$

Donde:

%W: Porcentaje de humedad

Ph: Peso en estado natural de la muestra.

Ps: Peso seco de la muestra.

Tabla 15 Boceto del contenido de humedad de los agregados.

Material	Código	Tara (g)	Tara + muestra natural (g)	Tara + muestra seca (g)	Peso de la muestra natural (g) (ph)	Peso de la muestra seca (g) (ps)	Humedad (%)
Agregados	M1						
	M2						
	M3						
Promedio							

2.7.2.4. Peso unitario

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso y fino (NTP 400.017/ASTM C29)

- En una balanza nivelada se registró el peso del molde vacío. Se vierte agua en el molde hasta llenarlo, se tomó lectura del peso del agua más el molde para luego tomar la temperatura del agua como se muestra en la Tabla 16, con ella se obtuvo la densidad y para luego hallar el volumen (m^3) del molde.
- En el peso unitario compactado, inicialmente se deja la muestra dentro del molde en 3 partes iguales a una altura que no supere los 5 cm, donde cada capa tuvo un chuseo de 25 varilladas de forma espiral en toda la superficie del molde. El en varillado se realiza con una varilla de 5/8" de acero liso y se golpea el molde 15 veces de forma circular en toda la superficie del molde con un martillo de goma de 500 gr, luego se enraza la superficie del molde para llevarlo a pesar en una balanza analítica de 25kg.
- Para el peso unitario suelto, se llena el molde a una altura no mayor de 5 cm de tal forma que no se compacte el material, esto se realiza hasta llenarlo y enraza la superficie superior del molde, y tomar lectura del peso en una balanza de 25kg. Se utilizó 3 réplicas por cada agregado y este proceso se realizó para el agregado fino y grueso. Obtenidos los resultados de peso de la muestra más molde, se registra en la Tabla N°17 y 18 para luego calcular el peso unitario de los agregados con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 4 Volumen del molde.

$$V_m = \left[\frac{(P_{agua} + P_m) - P_m}{Densidad\ del\ agua\ (T^{\circ}C)} \right]$$

Ecuación 5 Peso unitario suelto seco.

$$PUSS = \left[\frac{P_s - P_m}{V_m} \right]$$

Ecuación 6 Peso unitario compactado seco.

$$PUCS = \left[\frac{P_c - P_m}{V_m} \right]$$

Donde:

V_m = Volumen del molde.

P_m = Peso del molde.

P_s = Peso del agregado suelto.

P_c = Peso del agregado compactado.

PUSS: Peso unitario suelto seco.

PUCS: Peso unitario compactado seco.

Tabla 16 Densidad del agua a diferente temperatura (NTP 400.017)

Temperatura °C	Kg/m ³
15.6	999.01
18.3	998.54
21.1	997.97
23.0	997.54
23.9	997.32
26.7	996.59
29.4	995.83

Tabla 17 Boceto del volumen del molde de peso unitario.

Material	Código	Peso del molde (kg)	Peso del molde + agua (kg)	Peso del agua (kg)	Densidad del agua (kg/m ³)	Volumen de molde (m ³)
Agua	H1					
	H2					
	H3					
Promedio						

Tabla 18 Boceto del peso unitario suelto y compactado de los agregados.

Material	Código	Peso del molde (kg)	Peso del molde + muestra (suelta o compactada) (kg)	Peso de la muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso unitario suelto (kg/m ³)	Peso unitario compactado (kg/m ³)
Agregado	M1						
	M2						
	M3						
Promedio							

2.7.2.5. Densidad específica y absorción

El método para el agregado fino está basado en la norma (NTP 400.022/ASTM C128)

- Se sumergió 3 kg de agregado fino en agua y se dejó reposar por un periodo de 24 horas.
- Una fracción de la muestra se deposita en una bandeja metálica sobre la estufa para su secado, hasta alcanzar un estado saturado superficialmente seco (S.S.S).
- Haciendo uso de los conos metálico de diámetro inferior de 90 mm y diámetro superior de 40 mm se deposita el material en 3 capas con apoyo de un pisón de peso de 340 gramos y con un diámetro de 25 mm, se apisona de forma espiral en toda su área. Después se limpia

el excedente a su alrededor, para luego retirar el cono y si la 1/3 parte de este se deja caer, entonces la muestra a llegado al estado superficialmente seco. En caso contrario se realiza nuevamente el ensayo.

- Se pesa la fiola (M), se deposita agua hasta la altura de 500 ml registrando su peso (B), se elimina el agua y se retiene la muestra del ensayo del cono para obtener su peso (N), volvemos a repetir el proceso de llenado de agua a una temperatura de 23 ± 2 °C.
- Con la cámara de vacíos, se extrae las burbujas de aire por medio de una vibración externa de manera que no degrade la muestra, Cerca de 15 a 20 minutos fueron requeridos para eliminar las burbujas de aire.
- Después de eliminar las burbujas de aire, se depositó agua en el frasco hasta la capacidad calibrada (C). Determinando el peso total del frasco, espécimen y agua.
- Mover el agregado fino del depósito, secar en el horno hasta peso constante a una temperatura de 110 ± 5 °C, mantenerse como mínimo 24 horas, y dejar enfriar por $\frac{1}{2}$ a $1 \frac{1}{2}$ hora y determinar el peso (A).
- Se registra los datos en la Tabla N°19 y se usa las siguientes ecuaciones:

Ecuación 7 Densidad específica seca

$$\text{Densidad específica seca} = \frac{A}{B + S - C}$$

Ecuación 8 Densidad saturada superficialmente seca

$$\text{Densidad saturada superficialmente seca (S.S.S)} = \frac{S}{B + S - C}$$

Ecuación 9 Densidad Aparente

$$\text{Densidad Aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

Ecuación 10 Absorción (%)

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{S - A}{A} \right) * 100\%$$

Donde:

M= Peso de la fiola (g)

B= Peso de la fiola + agua (g)

N= Peso de la fiola + muestra (g)

C=Peso de la fiola + agua + muestra (g)

A=Peso de la muestra seca al horno (g)

S=N-M=Peso de la muestra saturada superficialmente seca (g)

Tabla 19 Boceto de peso específico y absorción del agregado fino.

Material	Código	Peso de la muestra seca al horno (g) A	Peso de la fiola (g) M	Peso de la fiola + agua (g) B	Peso de la fiola + muestra (S.S.S) (g) N	Peso de la fiola + agua + muestra (S.S.S) (g) C	Peso de la muestra (S.S.S) (g) S=N-M	Densidad Seca (kg/m ³)	Densidad (S.S.S) (kg/m ³)	Densidad Aparente (kg/m ³)	Absorción (%)
Agregado Fino	M1 M2 M3										
Promedio											

El método para el agregado grueso está basado en la norma (NTP 400.021/ASTM C127)

- Se sumergió 3000 g de agregado grueso en agua a temperatura ambiente por un período de 24 ± 4 horas. Separamos la muestra del agua, para poder poner el material en un paño que permita absorber la humedad y no genere perdidas, con otro trapo absorbente limpiamos el agregado hasta hacer desaparecer toda el agua visible, se procede a llevar a una balanza para registrar el peso de la muestra saturada superficialmente seca. (B). El tiempo que se realice el ensayo tiene que ser el menor posible para evitar el secado se genere de manera interna, se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0,5 g.
- Esta misma muestra se deposita en la balanza de Arquímedes en el menor tiempo posible, el cual cuenta con una canasta metálica y nos registra el peso, mantener una temperatura de $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$, densidad $997 \pm 2 \text{ kg/m}^3$. Tener cuidado de remover todo el aire atrapado antes del pesado (C).
- Para terminar el ensayo se recupera la muestra de la balanza de Arquímedes, para pasarla al horno a temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ al día siguiente de retirado la muestra, dejamos secar durante 1 a 3 horas o hasta que el agregado se encuentre a una temperatura que sea cómoda al tacto (aproximadamente $50 \text{ }^\circ\text{C}$) y se pesa (A). Anotamos los datos en la Tabla N°20 y usamos las siguientes formulas:

$$\text{Densidad específica seca} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Densidad (S.S.S)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Densidad aparente} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción (\%)} = \left(\frac{B - A}{A} \right) * 100\%$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca (g).

B: Peso de la muestra saturada (g).

C=Peso de la muestra suspendida (g)

Densidad (S.S.S.) = Densidad saturada superficialmente seca (g/cm^3)

Tabla 20 Boceto del peso específico y absorción del agregado grueso.

Material	Código	Peso de la muestra seca al horno (g) A	Peso muestra (S.S.S) (g) B	Peso de la muestra sumergida en agua (kg) C	Densidad Seca (kg/m ³)	Densidad (S.S.S) (kg/m ³)	Densidad Aparente (kg/m ³)	Absorción (%)
Agregado Grueso	M1							
	M2							
	M3							
Promedio								

2.7.2.6. Ensayos complementarios

Evaluación química para agregado grueso y fino (NTP 400.042)

Método de ensayo que tiene como objetivo la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados de concreto.

- Habilitamos vasos de precipitación con volumen de 250ml, en proporción 2:1 de (agua destilada: material), para ambos agregados, esto se repitió por tres veces por cada material. Terminando el sellado de los vasos de precipitación con plástico y se deja reposar por un mínimo de 3 días (72h).
- Para los datos llevamos los agregados para tomar lectura del ph, conductividad y sales.

Evaluación del agua (NTP 339.088 / ASTM C1602)

Para la elaboración de concreto la norma establece que cualquier agua potable que se perciba de la red domiciliaria es apta para la mezcla. Por lo cual no se está

obligado a realizar estudios químicos sobre ella, esto hace referencia al agua de la tanda, hielo, agua adicionada por el operador de un mixer, humedad libre de los agregados y agua introducida con los aditivos

Abrasión los Ángeles (L.A.) al desgaste de los agregados (NTP 400.019)

Método de ensayo de los agregados gruesos para determinar la resistencia a la degradación utilizando la máquina de los Ángeles.

Inicialmente se debe escoger el método y el número de esferas que utilizaremos en el ensayo, según indican la Tabla N°21 y 22

Tabla 21 Numero de esferas por gradación, NTP 400.019.2014.

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Tabla 22 Gradación de las muestras de ensayo, NTP 400.019.2014.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado (g)			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
1 1/2"	1"	1250 ± 25			
1"	3/4"	1250 ± 25			
3/4"	1/2"	1250 ± 10	2500 ± 10		
1/2"	3/8"	1250 ± 10	2500 ± 10		
3/8"	1/4"			2500 ± 10	
1/4"	Nº4			2500 ± 10	
Nº4	Nº8				5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

- Seleccionamos una parte del material, separando 5000 gramos.
- Se lava le material para eliminar las impurezas o alguna otra contaminación, seguido se seca en horno a una temperatura de 110°C durante unas 24 horas.
- Pesamos el material (Pa) con respecto al método a utilizar y colocar en la máquina de los Ángeles, la cantidad de esferas según la gradación.
- Dejamos el material por un tiempo de 15 minutos mínimo en movimiento en la máquina de abrasión, retiramos el material para tamizarlo por la malla Nº12.
- Se procede a limpiar el material que se retuvo en el tamiz Nº12, secando el material en el horno eléctrico a 110°C durante un periodo de 24 horas para obtener el peso final (Pb). Se ingresa los datos a la Tabla Nº23 para obtener los resultados

Ecuación 11 Porcentaje de abrasión

$$\% \text{ de desgaste} = \frac{\text{peso inicial (Pa)} - \text{Peso final (Pb)}}{\text{Peso inicial (Pa)}} \times 100$$

Tabla 23 Formato de la resistencia a la abrasión

Parámetros	m1	m2	m3
A=Peso tara (g)			
B=P. Muestra Seca + P. Tara (g)			
C=P. Muestra Tamiz Nº12 + P. Tara (g)			
Pa = (B-A): Muestra seca (g)			
Pb = (C-A): P. Muestra Tamiz Nº12 (g)			
% de Desgaste = ((Pa-Pb)/Pa)x100			
Desgaste promedio			

Inalterabilidad a los sulfatos bajo la norma NTP 400.016:2013

En este ensayo se puede optar por dos soluciones: la primera es usando sulfato de sodio (NaSO) y la segunda usando sulfato de magnesio (MgSO).

Preparación de la solución

- Se diluye aproximadamente 1400 gramos de sulfato de magnesio en un recipiente que contenga 1 litro de agua destilada, para dejarlo reposar por 48 horas antes de uso.
- En el agregado fino tamizamos el material por la malla de 3/8" y recolectar 100 gramos como mínimo de cada material retenido en los tamices N°4, N°8, N°16, N°30 y N°50.
- Para el agregado grueso se tamiza el material por la malla N°4 para eliminar las partículas pequeñas y obtener una cantidad de 5000 gramos y tamizando por las mallas respectivas de dependiendo del tamaño máximo nominal del agregado, en el caso para TMN de 1/2" se debe usar una secuencia de tamices de 1/2", 3/8" y N°4.
- Las muestras deben ser lavadas y secadas en el horno eléctrico a 110°C durante 24 horas. Posteriormente retiramos el material de la estufa y dejamos enfriar a temperatura ambiente durante 30 minutos. Dejamos reposar el material retenido en cada tamiz de los agregados (arena y piedra) en la solución tratada por un periodo de 16 a 18 horas.
- Retirar el material de la solución y dejar escurrir durante unos minutos, secando el material nuevamente y enfriarlo por 30 minutos como mínimo y pesar en una balanza electrónica con variación de 0.1 gramos para el agregado fino y para el agregado grueso se tolera variación de 1 gramo.
- Repetir el proceso de inmersión de las muestras en la solución tratada y dejarlo secar en el horno eléctrico durante tres ciclos como mínimo. Luego de cumplir con los ciclos requeridos, se tamiza el material en una malla de menor tamaño al ensayado, es decir para una muestra de 1/2" se debe tamizar con 3/8" y así por cada tamaño nominal que tengamos.
- Anotar los pesos obtenidos en cada tamiz después de haber ensayado las muestras.

Ecuación 12 Durabilidad a los sulfatos

$$\text{Pérdida total (\%)} = \frac{P. \text{ de la fracción ensayada} - P. \text{ ret. después del ensayo}}{P. \text{ de la fracción ensayada}} \times 100$$

$$\text{Pérdida corregida (\%)} = \frac{\text{Grad. original} \times \text{Pérdida total}}{100}$$

2.7.3. Diseño de mezcla (ACI 211)

Este diseño se rige siguiendo los parámetros del ACI 211 (American Concrete Institute).

Paso 1: Resistencia y cantidad de cemento

Por lo general la resistencia en compresión es un requisito indispensable en el proyecto estructural, o en algunas oportunidades el proyectista exige consideraciones especiales de durabilidad, se deriva entonces que un parámetro fundamental en el diseño de mezclas es la relación Agua/Cemento, pues como ya hemos visto al evaluar los conceptos sobre los materiales en el concreto, este parámetro regula dicho comportamiento.

La investigación se diseña para un concreto convencional de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Se calcula el $f'cr$ (Resistencia a la compresión requerida) según la Tabla 24.

Tabla 24 Resistencia a la compresión requerida según f'_c (ACI-211).

f'_c	f'_{cr}
<210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
>350	$f'_c + 98$

$$F'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ Kg/cm}^2.$$

Para la cantidad de cemento se debe interpolar con los valores que nos muestra la tabla 25 y el f'_{cr} recientemente calculado para obtener la relación agua/cemento.

Tabla 25 Relación agua/cemento según f'_c (ACI-211).

f'_c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	--
400	0.42	--
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.60
150	0.79	0.70

Paso 2: Selección del slump o asentamiento

Se selecciona un asentamiento de 3" a 4" que corresponde al asentamiento convencional para elementos verticales y horizontales como se aprecia en la tabla 26.

Tabla 26 Asentamiento recomendado según el tipo de construcción (ACI-211).

Tipos de construcción	Asentamiento (pulgadas)	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas	3"	1"
Cajones de cimentación y muros de subestructura sencillos	3"	1"
Vigas y muros reforzados	4"	1"
Columnas para edificios	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto masivo	3"	1"

Paso 3: Cálculo del agua de mezclado y contenido de aire

Según nuestros ensayos de granulometría se obtiene un tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " y un tamaño máximo nominal de $\frac{1}{2}$ ".

Se selecciona el agua de mezclado de la Tabla N°27, según el TMN y el asentamiento, teniendo en cuenta que se trabaja con un concreto sin aire incorporado.

Tabla 27 Elección del agua estimada de mezclado según el TMN y asentamiento (ACI-211).

Asentamiento (pulgadas)	Agua en Its/m^3 , para TMN agregados y asentamiento indicado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
% aire atrapado	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
% de aire incorporado en función del agregado de exposición.								
Normal	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Moderada	8.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Extrema	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Paso 4: Contenido de agregado grueso (A.G.)

Los agregados que poseen el mismo tamaño máximo y granulometría producirán concreto de buena trabajabilidad, cuando el volumen de agregado grueso seco y compactado, es utilizado por unidad de volumen de concreto.

La tabla N°28, nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado. cómo puede apreciarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto depende solamente de su tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 28 Volumen de agregado grueso compactado en seco por metro cúbico de concreto (ACI-211).

Tamaño Máximo de agregado	volumen de agregado grueso compactado para diversos módulos de fineza de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.79	0.78	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Paso 5: Estimación del contenido de agregado fino

Existen 2 métodos para calcular el contenido de agregado fino, ambos se basan en el hecho de que una vez concluido el paso N° 4, todos los materiales a diferencia del agregado fino son conocidos

por metro cúbico de concreto, pudiendo hallarse el mismo por diferencia, empleando el método de los pesos o el método de los volúmenes. Este último será usado en la tesis.

Un procedimiento más exacto para el cálculo de la cantidad de agregado fino por metro cúbico de concreto implica el empleo de los volúmenes desplazados por los materiales. En este caso el volumen absoluto del agregado fino es igual a la diferencia entre el volumen unitario de concreto y la suma de los volúmenes absolutos de los materiales ya conocidos (cemento, agua, aire, agregado grueso). El volumen absoluto ocupado en el concreto por cualquier material es igual a su peso dividido por su peso específico.

$$Volumen = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}}$$

$$V_f = 1 - (V_{aire} + V_{cemento} + V_{AG} + V_{agua})$$

Paso 6: Ajuste por contenido de humedad de los agregados

Normalmente los agregados utilizados en la preparación del concreto, lo encontramos húmedos por lo cual sus pesos secos aumentan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua añadida a la mezcla debe ser disminuida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

Corrección por absorción: Cantidad de agua corregida

$$Agua\ corregida = Agua + A.F. (H_{AF} - Abs_{AF})\% + A.G. (H_{AG} - Abs_{AG})\%$$

Corrección por humedad: Cantidad de agregados corregidos

$$Agua\ corregida = Cantidad\ de\ agregado \times (100 - humedad\ del\ agregado)\%$$

Paso 7: Diseño final

Las proporciones de la mezcla, calculadas siguiendo estas recomendaciones deben ser comprobadas, para lo cual se prepara mezclas de ensayo o de prueba con los materiales a ser empleados en obra. Obtenemos el valor de los materiales empleados en el diseño en peso por (kg), porcentaje (%) y volumen por m^3 registrados en la Tabla N°29.

$$Porcentaje = \frac{\text{Peso por } m^3}{\text{Peso total por } m^3} \times 100$$

Tabla 29 Peso, porcentaje y volumen de los materiales de construcción.

Material	Volumen (m^3)	Peso SSS (kg/cm^3)	% Incidencia	Tanda 28 L (kg)
Cemento Tipo I				
Agua				
Agregado Grueso				

Agregado Fino

Aire

Total

2.7.4. Dosificación de curadores

Estos compuestos consisten esencialmente en ceras, resinas naturales o sintéticas, así como solventes de volatilidad alta a temperatura atmosférica y deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 309.

Aquí se calculó la cantidad de curadores que necesitamos en cada probeta, por ello se cuenta con las siguientes medidas que se muestra en la figura N°6

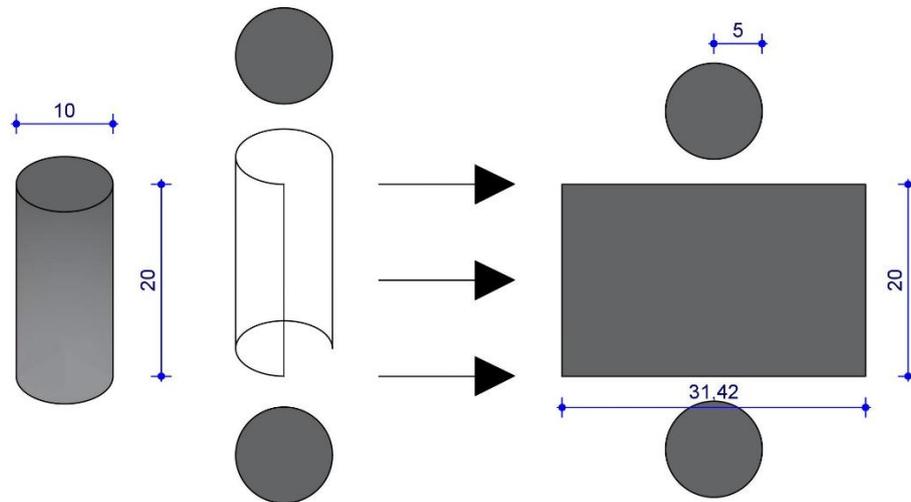


Figura 6: Medidas de la probeta cilíndrica de concreto.

- Rendimiento para MasterKure 220 WB

1 galón	-----	20 m ²	
X	-----	0.08 m ²	X = 0.015 litros = 15 ml
- Rendimiento para Curet Z

1 galón	-----	20 m ²	
X	-----	0.08 m ²	X = 0.015 litros = 15 ml
- Rendimiento para Per Kuret

1 galón	-----	20 m ²	
X	-----	0.08 m ²	X = 0.015 litros = 15 ml

2.7.5. Elaboración y curado de probetas de concreto en laboratorio (NTP 339.183/ASTM C31)

El procedimiento para la elaboración y curado de probetas es el siguiente:

- Se registran los pesos de los materiales.

- Realizamos la mezcla en un recipiente limpio y húmedo, con una pala redondeada de albañil, mezclando el cemento y agregado fino sin adicionar agua, hasta que estén completamente mezclados.
- Adicionar agregado grueso y mezclar, la tanda completa sin agregar el agua hasta que los materiales se encuentren uniformemente distribuidos en la mezcla
- Adicionar agua y la solución de aditivo si se va a necesitar, y mezclar la masa hasta que el concreto presente una apariencia homogénea y tenga la consistencia deseada.
- Seguidamente se realizó el asentamiento, conformado por 44 probetas divididas en 4 tandas de 11 probetas. El conformado de las probetas de 8 x 4 pulgadas, se realizó en dos capas de 25 chuseadas con varilla de 3/8" y 15 golpes con mazo de goma de 500 g por capa; según la norma (NTP 339.183). se cubrieron las probetas con bolsas film para impedir la perdida de humedad. Se desmoldaron las probetas entre las 16 – 24 horas con una compresora de aire, para luego utilizar los curadores sobre las probetas.
- Se colocaron las probetas en poza de curado por 7 y 28 días para luego ser ensayadas a compresión y sorptividad. Los depósitos contienen agua potable suficiente para sumergir las probetas en su totalidad y cuenta con una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ adicionando 3g de cal por litro de agua. El siguiente método se utilizó el curador químico, el cual inicia pesando la dosificación del curador de acuerdo con su rendimiento que especifica la ficha técnica para después con la ayuda de un pulverizador de 3 Psi, aplicarle sobre la superficie de concreto 1 capa.

2.7.6. Refrenado con almohadillas de neopreno (NTP 339.216/ASTM C1231)

Los testigos se ensayan con las almohadillas de neopreno el cual cumple con la norma ASTM C1231; AASHTO T22, teniendo un valor de durómetro de 70, medidas de 4" de diámetro y un contenedor metálico el cual tendrá una holgura en diámetro de 2 mm con respecto a la almohadilla de neopreno.

- Estas almohadillas de neopreno son usadas para el ensayo de resistencia a compresión. Cabe mencionar que fueron 268 probetas, las cuales fueron usadas con neopreno teniendo un máximo de 100 utilizaciones por cada par de almohadilla, es decir se usaron 3 pares de almohadillas.

2.7.7. Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034/ASTM C192)

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión.

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de las propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga la máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura) se calcula por la siguiente ecuación.

Tabla 30 *Formato de resultados de ensayo de compresión.*

Datos

Curado:

Piedra:

Cemento:

Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango acceptable (%) NTP 339.034
----------	-------------------------	------------------	----------------------------	-----------------------------------	----------	-------	---	---	--

Sika Retarder
PE

Sika
Acelerante Pe

SikaCem
Plastificante

Sin aditivo

2.7.7. Ensayo de sorptividad (ASTM C1585,2008)

Con respecto a la norma se colocan la estufa de secado las probetas cortadas, para eliminar la humedad presente en ella, luego se retira para poder impermeabilizar las muestras en todas las caras que no estarán en contacto con el agua, para ello el nivel de agua sobre tiene que estar por

encima de la cara inferior a una altura de 3mm de agua y finalmente registrar el incremento de su peso en los intervalos mencionados en la norma

Tabla 31 *Formato de resultados del ensayo de sorptividad*

Tiempo de ensayo		Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
Días	S				
-	0	0			
-	60	8			
-	300	17			
-	600	24			
-	1200	35			
-	1800	42			
-	3600	60			
-	7200	85			
-	10800	104			
-	14400	120			
-	18000	134			
-	21600	147			
1	92220	304			
2	193200	440			
3	268500	518			
4	432000	657			
5	527580	726			
6	622200	789			
7	691200	831			

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

Agregado Fino

Tabla 32 Caracterización del agregado fino

Ensayo	Resultado	Rango	Fuente
Módulo de finura	2.6	2.3 - 3.1	NTP 400.037
Humedad (%)	0.6	-	NTP 339.185/ ASTM C566
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1460	-	NTP 400.017 / ASTM C29
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1740	-	NTP 400.017 / ASTM C29
Peso específico (kg/m ³)	2650	-	NTP 400.022 / ASTM C128
Absorción (%)	1.1	-	NTP 400.022 / ASTM C128
Ensayos Complementarios			
pH	7	Neutro	NTP 400.042
Conductividad (dS/m)	0.225	Baja salinidad	NTP 400.042
Inalterabilidad por sulfatos (%)	11.9	<15	NTP 400.016
Composición del agregado fino			
% Grava (de 3" a 3/8"):			0
Arena	% Grano grueso (N°4 a N°8):		12
	% Grano medio (N°16 a N°30):		42
	% Grano fino (N°50 a N°200):		48
% Limo-arcilloso (< N°200)			0

Agregado Grueso

Tabla 33 Caracterización del agregado grueso

Ensayo	Resultado	Rango	Fuente
Tamaño máximo nominal	1/2"	-	NTP 400.012 / ASTM C136
Tamaño máximo	3/4"	-	NTP 400.012 / ASTM C136
Humedad (%)	0.3	-	NTP 339.185/ ASTM C566
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1370	-	NTP 400.017 / ASTM C29
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1560	-	NTP 400.017 / ASTM C29
Peso específico (kg/m ³)	2640	-	NTP 400.022 / ASTM C128
Absorción (%)	0.9	-	NTP 400.022 / ASTM C128
Ensayos Complementarios			
pH	7	Neutro	NTP 400.042
Conductividad (dS/m)	0.175	Baja salinidad	NTP 400.042
Abrasión (Método los Ángeles) (%)	14.00%	<50%	NTP 400.019
Inalterabilidad por sulfatos (%)	7.6	<18	NTP 400.016
Composición del agregado grueso			
	% Grava (de 2" a 3/4"):		0
Piedra	% Grava de (1/2"):		15
	% Grava de (3/8"):		52
	Arena	% Grano grueso (N°4 a N°8):	32
	% Limo-arcilloso (< N°200)		0

3.2. Diseño de mezcla

Tabla 34 *Diseño de mezcla patrón:*

Material	Volumen (m ³)	Peso (kg/cm ³)	% Incidencia	Tanda 28 L (kg)
Cemento Tipo I	0.118	367	16	10.3
Agua	0.205	214	9	6.0
Agregado Grueso	0.339	895	39	25.1
Agregado Fino	0.313	832	36	23.3
Aire	0.025	-	-	-
Total	1.000	2308	100	64.6

Tabla 35 *Diseño de mezcla con SikaCem Plastificante:*

Material	Volumen (m ³)	Peso (kg/m ³)	% Incidencia	Tanda 28 L (kg)
Cemento Tipo I	0.118	367	16	10.3
Agua	0.205	213	9	6.0
Agregado Grueso	0.339	895	39	25.1
Agregado Fino	0.313	833	36	23.3
Aire	0.025	-	-	-
Plastificante	-	-	-	0.06
Total	1.000	2308	100	64.7

Dosificación de Ficha técnica como plastificante 250 ml por bolsa de cemento de 42.5kg.

Tabla 36 *Diseño de mezcla con Sika Acelerante Pe*

Material	Volumen (m ³)	Peso (kg/m ³)	% Incidencia	Tanda 28 L (kg)
Cemento Tipo I	0.118	367	16	10.3
Agua	0.205	214	9	6.0
Agregado Grueso	0.339	895	39	25.1
Agregado Fino	0.313	832	36	23.3
Aire	0.025	-	-	-
Acelerante	-	-	-	0.1
Total	1.000	2308	100	64.7

Dosificación de Ficha técnica entre el 1% al 4% del peso de cemento de 42.5kg.

Tabla 37 *Diseño de mezcla con Sika Retarder PE:*

Material	Volumen (m ³)	Peso (kg/m ³)	% Incidencia	Tanda 28 L (kg)
Cemento Tipo I	0.118	367	16	10.3
Agua	0.205	213	9	6.0
Agregado Grueso	0.339	895	39	25.1
Agregado Fino	0.313	833	36	23.3
Aire	0.025	-	-	-
Retardante	-	-	-	0.02
Total	1.000	2308	100	64.7

Dosificación de Ficha técnica entre el 0.2% al 0.9% del peso de cemento de 42.5kg.

3.3. Ensayos Mecánicos

Resistencia a Compresión:

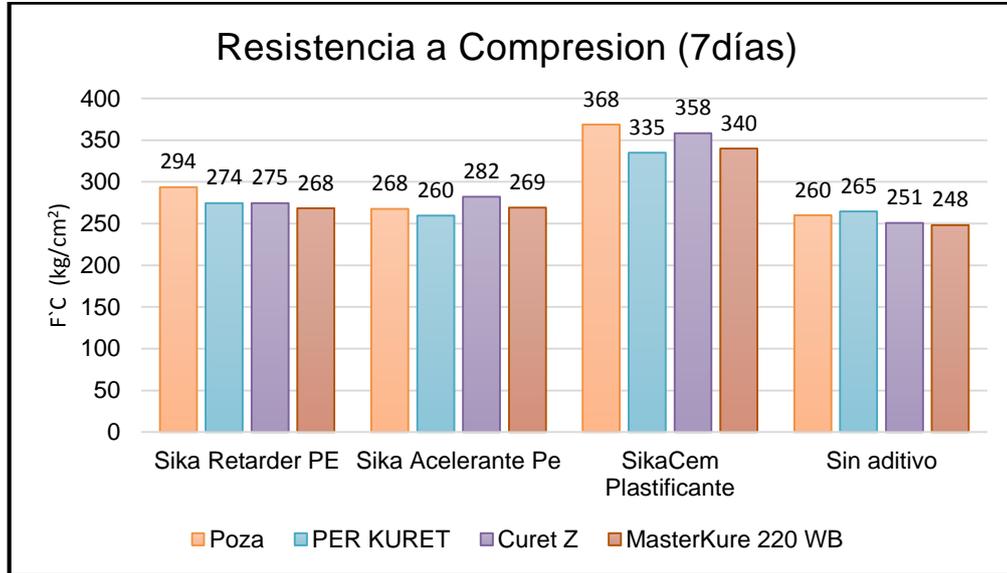


Figura 7: Resultados a compresión en concretos con aditivos a 7 días.

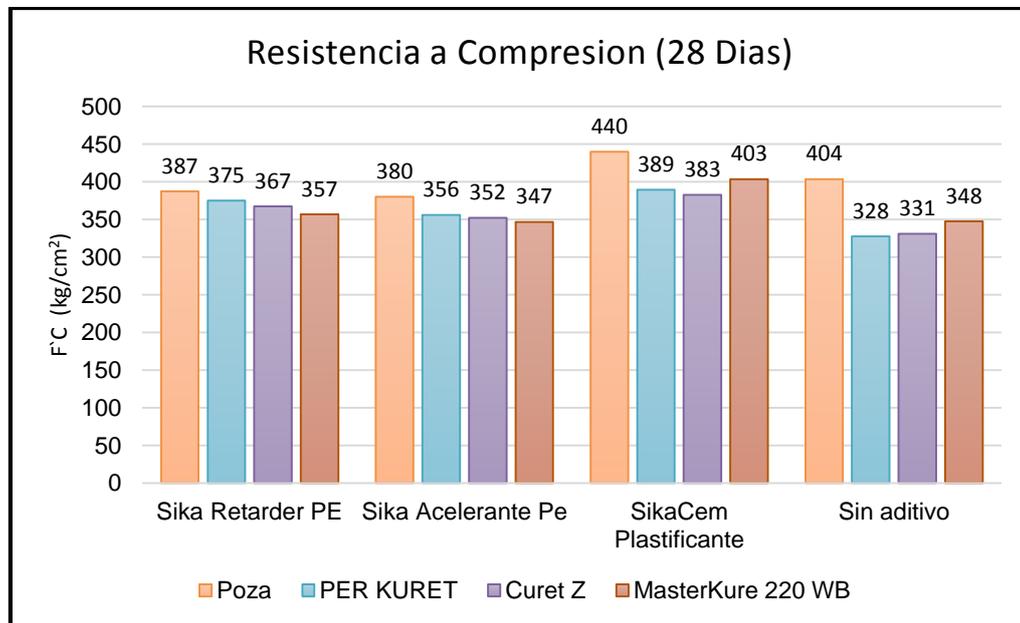


Figura 8: Resultados a compresión en concretos con aditivos a 28 días.

3.4. Ensayos Físicos

Sorptividad:

Tabla 38 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos sin aditivos

Tiempo de ensayo Días	s	Inmersión en agua	Curet Z	Per Kuret	Masterkure 220WB
-	0	0,000	0,000	0,000	0,000
-	60	0,259	0,248	0,446	0,407
-	300	0,331	0,567	1,129	0,594
-	600	0,433	0,732	1,324	0,828
-	1200	0,501	1,004	1,626	0,976
-	1800	0,539	1,292	1,867	1,167
-	3600	0,645	1,870	2,440	1,447
-	7200	0,772	2,587	3,276	1,931
-	10800	0,904	3,300	3,930	2,288
-	14400	0,989	3,771	4,325	2,759
-	18000	1,044	4,170	4,686	3,009
-	21600	1,095	4,310	5,038	3,167
1	92220	1,451	6,080	6,574	4,244
2	193200	1,897	6,186	6,850	5,110
3	268500	1,995	6,343	6,943	5,348
4	432000	2,139	6,504	7,037	5,381
5	527580	2,211	6,634	7,205	5,500
6	622200	2,351	6,689	7,277	5,533
7	691200	2,436	6,741	7,316	5,560

Tabla 39 Absorción inicial y final para concretos sin aditivos

Curador	Muestra	Absorción Inicial	Absorción Final
Inmersión en agua	m1	0,596	1,992
	m2	0,569	1,872
	m3	0,662	2,343
Curet Z	m1	2,088	6,541
	m2	2,160	6,541
	m3	1,715	5,605
Per Kuret	m1	2,340	6,576
	m2	2,722	6,691
	m3	2,461	7,820
Masterkure 220WB	m1	0,926	3,803
	m2	1,428	4,683
	m3	2,289	7,232

Tabla 40 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos con SikaCem plastificante.

Tiempo de ensayo	Inmersión en	Curet Z	Per Kuret	Masterkure
Días	agua			220WB
s				
-	0	0,000	0,000	0,000
-	60	0,263	0,178	0,429
-	300	0,335	0,335	0,628
-	600	0,454	0,420	0,823
-	1200	0,497	0,586	0,959
-	1800	0,573	0,713	1,180
-	3600	0,649	1,023	1,490
-	7200	0,751	1,405	2,007
-	10800	0,866	1,693	2,372
-	14400	0,934	1,974	2,704
-	18000	0,972	2,181	3,001
-	21600	1,014	2,457	3,268
1	92220	1,265	3,866	4,575
2	193200	1,566	4,308	5,556
3	268500	1,621	4,588	5,715
4	432000	1,706	4,758	5,739
5	527580	1,719	4,845	5,828
6	622200	1,863	4,919	5,926
7	691200	1,999	4,937	5,950

Tabla 41 Absorción inicial y final para concretos con SikaCem plastificante.

Curador	Muestra	Absorción Inicial	Absorción Final
Inmersión en agua	m1	0,632	1,788
	m2	0,450	1,210
	m3	0,745	2,034
Curet Z	m1	1,380	5,317
	m2	0,937	4,372
	m3	0,925	4,119
Per Kuret	m1	1,197	4,409
	m2	1,990	7,246
	m3	1,264	4,051
Masterkure 220WB	m1	1,944	6,909
	m2	1,030	3,663
	m3	1,741	6,266

Tabla 42 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos con Sika Retarder PE.

Tiempo de ensayo	Inmersión en	Curet Z	Per Kuret	Masterkure
Días	agua			220WB
s				
-	0	0,000	0,000	0,000
-	60	0,323	0,352	0,666
-	300	0,539	0,726	0,929
-	600	0,649	0,929	1,119
-	1200	0,768	1,163	1,354
-	1800	0,896	1,320	1,626
-	3600	1,154	1,749	2,054
-	7200	1,481	2,300	2,831
-	10800	1,774	2,737	3,429
-	14400	1,957	3,026	3,960
-	18000	2,058	3,276	4,404
-	21600	2,249	3,540	4,838
1	92220	3,900	5,012	5,747
2	193200	4,698	5,242	6,472
3	268500	4,809	5,314	6,645
4	432000	4,885	5,386	6,678
5	527580	4,948	5,508	6,806
6	622200	4,973	5,490	6,825
7	691200	5,040	5,582	6,864

Tabla 43 Absorción inicial y final para concretos con Sika Retarder PE.

Curador	Muestra	Absorción Inicial	Absorción Final
Inmersión en agua	m1	1,101	4,343
	m2	1,367	5,662
	m3	0,994	4,246
Curet Z	m1	1,586	5,070
	m2	1,487	5,171
	m3	2,207	5,845
Per Kuret	m1	1,102	4,331
	m2	1,402	4,759
	m3	1,801	5,391
Masterkure 220WB	m1	2,471	6,964
	m2	2,393	7,337
	m3	1,939	5,429

Tabla 44 Registro promedio del ensayo de sorptividad para concretos con Sika Acelerante PE.

Tiempo de ensayo		Inmersión en agua	Curet Z	Per Kuret	Masterkure 220WB
Días	s				
-	0	0,000	0,000	0,000	0,000
-	60	0,242	0,345	0,403	0,581
-	300	0,340	0,514	0,594	0,815
-	600	0,416	0,649	0,764	1,006
-	1200	0,543	0,806	1,019	1,193
-	1800	0,658	0,952	1,171	1,460
-	3600	0,828	1,191	1,642	2,046
-	7200	1,116	1,523	2,288	2,631
-	10800	1,328	1,740	2,839	3,247
-	14400	1,477	1,960	3,111	3,692
-	18000	1,613	2,092	3,361	4,070
-	21600	1,787	2,258	3,654	4,380
1	92220	2,920	3,400	5,454	5,882
2	193200	3,518	4,070	5,955	6,965
3	268500	3,824	4,465	6,044	7,152
4	432000	4,062	4,898	6,158	7,181
5	527580	4,086	5,101	6,215	7,291
6	622200	4,179	5,135	6,289	7,334
7	691200	4,230	5,239	6,339	7,361

Tabla 45 Absorción inicial y final para concretos con Sika Acelerante PE.

Curador	Muestra	Absorción Inicial	Absorción Final
Inmersión en agua	m1	0,819	3,617
	m2	0,870	4,155
	m3	0,898	3,721
Curet Z	m1	1,238	4,695
	m2	1,148	4,575
	m3	1,121	4,575
Per Kuret	m1	1,845	6,587
	m2	1,228	4,468
	m3	2,139	7,139
Masterkure 220WB	m1	2,051	7,306
	m2	2,266	7,234
	m3	1,963	6,531

3.5. Evaluación económica

Tabla 46 Análisis de precio unitario por m² con curador químico Curet Z

Partida	01.01	Curado con aplicación de curador químico Curet Z					
Rendimiento	m ² /DIA	200,0000	EQ.	200,0000		Costo unitario directo por: m ²	1,35
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
PEON	hh	1,0000	0,0400	16,39	0,66	0,66	
Materiales							
Curador Curet Z	balde		0,0100	65,00	0,65	0,65	
Equipos							
Mochila fumigadora de 15L	hm	1,0000	0,0400	1,00	0,04	0,04	

Tabla 47 Análisis de precio unitario por m² con curador químico Per Kuret

Partida	01.01	Curado con aplicación de curador químico Per Kuret					
Rendimiento	m ² /DIA	200,0000	EQ.	200,0000		Costo unitario directo por: m ²	1,28
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
PEON	hh	1,0000	0,0400	16,39	0,66	0,66	
Materiales							
Curador Per kuret	balde		0,0100	58,93	0,59	0,59	
Equipos							
Mochila fumigadora de 15L	hm	1,0000	0,0400	1,00	0,04	0,04	

Tabla 48 Análisis de precio unitario por m² con curador químico MasterKure 220 WB

Partida	01.01	Curado con curador químico MasterKure 220 WB					
Rendimiento	m ² /DIA	200,0000	EQ.	200,0000		Costo unitario directo por: m ²	1,14
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
PEON	hh	1,0000	0,0400	16,39	0,66	0,66	
Materiales							
Curador MasterKure 220 WB	balde		0,0105	42,00	0,44	0,44	
Equipos							
Mochila fumigadora de 15L	hm	1,0000	0,0400	1,00	0,04	0,04	

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

En la presente investigación se analiza y evalúa la influencia de los tipos de curadores sobre la propiedad física (sorptividad) y mecánica (resistencia a compresión) del concreto convencional y el concreto empleando aditivos como el retardante, acelerante y plastificante. Para ello fue necesario realizar los ensayos al agregado fino y grueso; para luego elaborar el diseño de mezcla de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tomando como base el método ACI -211. Los ensayos realizados en el estudio se respaldaron con la Norma Técnica Peruana (NTP).

4.1.1 Caracterización del Agregado Fino

Para la elaboración del diseño del concreto es importante obtener las características físicas de la arena gruesa la cual debe cumplir con los rangos mínimos para poder utilizarse en la investigación. La curva granulométrica de la figura 10, nos muestra una adecuada graduación de partículas, presentando fracciones de diversos tamaños de granos, las cuales cumplen para ser usada en la elaboración de un concreto convencional por el método ACI-211, debido a que está dentro de los límites permisibles del rango, según la NTP 400.037 y ASTM C33. Es necesario acotar que se puede producir concreto con agregado finos que no cumplan con los requerimientos necesarios siempre y cuando se tenga estudios que afirmen que el material proporcionara concreto de la resistencia solicitada tal y como se menciona en la NTP 400.037.

El módulo de finura es un índice que determina características granulométricas de agregados, el valor de este módulo es mayor, cuando el agregado contiene granos más gruesos y descende cuando el agregado disminuye de tamaño, en esta investigación el módulo de finura fue de 2.6, lo cual está en el rango que establece la NTP 400.037 y ASTM C33, donde nos indica que la arena debe estar en el rango de 2.3 a 3.1

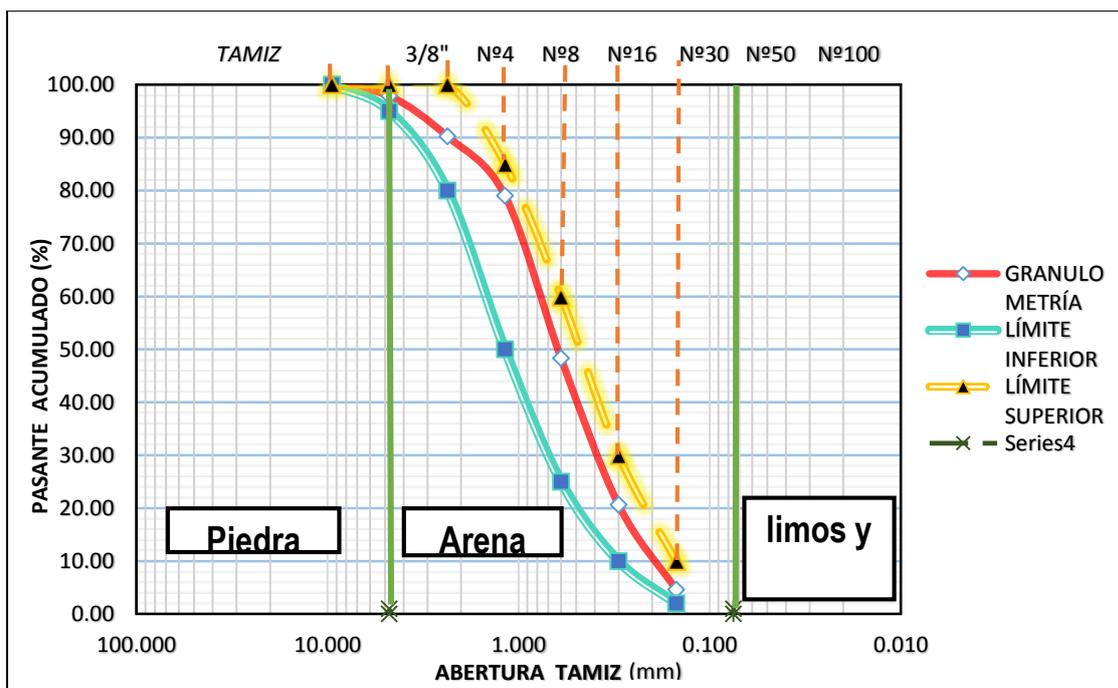


Figura 9: Curva granulométrica del agregado fino entre límites estándar.

El agregado fino lo compone las arenas y en ocasiones tienen limos y arcillas, los cuales pueden incidir de forma directa en la adherencia de la lechada y el agregado, por lo cual la resistencia del concreto puede verse afectada. El agregado de la investigación tiene 0% que pasa el tamiz N°200, que está dentro de los 3% máximo, según lo indicado en la norma la NTP 400.037 y ASTM C33, considerándose apta para el diseño de mezcla.

La humedad es la cantidad de agua retenida en un determinado momento por las partículas de agregado, esta característica es importante debido a que favorece el incremento del agua en la mezcla de concreto, por lo cual debemos tomarla en cuenta para las correcciones de agua en la mezcla. El contenido de humedad obtenido es de 0.6%, la NTP 339.185/ASTM C566 no establecen rangos mínimos ni máximos para la humedad.

El peso unitario suelto y compactado viene hacer el cociente al dividir el peso del agregado entre el volumen total incluyendo los vacíos generados. El espacio entre partículas está influenciado por la manera que se acomoda el agregado. El peso unitario suelto y compactado del agregado fino es de 1460 kg/m^3 y 1740 kg/m^3 respectivamente los cuales se encuentran en los rangos Polanco Rodríguez (2012) de $1300\text{-}1800 \text{ kg/m}^3$ y $1600\text{-}1900 \text{ kg/m}^3$, la normas no nos proporciona rango para el peso unitario.

El peso específico es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de estas sin considerar los vacíos entre ellas, esta propiedad nos muestra la calidad del agregado, teniendo mejor comportamiento; en nuestro caso el peso específico fue 2640 kg/m^3 dicho valor, Toledo (2003) recomienda: $2500\text{-}2900 \text{ Kg/m}^3$, siendo una arena gruesa normal, la norma no proporciona rango para el peso específico.

La absorción es la capacidad de los agregados de llenar vacíos con agua al interior de las partículas que la conforman, este se produce por capilaridad, no llegando a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre tenemos aire atrapado. Es de importancia ya que permite reducir el agua de mezcla, la absorción obtenida es de 1.1% Rodríguez (2012) recomienda: 0.2% y 5%, encontrándonos dentro de la recomendación.

4.1.2 Caracterización del Agregado Grueso

Para la elaboración del concreto es importante conocer las propiedades físicas del agregado grueso, estas la observamos en la tabla N° 33. Los datos, lo encontramos dentro de los límites mínimos y máximos que nos proporciona la NTP, teniendo una calidad necesaria para dosificación óptima.

La granulometría del agregado grueso permitió visualizar la distribución de la totalidad de las partículas. En la Figura N°11 la curva granulométrica la encontramos dentro de los límites requeridos, el tamaño máximo nominal del agregado es de $\frac{1}{2}$ " y tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ ".

El tamaño y la textura juegan un factor importante en la elaboración del concreto, siendo que a menor el tamaño de la piedra las partículas se acomodan mejor, quitando algunos vacíos, esto es beneficioso en la ganancia de resistencia del concreto. En esta investigación se usó piedra chancada la cual fue obtenida por un proceso de trituración artificial, pero que para cumplir con los requerimientos del ACI-211 se tuvo que mejorar por medio del tamizado eliminando las piedras de tamaño excesivo y el material de finos que poseía. Se obtuvo 0% de materiales finos que pasa por la malla N°200, el cual cumple con el límite dado en la NTP 400.037 que es del 1%.

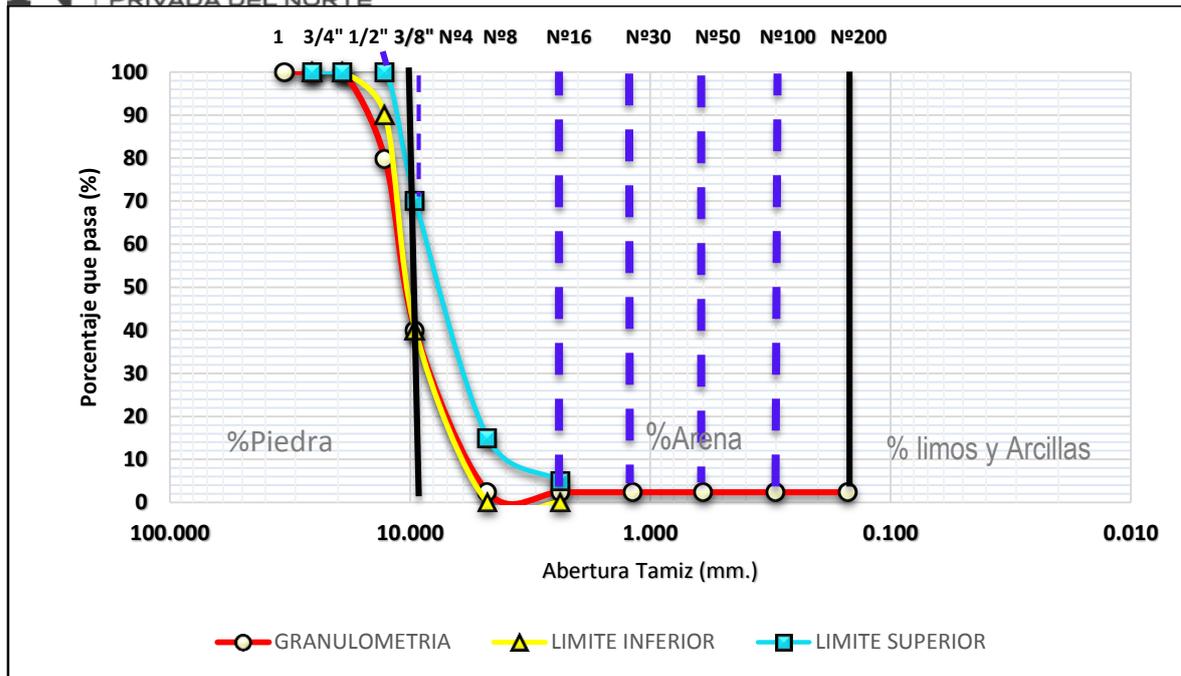


Figura 10: Curva granulométrica del agregado grueso entre límites estándar.

La humedad del medio ambiente puede ocasionar ligeras modificaciones en el agregado por ello que cada día en la elaboración de concreto se tomaba medida de la humedad de los agregados, se obtuvo una humedad de 0.3%, la norma no proporciona rango para la humedad.

El peso unitario suelto y compactado del agregado grueso es de 1360 kg/m^3 y 1570 kg/m^3 respectivamente los cuales se encuentran en los rangos que tienen nuestros antecedentes en que en promedio van de $1400\text{-}1600 \text{ kg/m}^3$ y $1500\text{-}1700 \text{ kg/m}^3$ respectivamente, la norma no proporciona rango para el peso unitario suelto y compactado.

En nuestro ensayo el peso específico fue 2630 kg/m^3 , para dicho valor Mena (2016) recomienda: $2400\text{-}2800 \text{ Kg/m}^3$, siendo una arena gruesa normal, la norma no proporciona rango para el peso específico. la absorción obtenida es de 0.9%, para lo cual Rodríguez (2012) recomienda: 0.2% y 5%, encontrándonos dentro de los límites.

4.1.3 Diseño de mezcla

El diseño de mezclas es la aplicación técnica y práctica de los conocimientos sobre sus componentes y su interacción, para lograr un material que satisfaga los requerimientos. Esta técnica consiste en la aplicación sistemática de ciertas tablas y proporciones establecidas que satisfacen en su mayoría todas las situaciones normales en obra.

En el diseño de esta investigación se propuso un concreto usado en vigas, columnas y losas, para lo cual teníamos que diseñar con un asentamiento de 3-4", pero en la elaboración del concreto se tuvo problemas con el asentamiento llegando a tener 6" por ello utilizamos la recomendación de Abanto (2009): por cada pulgada mayor o menor a la del diseño, aplicar una reducción de 5 litros del agua estimada en la Tabla N° 34, obteniendo así 4" de asentamiento. Asimismo, se obtuvo una relación agua/cemento inicial de 0.556, la cual fue afectada por correcciones de absorción y humedad hasta quedarnos con una relación agua/cemento final de 0.58.

4.1.4. Ensayo a la Resistencia a la compresión

A la edad de 7 días de curado según Abanto, 2009 afirma que: "a los 7 días de elaborado el concreto ha tenido que desarrollar más del 70%". Por lo que se afirma esta literatura debido a que esta la resistencia de todos los concretos alcanzan más de este valor a la primera semana; en la Figura N°12 se aprecia que: para los concretos con Retardantes los valores son aceptables porque no varían en más de 10% en función a nuestra resistencia patrón que es el curado por inmersión, siendo el de menor resistencia el de Masterkure 220 WB con una diferencia de 9%, se puede afirmar entonces que un concreto elaborado con retardante tendrá las condiciones establecidas en el proyecto usando curador químico formador de membrana.

Para los concretos con aditivos acelerantes el resultado es igual y mejor superando hasta en 5% el concreto patrón para el caso del Curet Z, por lo que en este concreto con este tipo de aditivo nos da garantía que los curadores formadores de membrana si producen un desarrollo de la resistencia óptimo.

Para el concreto con aditivo Plastificante los resultados son favorables debido a que ninguno disminuye en más de 10% de resistencia en función al concreto patrón siendo el valor más bajo el del curador Per kuret, de manera global se puede ver que en la primera semana de desarrollo en la resistencia a compresión los concretos con adiciones plastificantes si son favorables para garantizar la hidratación del concreto.

En concreto simple sin aditivo el caso particular del per kuret es el único que llega a superar la resistencia patrón a diferencia de los otros dos curadores que difieren en 5% menos que el patrón, que de manera global se acepta la función del curador sobre las probetas. Los datos obtenidos en "influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional", son respaldados por esta investigación debido a que sus resultados usando curador químico de otras marcas, también tienen una variación entre los 10% de su concreto patrón.

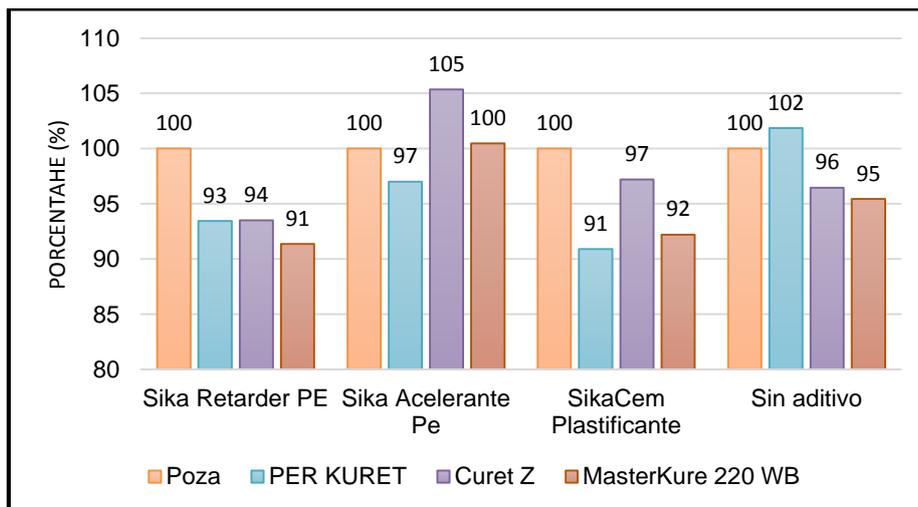


Figura 11: Resistencia a compresión en (%) a los 7 días.

Sobre la resistencia a los 28 días, Pasquel (1998) afirma: Los concretos normales poseen cotidianamente resistencias a compresión que oscilan en el rango de 100 a 400 kg/cm². Nuestras

muestras están en el rango de concretos normales por ello analizamos los datos obtenidos en la figura N° 13, donde:

El concreto patrón con Sika Retarder PE por inmersión en agua obtiene una resistencia a la compresión de 100%, los valores son aceptables porque no varían en más de 10% en función a nuestra resistencia patrón que es el curado por inmersión, siendo el de menor resistencia el de Masterkure 220 WB con una diferencia de 8%, se puede afirmar entonces que un concreto elaborado con retardante, se puede curar con aditivos químicos formadores de membrana llegando así a las especificaciones técnicas del proyecto. Siendo el de mejor alternativa el Per Kuret presentando solo una diferencia de 3% sobre el patrón.

Para el concreto con Sika Acelerante PE los resultados son favorables debido a que ninguno disminuye en más de 10% de resistencia en función al concreto patrón siendo el valor más bajo el del curador MasterKure 220 Wb, con una diferencia de 9% donde el MasterKure y el Curet Z muestran una diferencia de curado a través de los días, en la primera semana muestran resistencias iguales y superiores al patrón pero a los 28 días, este porcentaje disminuye, por lo que el Per kuret resulta una alternativa de mejor eficiencia para concretos usando aditivos acelerantes presentando una diferencia de 6% sobre el patrón.

Para el concreto con SikaCem Plastificante los resultados no son tan favorables debido a que se disminuye en más de 10% de resistencia en función al concreto patrón siendo el valor más bajo el del curador Curet Z, con una diferencia en resistencia de 14% donde muestra una diferencia de curado a través de los días, en la primera semana muestran resistencia similar al patrón pero a los 28 días, este porcentaje disminuye considerablemente, por lo que el MasterKure 220 WB resulta una alternativa de mejor eficiencia para concretos usando aditivos acelerantes presentando una diferencia de 9% sobre el patrón.

En concreto simple sin aditivo los curadores no llegan a proporcionar un curado cercano al de posa existiendo una variación de hasta 19% siendo necesario evaluar otros factores como el número de capas o los días de curado que se tiene que usar el aditivo, según Horna (2018): Que la aplicación optima de 1 capa es suficiente para obtener valores favorables a los 28 días. En esta investigación se trabajó con esta recomendación, pero se propone evaluar dichos factores para ver la influencia que tienen sobre la resistencia a la compresión ya que con una capa no satisfacemos estos valores.

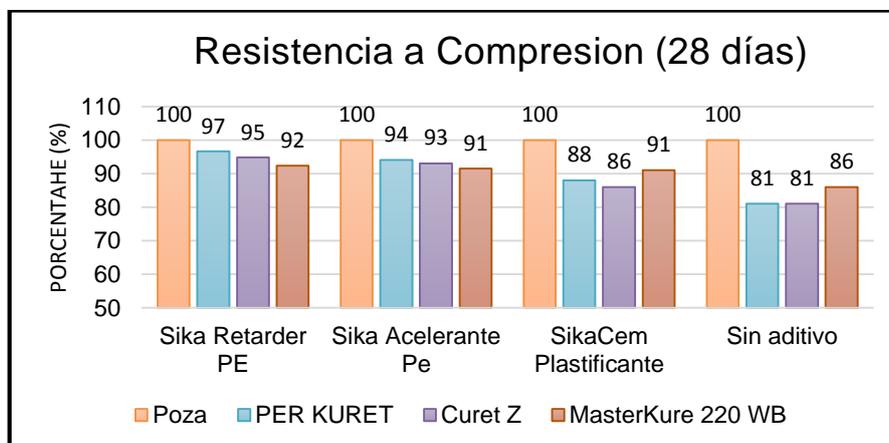


Figura 12: Resistencia a compresión en (%) a los 28 días.

La sorptividad o absorción capilar “I” en mm, lo definimos como el cambio en la masa que manifiesta el espécimen dividido entre el producto del área de la sección transversal de la muestra de ensayo y la densidad del agua.

Se determina los ajustes a una línea recta de la curva de absorción “I” en dos fases: una fase de absorción inicial que va desde el 1 minuto hasta las 6 primeras horas y una fase de absorción final que va desde el 1 día hasta los 7 días.

En la Fig. N°14 se observa la absorción inicial de las probetas elaboradas sin aditivo, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción, seguido del curador Masterkure 220 WB, Curet Z y Per Kuret. Se aprecia que las probetas curadas por inmersión tienen menos absorción en comparación a las evaluadas con curadores químicos.

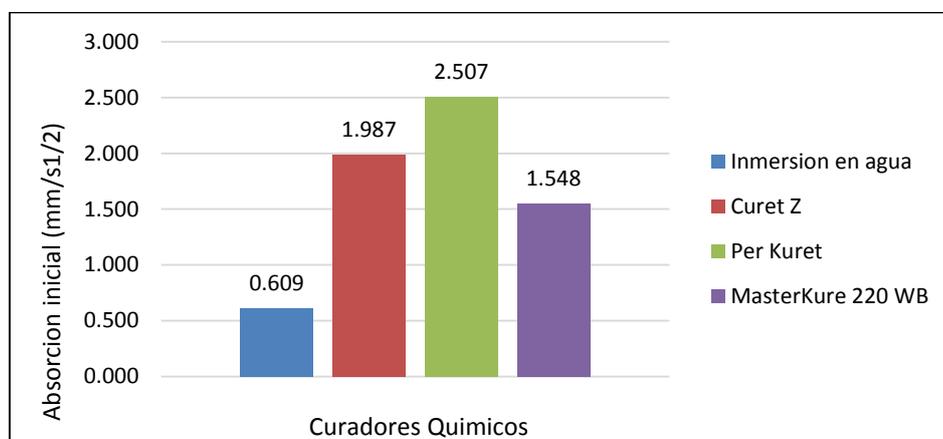


Figura 13: Absorción inicial en concreto sin aditivos

En la Fig. N°15 se observa la absorción inicial de las probetas elaboradas con aditivo SikaCem plastificante, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción, seguido del curador Curet Z, Per Kuret y MasterKure 220 WB. Los curadores químicos no llegan a impermeabilizar las muestras de concreto elaboradas con aditivos plastificante.

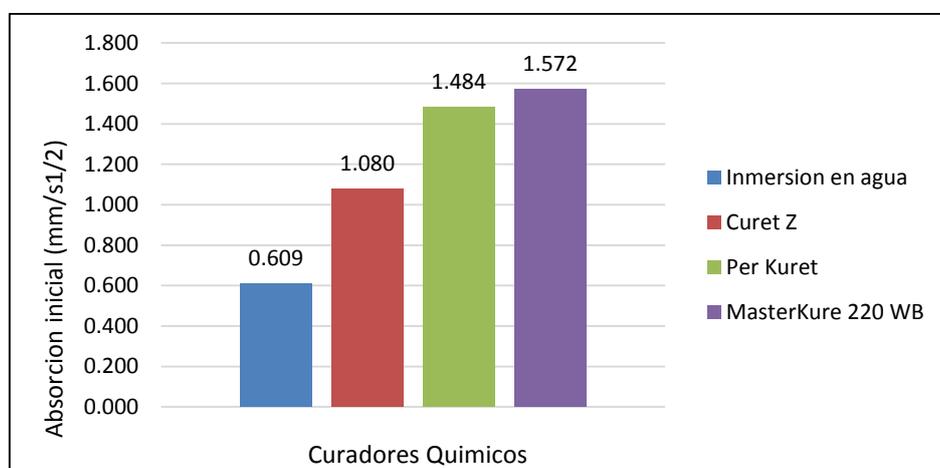


Figura 14: Absorción inicial en concreto con aditivo SikaCem Plastificante.

En la Fig. N°16 se observa la absorción inicial de las probetas elaboradas con aditivo Sika Acelerante PE, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción, seguido del curador Curet Z, Per Kuret y MasterKure 220 WB. En concretos con acelerante se tiene una tendencia cercana de valores de absorción inicial entre el curado por inmersión y el curador químico Curet Z.

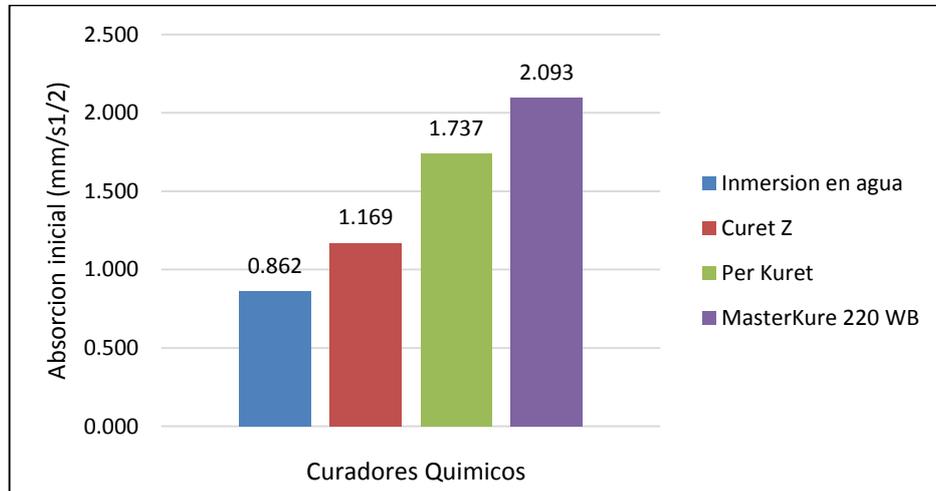


Figura 15: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Acelerante PE.

En la Fig. N°17 se observa la absorción inicial de las probetas elaboradas con aditivo Retardante Sika Retarder PE, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción, seguido del curador Per Kuret, Curet Z, y MasterKure 220 WB. Para los concretos elaborados con aditivos retardantes los curadores químicos presentan valores cercanos a un curado por inmersión. Siendo el de mejor aporte el Per kuret.

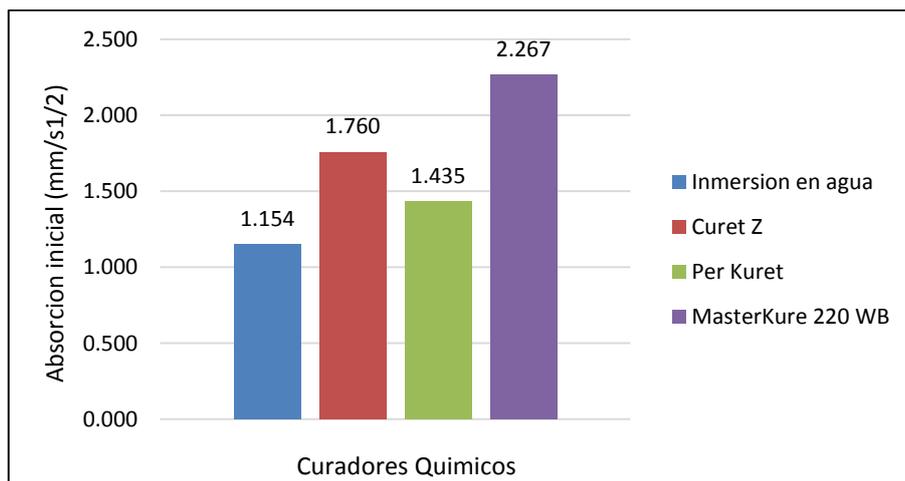


Figura 16: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Retarder PE.

En la Fig. N°18 se observa la absorción final de las probetas elaboradas sin aditivo, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción, seguido del curador Masterkure 220 WB, Curet Z y Per Kuret. En concretos elaborados sin aditivos se ve la necesidad de adicionar un aditivo

impermeabilizante si las necesidades del proyecto lo ameritan debido a que las muestras evaluadas con curadores químicos presentan valores muy lejanos en comparación al curado por inmersión.

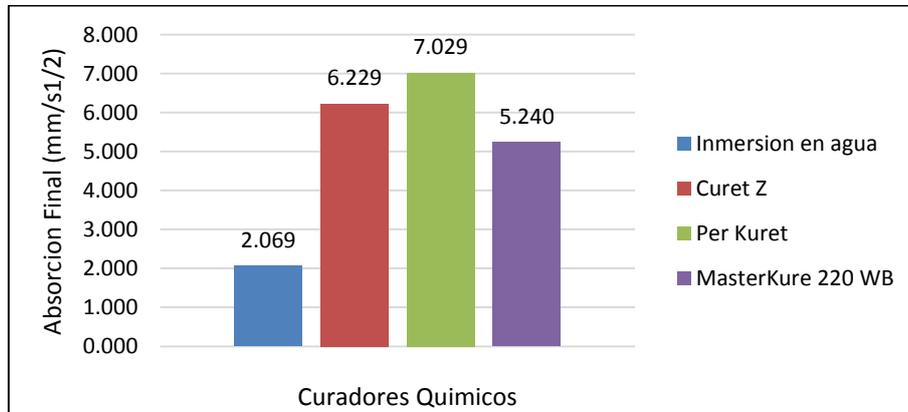


Figura 17: Absorción final en concreto sin aditivo.

En la Fig. N°19 se observa la absorción final de las probetas elaboradas con aditivo SikaCem plastificante, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción, seguido del curador Curet Z, Per Kuret y MasterKure 220 WB. En concretos elaborados con aditivos plastificante se ve la necesidad de adicionar un aditivo impermeabilizante si se requiere en ciertas construcciones debido a que los curadores químicos no llegan a impermeabilizar las muestras.

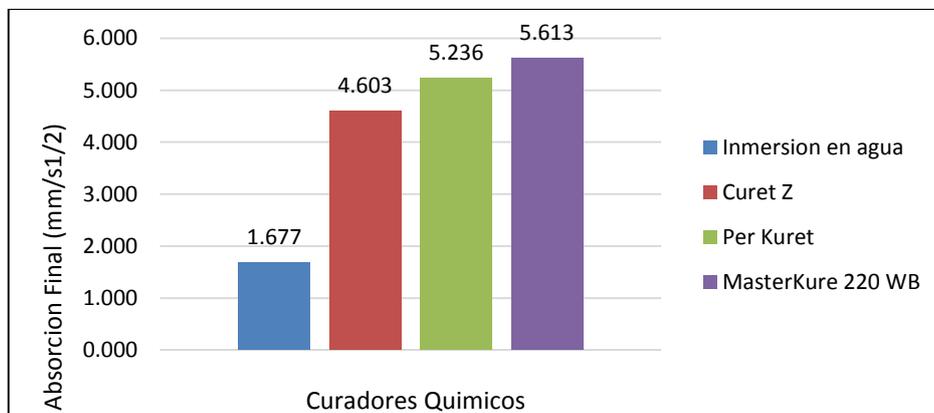


Figura 18: Absorción final en concreto con aditivo SikaCem Plastificante.

En la Fig. N°20 se observa la absorción final de las probetas elaboradas con aditivo Sika Acelerante PE, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción con 3.831, seguido del curador Curet Z con 4.615mm, Per Kuret con 6.065mm y MasterKure 220 WB con 7.024 mm. En concretos con acelerante se tiene una tendencia cercana de valores entre el curado por inmersión y el curador químico Curet Z

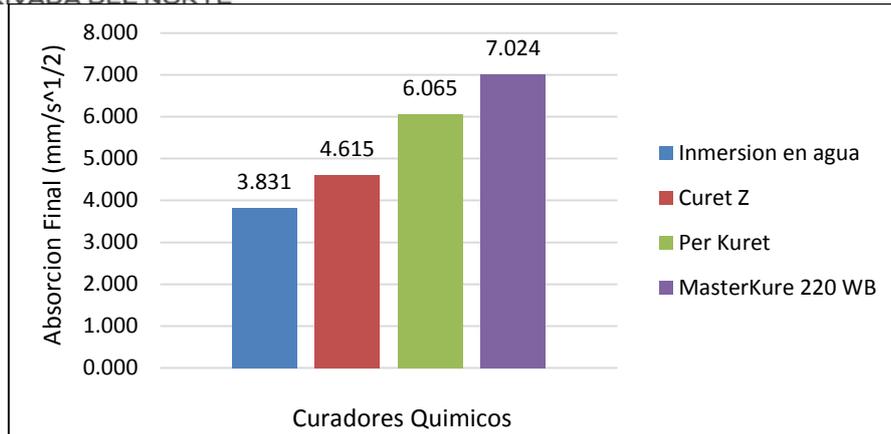


Figura 19: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Acelerante PE.

En la Fig. N°21 se observa la absorción final de las probetas elaboradas con aditivo Retardante Sika Retarder PE, donde el curado por inmersión en agua presenta menos absorción con 4.750 mm, seguido del curador Per Kuret con 4.827mm, Curet Z con 5.362mm, y MasterKure 220 WB con 6.577mm. En la figura observamos que los concretos elaborados con retardante, los curadores si satisfacen una impermeabilización de las muestras. En concretos con estos aditivos se tiene una tendencia cercana de valores entre el curado por inmersión y los curadores químicos, siendo el más cercano el Per kuret.

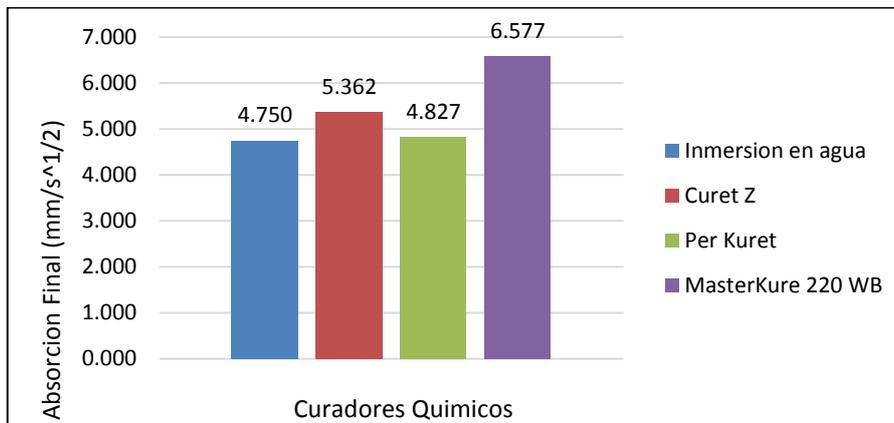


Figura 20: Absorción inicial en concreto con aditivo Sika Retarder PE.

Mediante el ensayo de sorptividad o absorción capilar se determina que el curado por inmersión en agua permeabiliza el concreto a diferencia de los curadores químicos que distan mucho de los beneficios que otorga un curado por inmersión, esta investigación respaldó lo dicho según Asocreto (2010), menciona: someter el concreto a un buen curado de manera que la hidratación continua del cemento genere que el tamaño de los vacíos se reduzca. El concreto curado sin interrupción es menos permeable, evitando la presencia de fisuras, adicionalmente mantiene la hidratación evitando la evaporación temprana del agua de exudación, se evita la formación de redes capilares que generen a libre circulación de agua y por ello el ingreso de sustancias tales como los sulfatos o soluciones ácidas.

Para determinar el análisis de precios unitario de los curadores se eligió una partida descrita en la cámara peruana de la construcción CAPECO (2003), que establece que el rendimiento de curado para un piso de concreto de 4" es de 200 m²/día. Adicionalmente no evaluamos el curado por inmersión en agua debido a que esta no es una práctica que se realice en obra, y lo realizamos para tener un control en laboratorio. Las cantidades utilizadas para el análisis de precio unitario son las descritas en cada ficha técnica de los curadores proporcionándolas en Baldes por ser un contenido comercial. Los precios de hora hombre han sido obtenidas conforme al salario sindical establecido para el año 2019-2020. El precio de los curadores fue sin considerar el IGV de los productos.

El rendimiento establecido por Curet Z y Per Kuret es de 100 m²/balde, mientras el de MasterKure 220 WB es de 95 m²/balde, los tres curadores fueron evaluados con una mochila pulverizadora por ser el equipo utilizado por las empresas constructoras en nuestro medio.

La cantidad del peón fue establecido multiplicando la cuadrilla por el número de horas dividido entre el rendimiento teniendo en todos los casos una cantidad de 0.04 como se aprecia en la tabla N°46. Estos resultados difieren de las tesis: "Influencia de los curadores, tiempo de curado y número de capas en la superficie del concreto sobre la resistencia a compresión, Trujillo 2018" e "Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019", debido a que aquí se analiza el precio en función al curado de un rendimiento asumido, mientras que en esta investigación el costo está en función a m² mediante rendimientos brindados por la cámara peruana de construcción (CAPECO).

Siendo el más económico el curador MasterKure 220 WB con un precio de 1.14 soles por metro cuadrado

4.2 Conclusiones

- Se ejecutó la caracterización de los agregados fino y grueso, determinando así el diseño de mezcla de un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando en su conformación el uso de aditivos como: los plastificante, retardantes y acelerantes. Usando agregado de la cantera la Viuda, cemento portland tipo I con una frescura de 5 días. Para ello se utilizó el método ACI 211, obteniéndose una relación agua/cemento de 0.58 para concreto sin aditivo, en proporciones de cemento 16%, agua 9%, agregado fino 36% y agregado grueso 39%. Usando los aditivos en función al peso del cemento según lo establece cada ficha técnica.
- El mejor resultado de resistencia a los 7 días lo obtuvo Curet Z para concreto con plastificante, retardante y acelerante y Per kuret para concreto sin aditivos, se obtuvo mejores resistencias a compresión con Curet Z de la empresa Z aditivos.
- El mejor resultado de resistencia a compresión a los 28 días lo obtuvo Masterkure 220 WB para concreto sin aditivos y con plastificante, para concreto con retardante y acelerante el mejor resultado lo obtuvo el Per Kuret
- De manera general si en un proyecto lo que se estima es la resistencia a la compresión los resultados mostrados en esta investigación nos brindan información que los curadores trabajan muy bien con esta propiedad mecánica del concreto.
- Para el ensayo de sorptividad o absorción capilar de las probetas cilíndricas, se hizo el ensayo según (ASTM C 1585, 2007), con las tomas de datos que estipula la norma para el pesado de las muestras. Teniendo como resultado que las probetas por inmersión en agua poseen menor absorción capilar que las curadas por curadores formadores de membrana, siendo necesario contemplar la utilización de impermeabilizante si el proyecto lo requiera.
- Para concretos sin aditivos, con plastificante y acelerante, el mejor resultado de sorptividad lo obtuvo Curet Z para una absorción final, acercándose a la permeabilidad con curado por inmersión.
- Para concreto con aditivo retardante, el mejor resultado de sorptividad lo obtuvo el Per Kuret, con valores cercanos a un curado por inmersión en agua.
- En la evaluación económica el MasterKure 220 WB resulto el más económico con un precio de 1.14 nuevos soles por metro cuadrado, seguido de Per Kuret con un precio de 1.28 nuevos soles y Curet Z 1.35 nuevos soles.

REFERENCIAS

- Adanaqué, P. A. (20 de Abril de 2018). *Scribd*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/376911236/NTP-400-017-2011-AGREGADOS-Metodo-de-ensayo-para-determinar-el-peso-unitario-del-agregado-2-pdf>
- APAESTEGUI, K. (Marzo de 4 de 2018). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/372901324/NTP-400-012-2013-pdf>
- Aquiza, L. M. (2 de Octubre de 2019). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/428468851/AGREGADOS>
- ASOCEM. (04 de Septiembre de 2015). *La Sostenibilidad de Concreto como beneficio para la Sociedad*. Obtenido de ASOCEM: <http://www.asocem.org.pe/productos-b/la-sostenibilidad-de-concreto-como-beneficio-para-la-sociedad>
- Carbajal, E. P. (1998). *TOPICOS DE TECNOLOGIA*. Lima: segunda. Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de https://www.academia.edu/36925573/ENRIQUE_PASQUEL_CARBAJAL_TOPICOS_DE_TECNOLOGIA
- Castillo, F. A. (2009). *TECNOLOGIA DEL CONCRETO*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L. - Editor. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/306087568-Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/306087568-Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto%20(4).pdf)
- CORPORACION ACEROS AREQUIPA S.A. (2010). *Manual de Maestro Constructor*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de Aceros Arequipa: <https://www.acerosarequipa.com/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.php>
- Cruzado De La Cruz, H. Y., & Rivera Chuñe, B. (2019). *INFLUENCIA DE TIPOS DE INCORPORADOR DE AIRE SOBRE EL ASENTAMIENTO, AIRE TOTAL, ABSORCIÓN, PESO UNITARIO Y COMPRESIÓN DEL CONCRETO A BAJAS TEMPERATURAS*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo. Recuperado el 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13159>
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. Ministerio de Transportes y Comunicaciones*. Obtenido de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/M anual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- García, A. L. (2012). *Construcción con concreto*. Obtenido de Arqhys Decoración: <https://www.arqhys.com/contenidos/concreto-construccion.html>
- Gestión. (15 de Julio de 2019). *Asocem: Consumo nacional de cemento creció 4.1% en junio*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/economia/asocem-consumo-nacional-cemento-crecio-4-1-junio-273149-noticia/?ref=gesr>
- Hernández, J. N. (2010). *Tecnología del Concreto*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/doc/234779446/Tecnologia-Del-Concreto-Tomo-1>
- Infraestructura Educativa. (2015). *Normas y Especificaciones para Estudios ,Proyectos, Construcción e Instalaciones* (Vol. 6). Mexico. Obtenido de

Leon, J. (s.f). *Tecnología Concreto y Mortero Rivera*. Obtenido de Academia Edu Download:
https://www.academia.edu/25800481/Tecnologia_Concreto_y_Mortero_Rivera

Ingeniería. (10 de Octubre de 2018). *Recomendaciones para el curado del concreto*. Obtenido de
m2 Ingeniería: <https://www.m2peru.com/2018/10/10/recomendaciones-para-el-curado-del-concreto/>

Martín Acosta, A. R., & Howland Albear , J. J. (2012). Investigación de la absorción capilar de
hormigones con áridos calizos cubanos. *RCI*, 3(2), 8. Obtenido de
<https://biblat.unam.mx/hevila/Revistacubanadeingenieria/2012/vol3/no2/3.pdf>

Martín, A. R., & Howland, J. J. (2013). Estudio de la absorción capilar y la sorptividad de hormigones
con áridos calizos cubanos. *Materiales de Construcción*, 13. Obtenido de
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1290-1688-2-PB.pdf>

Naber, M. J. (s.f.). DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD Y LA VELOCIDAD DE SUCCIÓN
CAPILAR DE AGUA DEL HORMIGÓN ENDURECIDO. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad
Tecnologica Nacional, Buenos Aires. Obtenido de <https://docplayer.es/78833884-Determinacion-de-la-capacidad-y-la-velocidad-de-succion-capilar-de-agua-del-hormigon-endurecido.html>

Neville, A. M., & Books, J. J. (2010). *Concrete Technology* (segunda ed.). Inglaterra. Recuperado el
Diciembre de 11 de 2019, de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ICF-Concrete-Technology-NevilleBrooks%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ICF-Concrete-Technology-NevilleBrooks%20(1).pdf)

Pedrosa, M. J. (Diciembre de 2016). Panorama mundial de la construcción. *Construccion Pan -
Americana*. Obtenido de <https://www.construccion-pa.com/noticias/panorama-mundial-la-construccion/>

Perez, M. O. (04 de Febrero de 2013). *La importancia del concreto como material de construcción*.
Obtenido de Academia Edu Download:
https://www.academia.edu/7037474/La_importancia_del_concreto_como_material_de_construccion

Rojas, Y. F. (14 de Abril de 2017). *SCRIBD*. Obtenido de
<https://es.scribd.com/document/345114141/N-T-P-400037-2014-Especificaciones-Agregados>

Sakurai, C. (s.f.). "Absorción por Succión Capilar del Hormigón Endurecido". (*Tesis de Licenciatura*).
Univercidad Tecnologica Nacional Facultad Regional La Plat, Argentina. Obtenido de
file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis2010_Cristian-Sakurai_Absorcion-del-Hormigon.pdf

Sakurai, C. (2009). *ABSORCIÓN POR SUCCIÓN CAPILAR DEL HORMIGÓN*. LEMaC. Obtenido
de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Tesis2009_Cristian-Sakurai.pdf

Sarrita, J. G. (1995). *Tecnología del concreto*. Colombia: Nomos. Obtenido de
<https://es.scribd.com/doc/234779446/Tecnologia-Del-Concreto-Tomo-1>

- Sebita. (31 de Marzo de 2017). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011-Agregados-Metodo-de-Ensayo-Para-Determinar-El-Peso-Unitario-Del-Agregado>
- Sencico. (2014). *MANUAL DE PREPARACIÓN, COLOCACIÓN Y CUIDADOS DEL CONCRETO*. Obtenido de Udocz: <https://www.udocz.com/read/manual-de-preparaci-n--colocaci-n-y-cuidados-del-concreto---sencico>
- Sika. (2009). Curado del Concreto. *Sika*, 16. Recuperado el 11 de Diciembre de 2019, de <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/d10be681-2152-3d17-bb53-20b4d5691c77/Curado%20del%20Concreto.pdf>
- Tello Rodríguez, A. M. (2008). *USO DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE RHEOBUILD 1000 Y LA FIBRA DE POLIPROPILENO FIBERMESH 300 EN EDIFICIOS CON MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA APLICADA AL CONJUNTO HABITACIONAL LOMAS CAMINOS DEL INCA*. Universidad Ricardo Palma, Lima. Recuperado el Diciembre de 2019, de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/96/tello_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Union Andina de Cementos S.A.A. (2013). Table De Dosificaciones Y Equivalencias. *UNACEM*, 9. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/TbIDOSIF.pdf
- Valverde, W. V. (14 de Mayo de 2014). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/348333331/NTP-339-185-2013-AGREGADOS-Metodo-Contenido-de-Humedad-Total-Evaporable-de-Agregados-Por-Secado>
- Valverde, W. V. (14 de Mayo de 2017). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/348322764/NTP-400-022-2013-AGREGADOS-Metodo-Peso-Especifico-y-Absorcion-Del-Agregado-Fino>
- Villagrán Zaccardi, Y. A., Zega, C. J., & Sosa, M. E. (s.f.). ¿CUÁN APTO ES EL MÉTODO PARA MEDIR VELOCIDAD DE SUCCIÓN CAPILAR CUANDO ES APLICADO EN HORMIGONES DE MUY BAJA CAPILARIDAD? *CONICET*, 8. Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Cuan_apto_es_el_metodo_para_medir_veloc.pdf
- VILLEGAS ZAMORA, V. R., & CORRALES PICARDO, M. R. (2012). *VENTAJAS COMPARATIVAS DEL CURADO DE CONCRETO CON AGUA VS CURADO DE CONCRETO CON PRODUCTOS QUÍMICOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2012*. UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO", Huaraz. Recuperado el 2019, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T033_31674717_TI.pdf

APÉNDICE 1: Análisis estadístico para resistencia a la compresión

Prueba de Normalidad

1° Las hipótesis a contrastar:

H_0 : Los datos siguen una distribución normal.

H_a : Los datos no siguen una distribución normal.

2° Nivel de Significancia:

$$\alpha = 0,05$$

3° Cálculo del Estadístico de prueba de Shapiro-Wilk (n=8, menor a 50) y Valor "P":

Tabla 49 Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, Variable Resistencia a 7 días.

Concreto	Curador	n	Estadístico de Shapiro-Wilk	Valor "P"
Sin Aditivo	Poza	8	0.923	0.456
	Per Kuret	8	0.860	0.121
	Curet Z	8	0.829	0.058
	Master Kure 200 WB	8	0.832	0.062
Con Plastificante	Poza	8	0.812	0.538
	Per Kuret	8	0.860	0.121
	Curet Z	8	0.954	0.748
	Master Kure 200 WB	8	0.941	0.622
Con Retardante	Poza	8	0.905	0.318
	Per Kuret	8	0.793	0.064
	Curet Z	8	0.846	0.087
	Master Kure 200 WB	8	0.877	0.175
Con Acelerante	Poza	8	0.935	0.561
	Per Kuret	8	0.946	0.675
	Curet Z	8	0.806	0.053
	Master Kure 200 WB	8	0.963	0.834

4° Comparación:

El valor "P" asociado al estadístico de prueba, en todos los casos, es mayor al nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se acepta la H_0 .

5° Conclusión:

Los datos evaluados siguen una distribución normal.

Análisis de Varianza

1° Las hipótesis a contrastar:

H_0 : Los 4 curadores tienen el mismo efecto en la resistencia a la compresión.

H_a : Al menos 1 de los curadores tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión.

2° Nivel de Significancia:

$$\alpha = 0,05$$

3° Cálculo del Estadístico de prueba F y Valor "P" asociado:

Tabla 50 Prueba de Análisis de Varianza de la Resistencia a 7 días, en tipos de concreto.

CONCRETO		ANÁLISIS DE VARIANZA				
	Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	Estadístico F	Valor "P"
Sin Aditivo	Curador	1455.68916	3	485.229721	32.1442619	0.0000
	Error	422.67053	28	15.0953761		
	Total	1878.35969	31			
Con Plastificante	Curador	5902.10356	3	1967.36785	221.999287	0.0000
	Error	248.137283	28	8.86204582		
	Total	6150.24085	31			
Con Retardante	Curador	2907.53824	3	969.179413	87.6422962	0.0000
	Error	309.633872	28	11.0583526		
	Total	3217.17211	31			
Con Acelerante	Curador	2059.74288	3	686.580961	56.0743083	0.0000
	Error	342.83556	28	12.2441271		
	Total	2402.57844	31			

4° Comparación:

El valor "P" asociado al estadístico de prueba, en todos los casos, es menor al nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la H_0 y se debe aceptar la H_a .

5° Conclusión:

Al menos 1 de los curadores tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión, en los 4 tipos de concreto.

Por lo que se debe proceder a aplicar la prueba post análisis de varianza, en cada tipo de concreto, para determinar cuál es el tratamiento que nos ofrece el mejor resultado.

Post Análisis de Varianza

Tabla 51 Post Análisis de Varianza de la Resistencia a 7 días, Método Tukey, en tipos de concreto.

(I) Curador	(J) Curador	Significación Concreto			
		Sin Aditivo	Con Plastificante	Con Retardante	Con Acelerante
Poza	Per Kuret	0.084	0.000	0.000	0.000
	Curet Z	0.000	0.000	0.000	0.000
	Master Kure 200 WB	0.000	0.000	0.000	0.890
Per Kuret	Poza	0.084	0.000	0.000	0.000
	Curet Z	0.000	0.000	1.000	0.000
	Master Kure 200 WB	0.000	0.016	0.005	0.000
Curet Z	Poza	0.000	0.000	0.000	0.000
	Per Kuret	0.000	0.000	1.000	0.000
	Master Kure 200 WB	0.538	0.000	0.004	0.000
Master Kure 200 WB	Poza	0.000	0.000	0.000	0.890
	Per Kuret	0.000	0.016	0.005	0.000
	Curet Z	0.538	0.000	0.004	0.000

De acuerdo a la comparación por pares del método Tukey:

- En el concreto Sin Aditivo se encontró similitud en 2 pares de curadores (Poza-PER KURET y Curet Z-Master Kure 200 WB), lo cual origina 2 subgrupos.
- En el concreto Con Plastificante, se encontró diferencias significativas entre los 4 tipos de curadores, lo que supone 4 subgrupos.
- En el concreto Con Retardante, se encontró similitud en 1 par de curadores (PER KURET-Curet Z), clasificándose a los curadores en 3 subgrupos.
- Por último, en el concreto Con Acelerante se encontró similitud en 1 par de curadores (Poza-Master Kure 200 WB), clasificándose a los curadores en 3 subgrupos.

Tabla 52 Subconjuntos de los análisis post formados por el método tukey a 7 días.

Concreto	Subconjunto	Curador	Resistencia Promedio
Sin Aditivo	1	Master Kure 200 WB	248.0137
		Curet Z	250.6411
	2	Poza	259.8316
		Per Kuret	264.6581
Con Plastificante	1	Per Kuret	334.9931
	2	Master Kure 200 WB	339.7872
	3	Curet Z	358.1909
	4	Poza	368.4850
Con Retardante	1	Master Kure 200 WB	268.2659
	2	Per Kuret	274.4491
		Curet Z	274.5952
Con Acelerante	1	Per Kuret	259.7359
	2	Poza	267.7271
		Master Kure 200 WB	268.9783
	3	Curet Z	282.1011

1° Las hipótesis a contrastar:

H₀: los datos siguen una distribución normal.

H_a: los datos no siguen una distribución normal.

2° Nivel de Significancia:

$$\alpha = 0,05$$

3° Cálculo del Estadístico de prueba de Shapiro-Wilk (n=8, menor a 50) y Valor "P":

Tabla 53 Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk para la Resistencia a 28 días.

Concreto	Curador	n	Estadístico de Shapiro-Wilk	Valor "P"
Sin Aditivo	Poza	8	0.954	0.756
	Per Kuret	8	0.938	0.589
	Curet Z	8	0.925	0.468
	Master Kure 200 WB	8	0.790	0.053
Con Plastificante	Poza	8	0.927	0.490
	Per Kuret	8	0.916	0.402
	Curet Z	8	0.911	0.363
	Master Kure 200 WB	8	0.862	0.125
Con Retardante	Poza	8	0.875	0.169
	Per Kuret	8	0.910	0.357
	Curet Z	8	0.970	0.902
	Master Kure 200 WB	8	0.960	0.811
Con Acelerante	Poza	8	0.933	0.548
	Per Kuret	8	0.946	0.671
	Curet Z	8	0.871	0.154
	Master Kure 200 WB	8	0.959	0.797

4° Comparación:

El valor "P" asociado al estadístico de prueba, en todos los casos, es mayor al nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se acepta la H₀.

5° Conclusión:

Los datos evaluados siguen una distribución normal.

Análisis de Varianza

1° Las hipótesis a contrastar:

H₀: los 4 curadores tienen el mismo efecto en la resistencia a la compresión.

H_a: al menos 1 de los curadores tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión.

2° Nivel de Significancia:

$\alpha = 0,05$

3° Cálculo del Estadístico de prueba F y Valor "P" asociado:

Tabla 54 Análisis de Varianza de la Resistencia a 28 días, en tipos de concreto

CONCRETO	ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	Estadístico F	Valor "P"
Sin Aditivo	Curador	29614.0111	3	9871.33704	713.371312	0.0000
	Error	387.452414	28	13.8375862		
	Total	30001.4635	31			
Con Plastificante	Curador	15692.117	3	5230.70567	566.031934	0.0000
	Error	258.748226	28	9.24100807		
	Total	15950.8652	31			
Con Retardante	Curador	3996.59177	3	1332.19726	115.183477	0.0000
	Error	323.844392	28	11.5658711		
	Total	4320.43616	31			
Con Acelerante	Curador	5273.27451	3	1757.75817	158.395144	0.0000
	Error	310.724354	28	11.0972983		
	Total	5583.99887	31			

4° Comparación:

El valor "P" asociado al estadístico de prueba, en todos los casos, es menor al nivel de significancia de 0,05. Por lo tanto, se rechaza la H₀ y se debe aceptar la H_a.

5° Conclusión:

Al menos 1 de los curadores tiene un efecto diferente en la resistencia a la compresión, en los 4 tipos de concreto.

Por lo que se debe proceder a aplicar la prueba post análisis de varianza, en cada tipo de concreto, para determinar cuál es el tratamiento que nos ofrece el mejor resultado.

Post Análisis de Varianza

Tabla 55

Post Análisis de Varianza de la Resistencia a 28 días, Método Tukey, en tipos de concreto.

(I) Curador	(J) Curador	Significación Concreto			
		Sin Aditivo	Con Plastificante	Con Retardante	Con Acelerante
Poza	Per Kuret	0.000	0.000	0.000	0.000
	Curet Z	0.000	0.000	0.000	0.000
	Master Kure 220 WB	0.000	0.000	0.000	0.000
Per Kuret	Poza	0.000	0.000	0.000	0.000
	Curet Z	0.262	0.001	0.000	0.124
	Master Kure 220 WB	0.000	0.000	0.000	0.000
Curet Z	Poza	0.000	0.000	0.000	0.000
	Per Kuret	0.262	0.001	0.000	0.124
	Master Kure 220 WB	0.000	0.000	0.000	0.017
Master Kure 200 WB	Poza	0.000	0.000	0.000	0.000
	Per Kuret	0.000	0.000	0.000	0.000
	Curet Z	0.000	0.000	0.000	0.017

De acuerdo a la comparación por pares del método Tukey:

- En el concreto Sin Aditivo se encontró similitud en 1 par de curadores (PER KURET-Curet Z), lo cual origina 3 subgrupos.
- En el concreto Con Plastificante, se encontró diferencias significativas entre los 4 tipos de curadores, lo que supone 4 subgrupos.
- En el concreto Con Retardante, se encontró diferencias significativas entre los 4 tipos de curadores, lo que supone 4 subgrupos.
- Por último, en el concreto Con Acelerante se encontró similitud en 1 par de curadores (Poza-Master Kure 220 WB), clasificándose a los curadores en 3 subgrupos.

Tabla 56 Subconjuntos de los análisis post formados por el método tukey a 28 días.

Concreto	Subconjunto	Curador	Resistencia Promedio
Sin Aditivo	1	PER KURET	327.6560
		Curet Z	331.1387
	2	Master Kure 220 WB	347.6177
		3	Poza
Con Plastificante	1	Curet Z	382.8266
		2	PER KURET
	3	Master Kure 220 WB	403.4115
		4	Poza
Con Retardante	1	Master Kure 220 WB	356.8731
		2	Curet Z
	3	PER KURET	375.1340
		4	Poza
Con Acelerante	1	Master Kure 220 WB	346.7933
		2	Curet Z
	3	PER KURET	355.9351
		Poza	380.2965

APÉNDICE 2: Análisis estadístico para sorptividad.

Análisis de Varianza

1° Las hipótesis a contrastar:

Ho: los 4 curadores tienen el mismo efecto en la sorptividad

Ha: al menos 1 de los curadores tiene un efecto diferente en la sorptividad.

2° Nivel de Significancia:

$$\alpha = 0,05$$

3° Cálculo del Estadístico de prueba F y Valor "P" asociado:

Tabla 57 Análisis de Varianza de la Sorptividad a los 21600 segundos, en tipos de concreto

CONCRETO		ANÁLISIS DE VARIANZA				
	Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	Estadístico F	Valor "P"
Sin Aditivo	Curador	26.6324993	3	8.87749978	10.759883	0.0035
	Error	6.60044333	8	0.82505542		
	Total	33.2329427	11			
Con Plastificante	Curador	9.002174	3	3.00072467	3.45826892	0.0713
	Error	6.94156467	8	0.86769558		
	Total	15.9437387	11			
Con Retardante	Curador	10.880873	3	3.62695767	7.3571459	0.0109
	Error	3.94387467	8	0.49298433		
	Total	14.8247477	11			
Con Acelerante	Curador	13.0584807	3	4.35282689	9.59487832	0.0050
	Error	3.629292	8	0.4536615		
	Total	16.6877727	11			

4° Comparación:

La prueba de hipótesis del análisis de varianza, determina que, en 3 tipos de concreto, el efecto de los curadores aplicados a las unidades experimentales, tienen un efecto significativamente diferente en la variable Sorptividad o Absorción evaluada, a los 21600 segundos, dado que el valor de la significación asociado al estadístico de prueba es menor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En las unidades experimentales tratadas con el curador con **Plastificante**, el valor de la significación asociado al estadístico de prueba (**0.0713**) es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$; lo cual indica que dicho curador tiene el mismo efecto en los 4 tipos de concreto considerados.

5° Conclusión:

Para el caso de los concretos Sin Aditivo, Con Retardante y Con Acelerante, se debe proceder a aplicar la prueba post análisis de varianza, en cada tipo de concreto, para determinar cuál es el tratamiento que nos ofrece el mejor resultado.

Post Análisis de Varianza

Tabla 58 Post Análisis de Varianza de la Absorción Inicial, Método Tukey, en tipos de Concreto

(I) Curador	(J) Curador	Significación			
		Concreto			
		Sin Aditivo	Con Plastificante	Con Retardante	Con Acelerante
Poza	PER KURET	0.003		0.644	0.038
	Curet Z	0.011	No aplica	0.190	0.826
	Master Kure 200 WB	0.089		0.008	0.007
PER KURET	Poza	0.003		0.644	0.038
	Curet Z	0.764	No aplica	0.727	0.127
	Master Kure 200 WB	0.130		0.043	0.577
Curet Z	Poza	0.011		0.190	0.826
	PER KURET	0.764	No aplica	0.727	0.127
	Master Kure 200 WB	0.459		0.185	0.020
Master Kure 200 WB	Poza	0.089		0.008	0.007
	PER KURET	0.130	No aplica	0.043	0.577
	Curet Z	0.459		0.185	0.020

De acuerdo a la comparación por pares del método Tukey:

- En el concreto Sin Aditivo se encontró similitud en 1 par de curadores y en 3 curadores (Poza-Master Kure 200 WB y Master Kure 200 WB-Curet Z-PER KURET), lo cual origina 2 subgrupos.
- En el concreto Con Retardante, se encontró similitud en 3 curadores y en 1 par de curadores (Poza-PER KURET- Curet Z y Curet Z-Master Kure 200 WB), clasificándose a los curadores en 2 subgrupos.
- Por último, en el concreto Con Acelerante se encontró similitud en 3 pares de curadores (Poza-Curet Z, Curet Z-PER KURET y PER KURET-Master Kure 200 WB), clasificándose a los curadores en 3 subgrupos.

Tabla 59 Subconjuntos de los análisis post formados por el método tukey a los 21600 segundos

Concreto	Subconjunto	Curador	Absorción Inicial Promedio
Sin Aditivo	1	Poza	1.0950
		Master Kure 200 WB	3.1667
	2	Master Kure 200 WB	3.1667
		Curet Z	4.3100
		PER KURET	5.0377
Con Retardante	1	Poza	2.2493
		PER KURET	2.9373
		Curet Z	3.5393
	2	Curet Z	3.5393
		Master Kure 200 WB	4.8387
Con Acelerante	1	Poza	1.7867
		Curet Z	2.2580
	2	Curet Z	2.2580
		PER KURET	3.6543
	3	PER KURET	3.6543
		Master Kure 200 WB	4.3797

Tabla 60 Promedio y desviación estándar de la absorción inicial (21600 segundos)

Concreto	Curador	N	Promedio	Desviación Estándar
Sin Aditivo	Poza	3	1.095	0.159
	Per Kuret	3	5.038	0.382
	Curet Z	3	4.310	0.713
	Master Kure 200WB	3	3.167	1.619
Con Plastificante	Poza	3	1.014	0.249
	Per Kuret	3	2.971	1.143
	Curet Z	3	2.458	0.592
	Master Kure 200WB	3	3.268	1.323
Con Retardante	Poza	3	2.249	0.437
	Per Kuret	3	2.937	0.715
	Curet Z	3	3.539	0.750
	Master Kure 200WB	3	4.839	0.842
Con Acelerante	Poza	3	1.787	0.112
	Per Kuret	3	3.654	1.242
	Curet Z	3	2.258	0.118
	Master Kure 200WB	3	4.380	0.496

Análisis de Varianza

1° Las hipótesis a contrastar:

H₀: los 4 curadores tienen el mismo efecto en la sorptividad.

H_a: al menos 1 de los curadores tiene un efecto diferente en la sorptividad.

2° Nivel de Significancia:

$$\alpha = 0,05$$

3° Cálculo del Estadístico de prueba F y Valor "P" asociado:

Tabla 61 Análisis de Varianza de la Sorptividad a los 691200 segundos (7 días), en tipos de concreto

CONCRETO		ANÁLISIS DE VARIANZA				
	Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media cuadrática	Estadístico F	Valor "P"
Sin Aditivo	Curador	42.6915493	3	14.2305164	12.5168153	0.0022
	Error	9.09529533	8	1.13691192		
	Total	51.7868447	11			
Con Plastificante	Curador	28.921097	3	9.64036567	6.08016569	0.0185
	Error	12.684346	8	1.58554325		
	Total	41.605443	11			
Con Retardante	Curador	6.48948825	3	2.16316275	4.34788449	0.0530
	Error	3.980166	8	0.49752075		
	Total	10.4696543	11			
Con Acelerante	Curador	16.5263143	3	5.50877142	10.7923021	0.0035
	Error	4.083482	8	0.51043525		
	Total	20.6097963	11			

4° Comparación:

La prueba de hipótesis del análisis de varianza, determina que, en 3 tipos de concreto, el efecto de los curadores aplicados a las unidades experimentales, tienen un efecto significativamente diferente en la variable Sorptividad o Absorción evaluada, a los 691200 segundos (7 días), dado que el valor de la significación asociado al estadístico de prueba es menor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En las unidades experimentales tratadas con el curador con Retardante, el valor de la significación asociado al estadístico de prueba (0.0530) es mayor al nivel de significancia $\alpha = 0,05$; lo cual indica que dicho curador tiene el mismo efecto en los 4 tipos de concreto considerados.

5° Conclusión:

Para el caso de los concretos Sin Aditivo, Con Plastificante y Con Acelerante, se debe proceder a aplicar la prueba post análisis de varianza, en cada tipo de concreto, para determinar cuál es el tratamiento que nos ofrece el mejor resultado.

Tabla 62 Post Análisis de Varianza de la Absorción Final, Método Tukey, en tipos de concreto

(I) Curador	(J) Curador	Significación			
		Concreto			
		Sin Aditivo	Con Plastificante	Con Retardante	Con Acelerante
Poza	PER KURET	0.002	0.034		0.028
	Curet Z	0.005	0.081	No aplica	0.370
	Master Kure 200 WB	0.029	0.021		0.003
PER KURET	Poza	0.002	0.034		0.028
	Curet Z	0.909	0.925	No aplica	0.305
	Master Kure 200 WB	0.258	0.981		0.360
Curet Z	Poza	0.005	0.081		0.370
	PER KURET	0.909	0.925	No aplica	0.305
	Master Kure 200 WB	0.557	0.761		0.027
Master Kure 200 WB	Poza	0.029	0.021		0.003
	PER KURET	0.258	0.981	No aplica	0.360
	Curet Z	0.557	0.761		0.027

De acuerdo a la comparación por pares del método Tukey:

- En el concreto Sin Aditivo se encontró similitud en 3 curadores (Master Kure 200 WB- Curet Z-PER KURET), lo cual origina 2 subgrupos.
- En el concreto Con Plastificante, se encontró similitud en un par de curadores y en 3 curadores (Poza-Curet Z y Curet Z-PER KURET-Master Kure 200 WB), clasificándose a los curadores en 2 subgrupos.
- Por último, en el concreto Con Acelerante se encontró similitud en 3 pares de curadores (Poza-Curet Z, Curet Z-PER KURET y PER KURET-Master Kure 200 WB), clasificándose a los curadores en 3 subgrupos.

Tabla 63 Subconjuntos de análisis post formados por método tukey a 691200 segundos (7 días)

Concreto	Subconjunto	Curador	Absorción Final Promedio
Sin Aditivo	1	Poza	2.4360
	2	Master Kure 200 WB	5.5600
		Curet Z	6.7407
		PER KURET	7.3167
Con Plastificante	1	Poza	1.9987
		Curet Z	4.9367
	2	Curet Z	4.9367
		PER KURET	5.5687
		Master Kure 200 WB	5.9500
Con Acelerante	1	Poza	4.2300
		Curet Z	5.2383
	2	Curet Z	5.2383
		PER KURET	6.3393
	3	PER KURET	6.3393
		Master Kure 200 WB	7.3618

Tabla 64 Promedio y desviación estándar de la absorción final (691200 segundos / 7 días)

Concreto	Curador	N	Promedio	Desviación Estándar
Sin Aditivo	Poza	3	2.436	0.245
	Per Kuret	3	7.317	0.717
	Curet Z	3	6.741	0.825
	Master Kure 200 WB	3	5.560	1.815
Con Plastificante	Poza	3	1.999	0.484
	Per Kuret	3	5.569	1.675
	Curet Z	3	4.937	0.595
	Master Kure 200 WB	3	5.950	1.717
Con Retardante	Poza	3	5.040	0.761
	Per Kuret	3	5.090	0.482
	Curet Z	3	5.582	0.422
	Master Kure 200 WB	3	6.864	1.000
Con Acelerante	Poza	3	4.230	0.339
	Per Kuret	3	6.339	1.319
	Curet Z	3	5.238	0.137
	Master Kure 200 WB	3	7.361	0.411

ANEXOS

ANEXO N°1 Especificaciones técnicas de los curadores

Tabla 65 Resumen de las especificaciones técnicas de cada curador

Detalle	Curador	MasterKure 220 WB	Curet Z	PER KURET
Norma		No especifica	Norma ASTM C 309 Tipo 1 Tipo 2, Clase B	Norma ASTM C-309 Tipo1, Clase A
N° Capas recomendada		No especifica	No especifica	2
Rendimiento(m2) 4L/balde 20L	galón	20/100	20/100	No especifica
Densidad (Kg/l)		1	1.02	1.02
Apariencia		Líquido blanco lechoso	No especifica	Líquido no viscoso
Color		Blanco	Incoloro	Blanco
Usos		Todo tipo de estructura de concreto	Todo tipo de estructura de concreto	Todo tipo de estructura de concreto
Tiempo de secado		No especifica	12 hrs.	1hr.
Función		No especifica	Curador y Sellador de concreto	Curador y Sellador de concreto
Almacenamiento(años)		1/2	1	1
Temperatura		>5°C	>5°C	>4°C<35°C
Aplicación		Pulverizadora, Rodillo.	Mochila pulverizadora, Brocha, Rodillo, etc.	Pulverizador manual o Mecánico
Presentación		Envases 20kg, Bidones 200Kg y contenedores 1000kg	Balde de 5 Galones y Cilindro de 55 Galones	Balde de 5 Galones y Cilindro de 55 Galones

Tabla 66 Resumen de las especificaciones técnicas de cada aditivo para concreto.

Detalle	RETARDANTE	PLASTIFICANTE	ACELERANTE
Norma	Norma ASTM C 494, tipo B.	Norma ASTM C 494, tipo A.	Norma ASTM C 494, tipo C.
Dosificación	0.2% - 0.9%, del peso del cemento	250ml, por bolsa de cemento	1% - 4%, del peso del cemento
Densidad (Kg/l)	1.14	1.2	1.38
Apariencia	No especifica	Líquido	Líquido
Color	Marrón claro a oscuro	Marrón oscuro	Transparente tonalidad amarilla.
Usos	Vaciado de concreto en tiempo caluroso, grandes volúmenes. Concreto premezclado; transporte de concreto; concreto bombeado	En cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.	Reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras.
Función	Control sobre el fraguado del concreto.	Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.	Contrarresta el efecto del frío sobre la resistencia y el fraguado.
Almacenamiento (años)	1	1	1
Temperatura	No especifica	.+5°C y +30°C	No especifica
Aplicación	No especifica	No especifica	No especifica
Presentación	Cilindro 200lt., IBC 1000l.	PET 4lt., Balde 20lt.	PET 4lt., Balde 20lt.

ANEXO N°1 Caracterización de agregados

Anexo N°1.1 Análisis granulométrico Agregado Fino y Grueso

Tabla 67 Análisis granulométrico agregado fino

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	Muestra 1				Muestra 2				Muestra 3			
		PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
N°1 1/2"	37.50	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
N°1"	25.00	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
N°3/4"	19.00	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
N°1/2"	12.50	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
N°3/8"	9.50	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
N°4	4.75	11	2	2	98	6	1	1	99	4	1	1	99
N°8	2.36	39	8	10	90	39	8	9	91	37	7	8	92
N°16	1.18	56	11	21	79	54	11	20	80	53	11	19	81
N°30	0.60	155	31	52	48	160	32	52	48	153	31	50	50
N°50	0.30	140	28	79	21	139	28	80	20	142	28	78	22
N°100	0.15	81	16	95	5	79	16	95	5	84	17	95	5
N°200	0.08	21	4	100	0	20	4	100	0	23	5	99	1
FONDO	0.00	2	0	100	0	2	0	100	0	3	1	100	0
Sumatoria		505	100			499	100			498	100		
M.F				2.6				2.6				2.5	
% Finos	0												

Tabla 68 Análisis granulométrico agregado grueso

TAMIZ	ABERTURA (mm.)	Muestra 1				Muestra 2				Muestra 3			
		PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)	PESO RETENIDO (g.)	PARCIAL RETENIDO (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
Nº1 1/2"	37.50	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
Nº1"	25.00	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
Nº3/4"	19.00	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100
Nº1/2"	12.50	77	15	15	85	90	18	18	82	111	22	22	78
Nº3/8"	9.50	262	52	68	32	252	50	68	32	249	50	72	28
Nº4	4.75	161	32	100	0	149	30	98	2	134	27	99	1
Nº8	2.36	0	0	100	0	0	0	98	2	0	0	99	1
Nº16	1.18	0	0	100	0	0	0	98	2	0	0	99	1
Nº30	0.60	0	0	100	0	0	0	98	2	0	0	99	1
Nº50	0.30	0	0	100	0	0	0	98	2	0	0	99	1
Nº100	0.15	0	0	100	0	0	0	98	2	0	0	99	1
Nº200	0.08	0	0	100	0	9	2	100	0	5	1	100	0
FONDO	0.00	2	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0
Sumatoria		502	100			500	100			500	100		
M.F				6.8				6.8				6.9	
T.M	3/4"												
T.M.N	1/2"												
% Finos	0												

Tabla 69 Medidas estadísticas para granulometría del agregado fino

N° Tamiz	Abertura (mm)	Promedio de porcentaje que pasa (%)	varianza (%)	Desviación estándar (%)	Desviación Estándar (%) NTP 400.012	Rango para dos valores (%) NTP 400.012	Límite superior (%) ASTM C33	Límite inferior (%) ASTM C33
N°1/2"	12.50	100	0.0	0.0	0.26	0.7	100	100
N°3/8"	9.50	100	0.0	0.0	0.26	0.7	100	100
N°4	4.75	99	0.5	0.7	0.26	0.7	100	95
N°8	2.36	91	0.6	0.8	0.55	1.6	100	80
N°16	1.18	80	1.1	1.1	0.55	1.6	85	50
N°30	0.60	49	1.5	1.2	0.83	2.4	60	25
N°50	0.30	21	0.7	0.8	0.83	2.4	30	5
N°100	0.15	5	0.1	0.4	0.37	1.1	10	0
N°200	0.08	1	0.0	0.0	0.14	0.4	5	0

Tabla 70 Medidas estadísticas para granulometría del agregado grueso

N° Tamiz	Abertura (mm)	Promedio de porcentaje que pasa (%)	varianza (%)	Desviación estándar (%)	Desviación Estándar (%) NTP 400.012	Rango para dos valores (%) NTP 400.012	Límite superior (%) ASTM C136	Límite inferior (%) ASTM C136
N°1 1/2"	37.50	100	0.0	0.0	0.32	0.9	100	100
N°1"	25.00	100	0.0	0.0	0.32	0.9	100	100
N°3/4"	19.00	100	0.0	0.0	0.32	0.9	100	100
N°1/2"	12.50	81	12.3	3.5	1.34	3.8	100	90
N°3/8"	9.50	31	5.9	2.4	1.32	3.7	70	40
N°4	4.75	1	0.5	0.7	0.27	0.8	15	0
N°8	2.36	1	0.5	0.7	0.27	0.8	5	0

Anexo N°1.2 Peso específico

Tabla 71 *Peso específico de agregado fino*

Material	Código	Peso de la muestra seca al horno (g) A	Peso de la fiola (g) M	Peso de la fiola + agua (g) B	Peso de la fiola + muestra (S.S.S) (g) N	Peso de la fiola + agua + muestra (S.S.S) (g) C	Peso de la muestra (S.S.S) (g) S=N-M	Densidad seca (kg/m ³)	Densidad (S.S.S) (kg/m ³)	Densidad Aparente (kg/m ³)	Absorción (%)
Agregado Fino	M1	452	628	670	171	956	457	2644	2673	2723	1
	M2	442	632	685	186	964	446	2643	2670	2717	1
	M3	438	618	668	169	949	449	2609	2673	2788	2
	Promedio							2640			1.1

Tabla 72 *Medidas estadísticas del peso específico y absorción de lo agregado fino*

Ensayos	Resultados promedio (kg/m ³)	Varianza	Desviación estándar (kg/m ³)	Desviación estándar (kg/m ³) NTP 400.021	Rango para dos valores (kg/m ³) NTP 400.021
Densidad (S) (kg/m ³)	2640	4	20	9	25
Densidad (S.S.S) (kg/m ³)	2672	2	2	7	20
Densidad Aparente (kg/m ³)	2742	2	4	7	20
Absorción (%)	1.1	1	0.8	-	-

Tabla 73 *Peso específico de agregado grueso*

Material	Código	Peso de la muestra seca al horno (g) A	Peso muestra (S.S.S) (g) B	Peso de la muestra sumergida en agua (kg) C	Densidad seca (kg/m ³)	Densidad (S.S.S) (kg/m ³)	Densidad Aparente (kg/m ³)	Absorción (%)
Agregado Grueso	M1	99	100	64	2754	2778	2821	0.9
	M2	100	100	62	2623	2632	2646	0.3
	M3	98	100	61	2525	2564	2628	1.5
				Promedio	2630			0.9

Tabla 74 *Medidas estadísticas del peso específico y absorción de lo agregado grueso*

Ensayos	Resultados promedio (kg/m ³)	Varianza	Desviación estándar (kg/m ³)	Desviación estándar (kg/m ³) NTP 400.021	Rango para dos valores (kg/m ³) NTP 400.021
Densidad (S) (kg/m ³)	2630	13	11.5	9	25
Densidad (S.S.S) (kg/m ³)	2658	12	10.9	7	20
Densidad Aparente (kg/m ³)	2698	11	10.7	7	20
Absorción (%)	0.9	0	0.6	-	-

Anexo N°1.3 Peso Unitario Suelto y compactado

Tabla 75 Volumen del molde para peso unitario suelto y compactado de los agregados

Material	Código	Peso del molde (kg)	Peso del molde + agua (kg)	Peso del agua (kg)	Densidad del agua (Kg/m ³)	Volumen de molde (m ³)
Agua	M1	0.99	8.33	7.34	997.4	0.007
	M2	0.99	8.33	7.34	997.4	
	M3	0.99	8.33	7.34	997.4	

Tabla 76 Peso unitario suelto de los agregados

Material	Código	Peso del molde (kg)	Peso del molde + muestra suelta (kg)	Peso de la muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso unitario suelto (Kg/m ³)
Agregado Grueso	M1	0.99	11.145	10.155	0.007	1380
	M2	0.99	11.035	10.045	0.007	1365
	M3	0.99	10.995	10.005	0.007	1360
					Promedio	1360
Agregado Fino	M1	0.99	11.674	10.684	0.007	1457
	M2	0.99	11.695	10.705	0.007	1460
	M3	0.99	11.685	10.695	0.007	1458
					Promedio	1460

Tabla 77 Peso unitario compactado de los agregados

Material	Código	Peso del molde (kg)	Peso del molde + muestra compactada (kg)	Peso de la muestra (kg)	Volumen del molde (m ³)	Peso unitario compactado (Kg/m ³)
Agregado Grueso	M1	0.99	12.485	11.495	0.007	1562
	M2	0.99	12.36	11.370	0.007	1545
	M3	0.99	12.53	11.540	0.007	1568
					Promedio	1560
Agregado Fino	M1	0.99	13.723	12.733	0.007	1737
	M2	0.99	13.769	12.779	0.007	1743
	M3	0.99	13.727	12.737	0.007	1737
					Promedio	1740

Tabla 78 Medidas estadísticas para peso unitario suelto y compactado de los agregados

Ensayos	Agregado	Peso Unitario promedio (Kg/m ³)	Varianza (Kg/m ³)	Desviación estándar (Kg/m ³)	Desviación estándar (kg/m ³) ASTM C29	Rango para dos valores (kg/m ³) ASTM C 29
Peso unitario suelto	A. Fino	1460	2	1	14	40
	A. Grueso	1370	15	4		
Peso unitario compactado	A. Fino	1740	12	3		
	A. Grueso	1560	19	4		

Anexo N°1.4 Humedad de los agregados

Tabla 79 Contenido de humedad agregado grueso

Material	Código	Tara (g)	Tara + muestra natural (g)	Tara + muestra seca (g)	Peso de la muestra natural (g) (Ph)	Peso de la muestra seca (g) (Ps)	Humedad (%) W
Agregados Grueso	E1	46.07	96.20	96.03	50.13	49.96	0.3
	E2	43.88	93.98	93.81	50.1	49.93	0.3
	E3	44.97	95.20	95.08	50.23	50.11	0.2
						Promedio	0.3

Tabla 80 Contenido de humedad agregado fino

Material	Código	Tara (g)	Tara + muestra natural (g)	Tara + muestra seca (g)	Peso de la muestra natural (g) (Ph)	Peso de la muestra seca (g) (Ps)	Humedad (%) W
Agregados Fino	E1	39.85	139.85	139.18	100	99.33	0.7
	E2	40.93	140.93	140.44	100	99.51	0.5
	E3	38.78	138.78	138.01	100	99.23	0.8
						Promedio	0.6

Tabla 81 Medidas estadísticas del contenido de humedad de los agregados

Agregado	Contenido de humedad promedio (%)	Varianza (Kg/m ³)	Desviación estándar (Kg/m ³)	Desviación estándar (kg/m ³) ASTM C566	Rango para dos valores (kg/m ³) ASTM C 566
A. Fino	0.60	0.02	0.14	0.28	0.92
A. Grueso	0.30	0.00	0.06		

Anexo N°1.5 Ensayos complementarios.

Tabla 82 Composición química del agregado fino

Material	Código	pH	Conductividad (dS/m)	Sales (mg/L)	Promedio (dS/m)	Promedio (mg/L)
A. Fino	M1	10.39	0.233	149	0.225	144
	M2	9.95	0.225	144		
	M3	10.11	0.218	140		

Tabla 83 Composición química del agregado grueso

Material	Código	pH	Conductividad (dS/m)	Sales (mg/L)	Promedio (dS/m)	Promedio (mg/L)
A. Grueso	M1	8.24	0.180	115	0.175	112
	M2	8.16	0.179	114		
	M3	7.88	0.165	106		

Tabla 84 Resistencia a la abrasión del agregado grueso

Parámetros	M1	M2	M3
A=Peso tara (g)	750	100	200
B=P. Muestra Seca + P. Tara (g)	5750	5100	5200
C=P. Muestra Tamiz N°12 + P. Tara (g)	5150	4450	4400
Pa = (B-A): P. Muestra seca (g)	5000	5000	5000
Pb = (C-A): P. Muestra Tamiz N°12 (g)	4400	4350	4200
% de Desgaste = ((Pa-Pb)/Pa)x100	12	13	16
Desgaste promedio (%)	14		

Tabla 85 Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado fino

Pasa	Retiene	Gradación Original (%)	Peso de la fracción ensayada (g)	Peso retenido después del ensayo (g)	Pérdida total (%)	Perdida corregida (%)
3/8"	N°4	-	-	-	-	-
N°4	N°8	25.0	100.0	85.8	14.2	3.6
N°8	N°16	25.0	100.0	88.0	12.0	3.0
N°16	N°30	25.0	100.0	88.5	11.5	2.9
N°30	N°50	25.0	100.0	90.2	9.8	2.5
N°50	-	0.0	0.0	0.0	-	-
Total		100.0	400.0	352.5	-	11.9

Tabla 86 Durabilidad al sulfato de magnesio del agregado grueso

Pasa	Retiene	Gradación Original (%)	Peso de la fracción ensayada (g)	Peso retenido después del ensayo (g)	Pérdida total (%)	Perdida corregida (%)
1"	3/4"	-	-	-	-	-
3/4"	1/2"	21.6	145.1	118.1	18.6	4.0
1/2"	3/8"	58.9	395.0	376.9	4.6	2.7
3/8"	N°4	19.5	131.0	125.0	4.5	0.9
N°4	-	0.0	0.0	0.0	-	-
Total		100.0	671.0	620.1	-	7.6

ANEXO N°2 Resistencia a la compresión de probetas evaluadas a 7 días.

Tabla 87 Compresión de probetas a 7 días, curadas por inmersión.

Datos									
Curado:	Inmersión								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	22821	10	79	291	294	8"	2.07		
	23259	10	79	296					
	22921	10	79	292					
	23086	10	79	294					
	23198	10	79	295					
	23168	10	79	295					
	23157	10	79	295					
	22892	10	79	291					
Sika Acelerante Pe	20598	10	79	262	268	7"	3.35	3.2	10.6
	20714	10	79	264					
	21159	10	79	269					
	21026	10	79	268					
	21342	10	79	272					
	21261	10	79	271					
	20939	10	79	267					
	21179	10	79	270					
SikaCem Plastificante	29112	10	79	371	368	5"	3.05		
	29051	10	79	370					
	28637	10	79	365					
	28694	10	79	365					
	29133	10	79	371					
	29204	10	79	372					
	29051	10	79	370					
	28642	10	79	365					
Sin aditivo	20170	10	79	257	260	4"	2.84		
	20414	10	79	260					
	20578	10	79	262					
	20647	10	79	263					
	20282	10	79	258					
	20496	10	79	261					
	20042	10	79	255					
	20629	10	79	263					

Tabla 88 Compresión de probetas a 7 días, curadas con Per Kuret..

Datos									
Curador:	Per Kuret								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	21939	10	79	279	274	8"	3.98		
	21811	10	79	278					
	21296	10	79	271					
	21261	10	79	271					
	21760	10	79	277					
	21276	10	79	271					
	21235	10	79	270					
	21862	10	79	278					
Sika Acelerante Pe	20383	10	79	260	260	7"	3.93		
	20483	10	79	261					
	20634	10	79	263					
	20677	10	79	263					
	20195	10	79	257					
	20226	10	79	258					
	20766	10	79	264					
	19833	10	79	253					
SikaCem Plastificante	26349	10	79	335	335	5"	3.70	3.2	10.6
	26477	10	79	337					
	26069	10	79	332					
	26543	10	79	338					
	25890	10	79	330					
	25972	10	79	331					
	26584	10	79	338					
	26600	10	79	339					
Sin aditivo	20975	10	79	267	265	4"	2.85		
	20822	10	79	265					
	20516	10	79	261					
	20572	10	79	262					
	20924	10	79	266					
	20493	10	79	261					
	20940	10	79	267					
	21047	10	79	268					

Tabla 89 *Compresión de probetas a 7 días, curadas con Curet Z.*

Datos									
Curador:	Curet Z								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	21261	10	79	271	275	8"	3.93		
	21628	10	79	275					
	21852	10	79	278					
	21939	10	79	279					
	21383	10	79	272					
	21307	10	79	271					
	21934	10	79	279					
	21230	10	79	270					
Sika Acelerante Pe	21832	10	79	278	282	7"	3.93		
	22377	10	79	285					
	21980	10	79	280					
	21801	10	79	278					
	22438	10	79	286					
	21878	10	79	279					
	22454	10	79	286					
	22489	10	79	286					
SikaCem Plastificante	28501	10	79	363	358	5"	2.98	3.2	10.6
	28409	10	79	362					
	27935	10	79	356					
	27970	10	79	356					
	28072	10	79	357					
	28230	10	79	359					
	27828	10	79	354					
	28113	10	79	358					
Sin aditivo	19313	10	79	246	251	4"	4.84		
	19971	10	79	254					
	20129	10	79	256					
	19532	10	79	249					
	19283	10	79	246					
	19237	10	79	245					
	20007	10	79	255					
	20012	10	79	255					

Tabla 90 *Compresión de probetas a 7 días, curadas por MasterKure 220 WB.*

Datos									
Curador:	MasterKure 220 WB								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	20929	10	79	266	268	8"	2.95		
	21322	10	79	271					
	21378	10	79	272					
	20853	10	79	266					
	20807	10	79	265					
	21103	10	79	269					
	20883	10	79	266					
21281	10	79	271						
Sika Acelerante Pe	21322	10	79	271	269	7"	2.62		
	21434	10	79	273					
	21169	10	79	270					
	20996	10	79	267					
	20996	10	79	267					
	21256	10	79	271					
	21020	10	79	268					
20812	10	79	265				3.2	10.6	
SikaCem Plastificante	26777	10	79	341	340	5"	1.89		
	26599	10	79	339					
	26839	10	79	342					
	26645	10	79	339					
	26767	10	79	341					
	26461	10	79	337					
	26869	10	79	342					
26538	10	79	338						
Sin aditivo	19079	10	79	243	248	4"	4.55		
	19777	10	79	252					
	19731	10	79	251					
	19339	10	79	246					
	19145	10	79	244					
	19063	10	79	243					
	19814	10	79	252					
19884	10	79	253						

ANEXO N°4 Resistencia a la compresión de probetas evaluadas a 28 días.

Tabla 91 *Compresión de probetas a 28 días, curadas por inmersión.*

Datos									
Curado:	Inmersión								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	30452	10	79	388	387	8"	3.1		
	30428	10	79	387					
	30234	10	79	385					
	30351	10	79	386					
	30198	10	79	384					
	30605	10	79	390					
	30260	10	79	385					
	30933	10	79	394					
Sika Acelerante Pe	29622	10	79	377	380	7"	3.9	3.2	10.6
	29668	10	79	378					
	29877	10	79	380					
	30125	10	79	384					
	29745	10	79	379					
	30456	10	79	388					
	29515	10	79	376					
	29938	10	79	381					
SikaCem Plastificante	34670	10	79	441	440	5"	3.1		
	34751	10	79	442					
	34476	10	79	439					
	34286	10	79	437					
	34986	10	79	445					
	34374	10	79	438					
	34297	10	79	437					
	34670	10	79	441					
Sin aditivo	31370	10	79	399	404	4"	4.0		
	32182	10	79	410					
	32003	10	79	407					
	31794	10	79	405					
	31458	10	79	401					
	31585	10	79	402					
	31861	10	79	406					
	31295	10	79	398					

Tabla 92 *Compresión de probetas a 28 días, curadas con Per Kuret.*

Datos									
Curador:	Per Kuret								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	29174	10	79	371	375	8"	3.7		
	29199	10	79	372					
	29770	10	79	379					
	29576	10	79	377					
	29485	10	79	375					
	29801	10	79	379					
	29648	10	79	377					
29051	10	79	370						
Sika Acelerante Pe	27889	10	79	355	356	7"	3.1		
	28246	10	79	360					
	28042	10	79	357					
	27736	10	79	353					
	28144	10	79	358					
	27889	10	79	355					
	28164	10	79	359					
27532	10	79	351				3.2	10.6	
SikaCem Plastificante	30402	10	79	387	389	5"	2.3		
	30402	10	79	387					
	30897	10	79	393					
	30494	10	79	388					
	30729	10	79	391					
	30464	10	79	388					
	30627	10	79	390					
30696	10	79	391						
Sin aditivo	25528	10	79	325	328	4"	2.2		
	26002	10	79	331					
	25548	10	79	325					
	25763	10	79	328					
	25849	10	79	329					
	25643	10	79	327					
	25903	10	79	330					
25635	10	79	326						

Tabla 93 Compresión de probetas a 28 días, curadas con Curet Z

Datos									
Curador:	Curet Z								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	28608	10	79	364	367	8"	3.5	3.2	10.6
	28633	10	79	365					
	28450	10	79	362					
	29016	10	79	369					
	28842	10	79	367					
	29245	10	79	372					
	28908	10	79	368					
	29112	10	79	371					
Sika Acelerante Pe	27501	10	79	350	352	7"	3.2	3.2	10.6
	27955	10	79	356					
	27318	10	79	348					
	27894	10	79	355					
	27389	10	79	349					
	27825	10	79	354					
	27863	10	79	355					
	27495	10	79	350					
SikaCem Plastificante	29714	10	79	378	383	5"	3.2	3.2	10.6
	29760	10	79	379					
	30010	10	79	382					
	30178	10	79	384					
	29928	10	79	381					
	30270	10	79	385					
	30356	10	79	387					
	30321	10	79	386					
Sin aditivo	25559	10	79	325	331	4"	4.0	3.2	10.6
	26388	10	79	336					
	25941	10	79	330					
	26051	10	79	332					
	25707	10	79	327					
	25768	10	79	328					
	26375	10	79	336					
	26273	10	79	335					

Tabla 94 Compresión de probetas a 28 días, curadas con MasterKure 220.

Datos									
Curador:	MasterKure 220 WB								
Piedra:	1/2"								
Cemento:	Pacasmayo Tipo I								
Concreto	Lectura Dial (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Promedio	Slump	Desviación estándar (kg/cm ²)	Coefficiente de variación (%) NTP 339.034	Rango aceptable (%) NTP 339.034
Sika Retarder PE	27821	10	79	354	357	8"	3.4		
	28011	10	79	357					
	28083	10	79	358					
	27952	10	79	356					
	27889	10	79	355					
	28490	10	79	363					
	27677	10	79	352					
	28307	10	79	360					
Sika Acelerante Pe	27136	10	79	346	347	7"	3.0	3.2	10.6
	27456	10	79	350					
	27124	10	79	345					
	27150	10	79	346					
	27315	10	79	348					
	27583	10	79	351					
	27328	10	79	348					
	26805	10	79	341					
SikaCem Plastificante	31274	10	79	398	403	5"	3.4		
	31767	10	79	404					
	31891	10	79	406					
	31564	10	79	402					
	31315	10	79	399					
	31810	10	79	405					
	31886	10	79	406					
	31965	10	79	407					
Sin aditivo	27644	10	79	352	348	4"	4.2		
	26966	10	79	343					
	27002	10	79	344					
	27583	10	79	351					
	27675	10	79	352					
	26951	10	79	343					
	27063	10	79	345					
	27532	10	79	351					

ANEXO N°6 Ensayo de sorptividad.

Tabla 95 Sorptividad en concreto sin Aditivo curado en poza, ml.

Tiempo de ensayo					
Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	978.5	0.00	0.000
-	60	8	980.3	1.80	0.229
-	300	17	980.8	2.30	0.293
-	600	24	981.8	3.30	0.420
-	1200	35	982.3	3.80	0.484
-	1800	42	982.6	4.10	0.522
-	3600	60	983.4	4.90	0.624
-	7200	85	984.1	5.60	0.713
-	10800	104	985.3	6.80	0.866
-	14400	120	986	7.50	0.955
-	18000	134	986.4	7.90	1.006
-	21600	147	986.7	8.20	1.044
1	92220	304	989.2	10.70	1.362
2	193200	440	992.5	14.00	1.783
3	268500	518	993.2	14.70	1.872
4	432000	657	994.5	16.00	2.037
5	527580	726	995.9	17.40	2.215
6	622200	789	996.4	17.90	2.279
7	691200	831	997.3	18.8	2.394

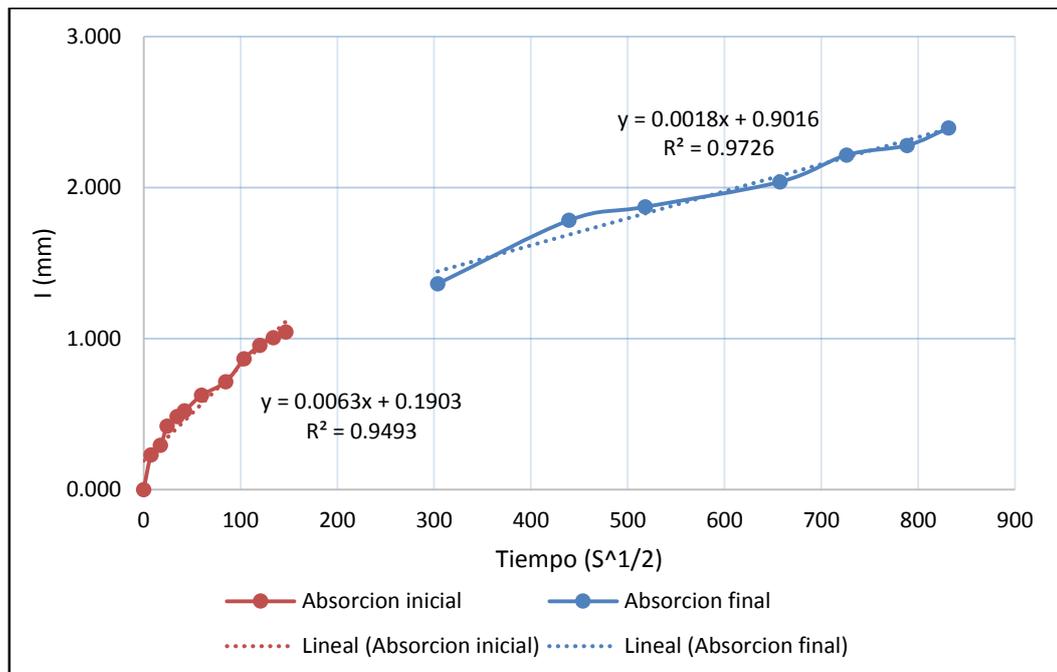


Figura 21: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado en poza, ml.

Tabla 96 Sorptividad en concreto sin Aditivo curado en poza, m2

Tiempo de ensayo					
Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	958.7	0.00	0.000
-	60	8	960.9	2.20	0.280
-	300	17	961.5	2.80	0.357
-	600	24	961.81	3.11	0.396
-	1200	35	962.3	3.60	0.458
-	1800	42	962.6	3.90	0.497
-	3600	60	963.2	4.50	0.573
-	7200	85	964.1	5.40	0.688
-	10800	104	965.1	6.40	0.815
-	14400	120	965.6	6.90	0.879
-	18000	134	965.9	7.20	0.917
-	21600	147	966.3	7.60	0.968
1	92220	304	968.8	10.10	1.286
2	193200	440	972.1	13.40	1.706
3	268500	518	973	14.30	1.821
4	432000	657	974	15.30	1.948
5	527580	726	974.2	15.50	1.974
6	622200	789	975.6	16.90	2.152
7	691200	831	976.1	17.4	2.215

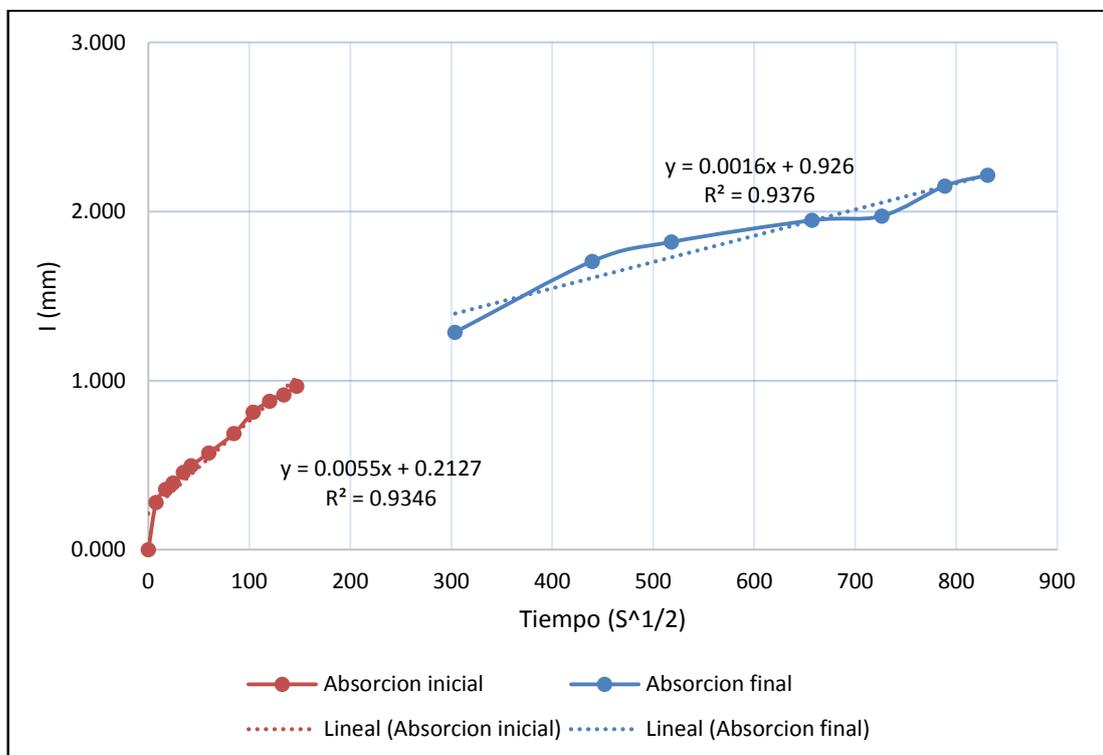


Figura 22: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado en poza, m2.

Tabla 97 Sorptividad en concreto sin Aditivo curado en poza, m³

Tiempo de ensayo					
Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	992.8	0.00	0.000
-	60	8	994.9	2.10	0.267
-	300	17	995.5	2.70	0.344
-	600	24	996.6	3.80	0.484
-	1200	35	997.2	4.40	0.560
-	1800	42	997.5	4.70	0.598
-	3600	60	998.6	5.80	0.738
-	7200	85	1000	7.20	0.917
-	10800	104	1000.9	8.10	1.031
-	14400	120	1001.7	8.90	1.133
-	18000	134	1002.3	9.50	1.210
-	21600	147	1002.8	10.00	1.273
1	92220	304	1006.2	13.40	1.706
2	193200	440	1010.1	17.30	2.203
3	268500	518	1010.8	18.00	2.292
4	432000	657	1011.9	19.10	2.432
5	527580	726	1012	19.20	2.445
6	622200	789	1013.4	20.60	2.623
7	691200	831	1014	21.2	2.699

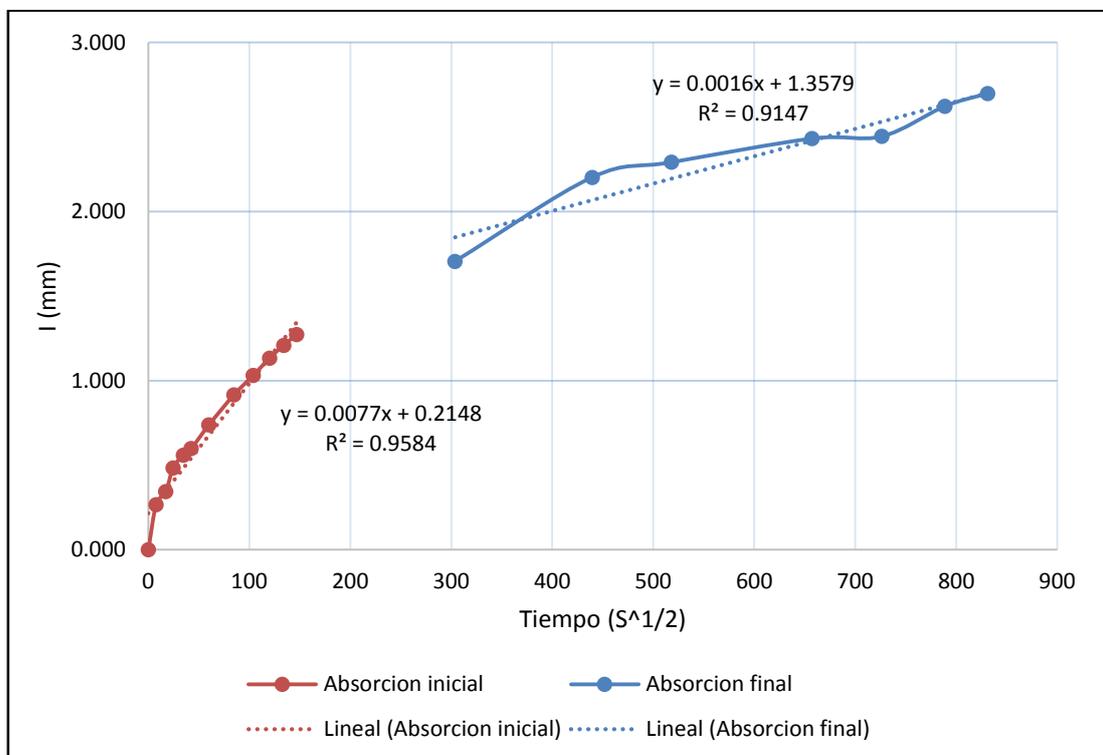


Figura 23: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado en poza, m³.

Tabla 98 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado en poza, ml.

Tiempo de ensayo		Raíz C.	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área
Días	s	tiempo S ^(1/2)			densidad de agua = l (mm)
-	0	0	970.2	0.00	0.000
-	60	8	972.3	2.10	0.267
-	300	17	973	2.80	0.357
-	600	24	973.9	3.70	0.471
-	1200	35	974	3.80	0.484
-	1800	42	974.8	4.60	0.586
-	3600	60	975.5	5.30	0.675
-	7200	85	976.4	6.20	0.789
-	10800	104	977.2	7.00	0.891
-	14400	120	977.8	7.60	0.968
-	18000	134	978.2	8.00	1.019
-	21600	147	978.7	8.50	1.082
1	92220	304	980.7	10.50	1.337
2	193200	440	983.2	13.00	1.655
3	268500	518	983.7	13.50	1.719
4	432000	657	984.4	14.20	1.808
5	527580	726	984.5	14.30	1.821
6	622200	789	985.9	15.70	1.999
7	691200	831	987.3	17.1	2.177

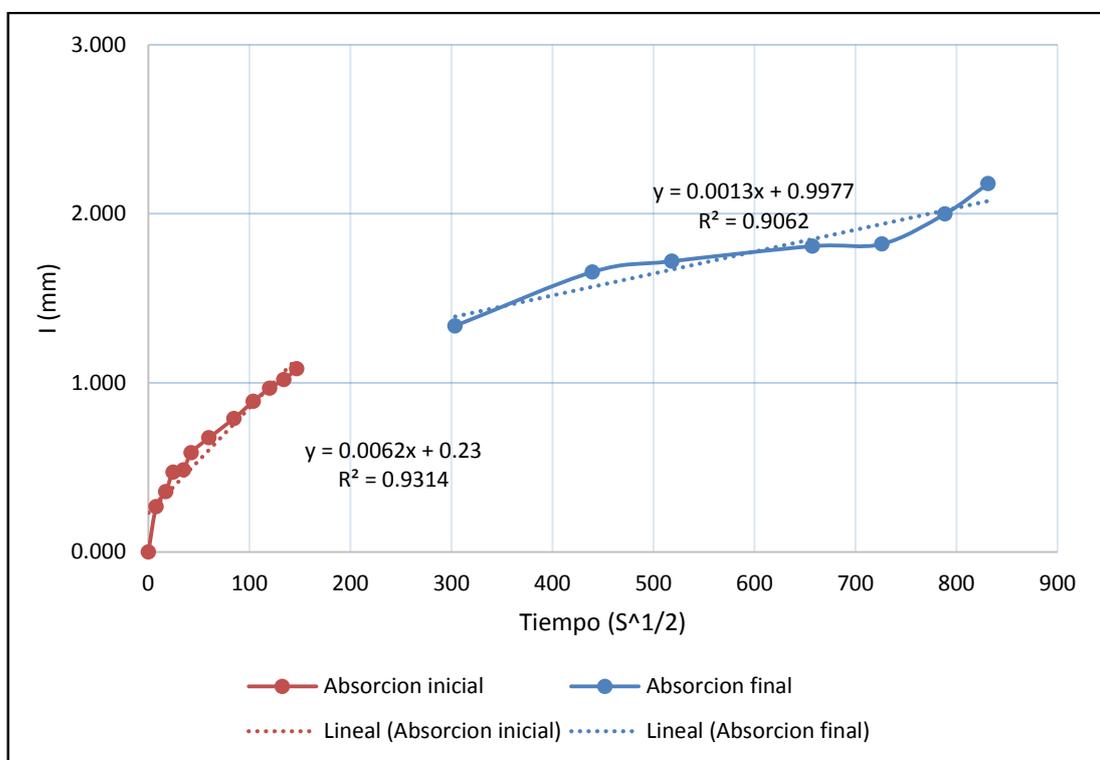


Figura 24: Velocidad de absorción capilar en SikaCem plastificante, curado en poza ml.

Tabla 99 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado en poza, m2.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	961.1	0.00	0.000
-	60	8	962.6	1.50	0.191
-	300	17	962.9	1.80	0.229
-	600	24	963.8	2.70	0.344
-	1200	35	964.1	3.00	0.382
-	1800	42	964.5	3.40	0.433
-	3600	60	964.9	3.80	0.484
-	7200	85	965.4	4.30	0.547
-	10800	104	966.2	5.10	0.649
-	14400	120	966.5	5.40	0.688
-	18000	134	966.7	5.60	0.713
-	21600	147	966.9	5.80	0.738
1	92220	304	968.2	7.10	0.904
2	193200	440	970.1	9.00	1.146
3	268500	518	970.4	9.30	1.184
4	432000	657	970.7	9.60	1.222
5	527580	726	970.7	9.60	1.222
6	622200	789	971.6	10.50	1.337
7	691200	831	972.5	11.4	1.451

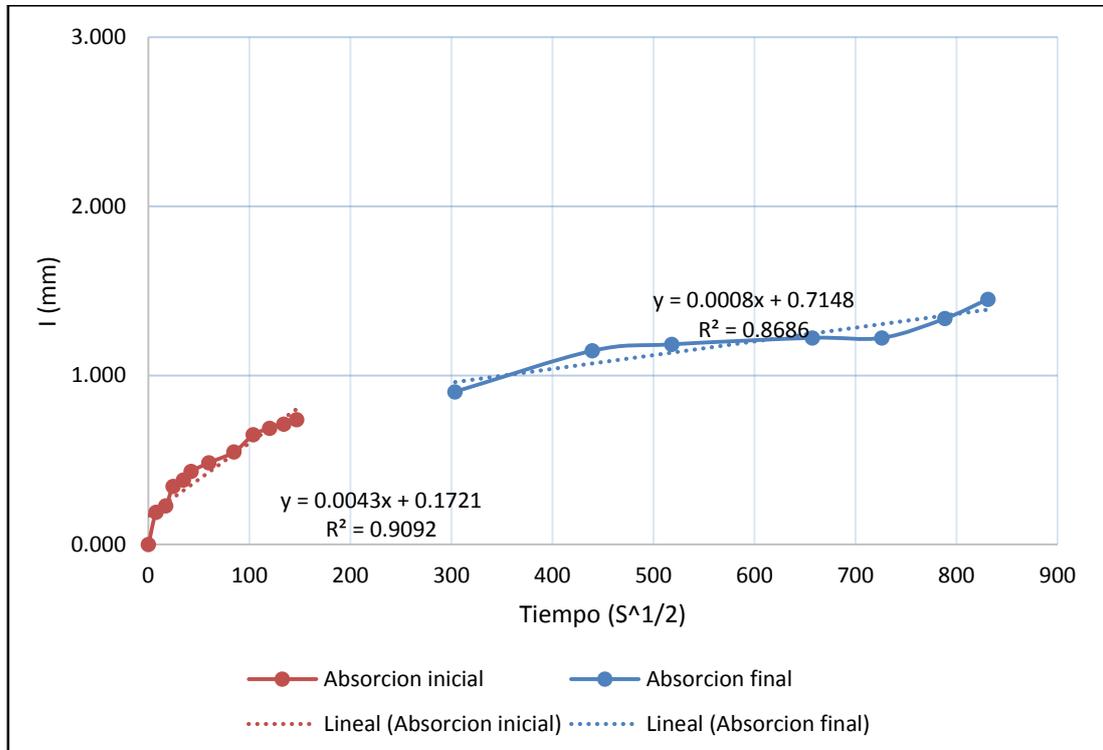


Figura 25: Velocidad de absorción capilar en SikaCem plastificante, curado en poza m2

Tabla 100 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado en poza, m3.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	948.7	0.00	0.000
-	60	8	951.3	2.60	0.331
-	300	17	952	3.30	0.420
-	600	24	953	4.30	0.547
-	1200	35	953.6	4.90	0.624
-	1800	42	954.2	5.50	0.700
-	3600	60	954.9	6.20	0.789
-	7200	85	955.9	7.20	0.917
-	10800	104	957	8.30	1.057
-	14400	120	957.7	9.00	1.146
-	18000	134	958	9.30	1.184
-	21600	147	958.3	9.60	1.222
1	92220	304	960.9	12.20	1.553
2	193200	440	963.6	14.90	1.897
3	268500	518	964.1	15.40	1.961
4	432000	657	965.1	16.40	2.088
5	527580	726	965.3	16.60	2.114
6	622200	789	966.4	17.70	2.254
7	691200	831	967.3	18.6	2.368

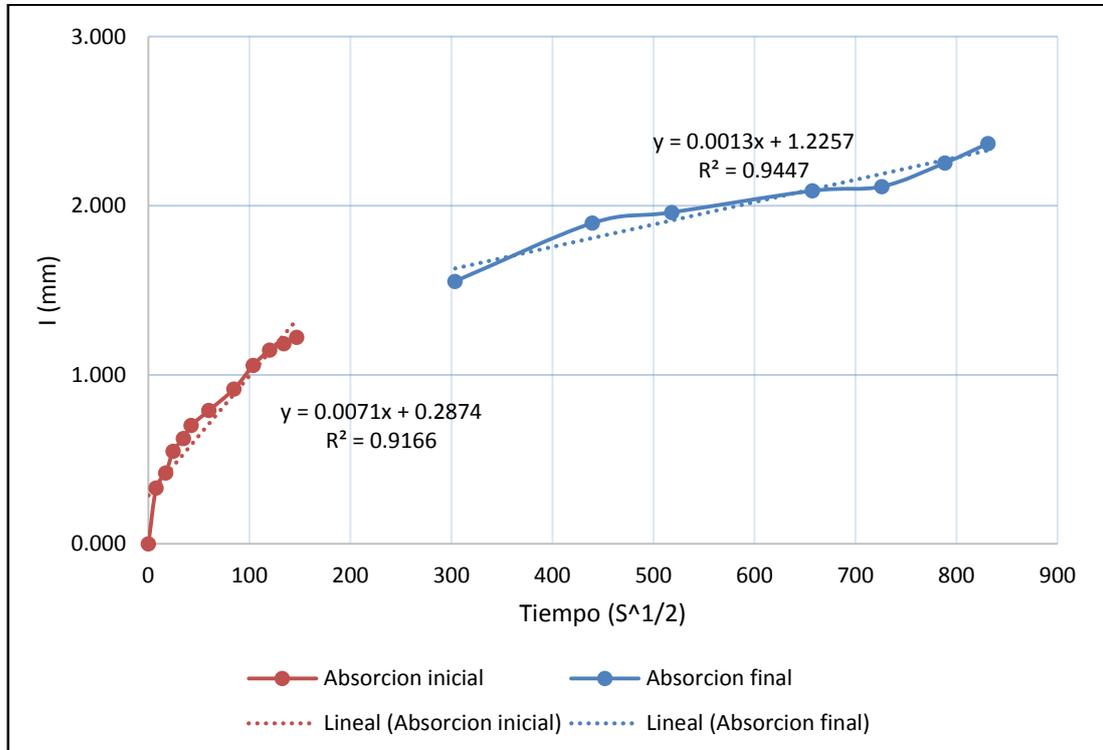


Figura 26: Velocidad de absorción capilar en SikaCem plastificante, curado en poza m3

Tabla 101 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza ml.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	981.7	0.00	0.000
-	60	8	983.4	1.70	0.216
-	300	17	984.5	2.80	0.357
-	600	24	985.1	3.40	0.433
-	1200	35	985.9	4.20	0.535
-	1800	42	986.7	5.00	0.637
-	3600	60	988.2	6.50	0.828
-	7200	85	989.5	7.80	0.993
-	10800	104	991.4	9.70	1.235
-	14400	120	992.5	10.80	1.375
-	18000	134	993.2	11.50	1.464
-	21600	147	995.5	13.80	1.757
1	92220	304	1002.3	20.60	2.623
2	193200	440	1007	25.30	3.221
3	268500	518	1009.8	28.10	3.578
4	432000	657	1012.2	30.50	3.883
5	527580	726	1012.32	30.62	3.899
6	622200	789	1013.47	31.77	4.045
7	691200	831	1013.69	31.99	4.073

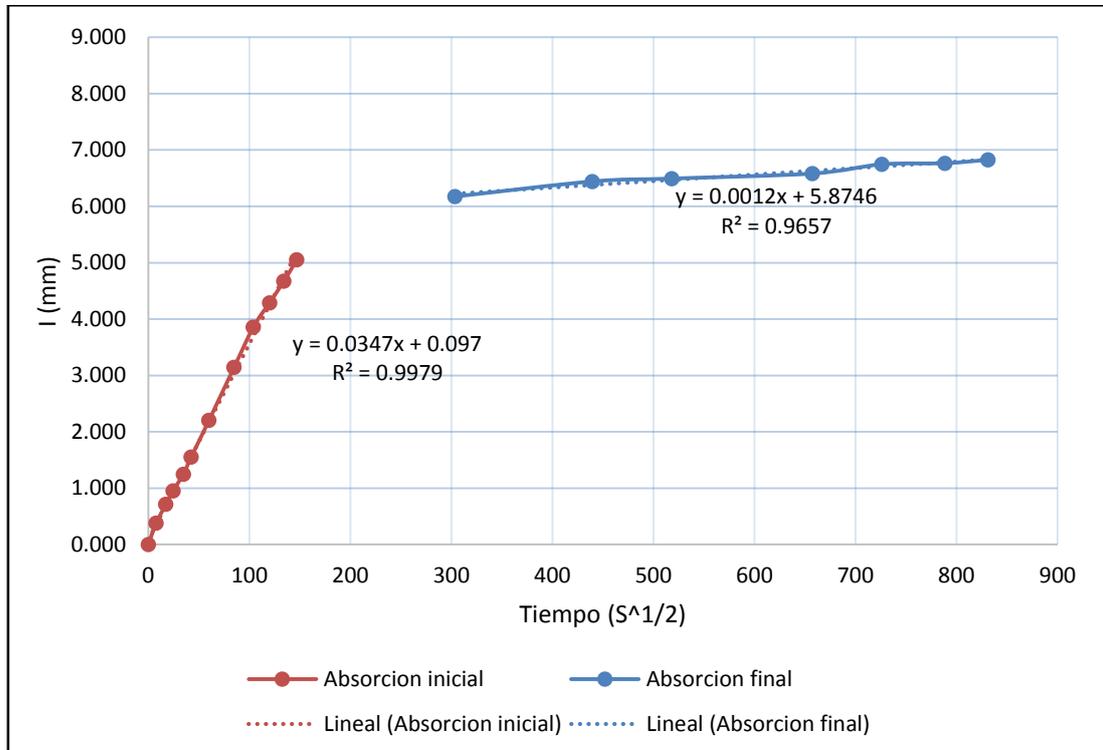


Figura 27: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza ml

Tabla 102 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m2.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	906.5	0.00	0.000
-	60	8	908.6	2.10	0.267
-	300	17	909.2	2.70	0.344
-	600	24	909.8	3.30	0.420
-	1200	35	910.9	4.40	0.560
-	1800	42	911.8	5.30	0.675
-	3600	60	912.7	6.20	0.789
-	7200	85	915.7	9.20	1.171
-	10800	104	917.1	10.60	1.350
-	14400	120	918.3	11.80	1.502
-	18000	134	919.6	13.10	1.668
-	21600	147	919.8	13.30	1.693
1	92220	304	930.6	24.10	3.069
2	193200	440	936.5	30.00	3.820
3	268500	518	939.4	32.90	4.189
4	432000	657	941.2	34.70	4.418
5	527580	726	941.45	34.95	4.450
6	622200	789	942.02	35.52	4.523
7	691200	831	942.78	36.28	4.619

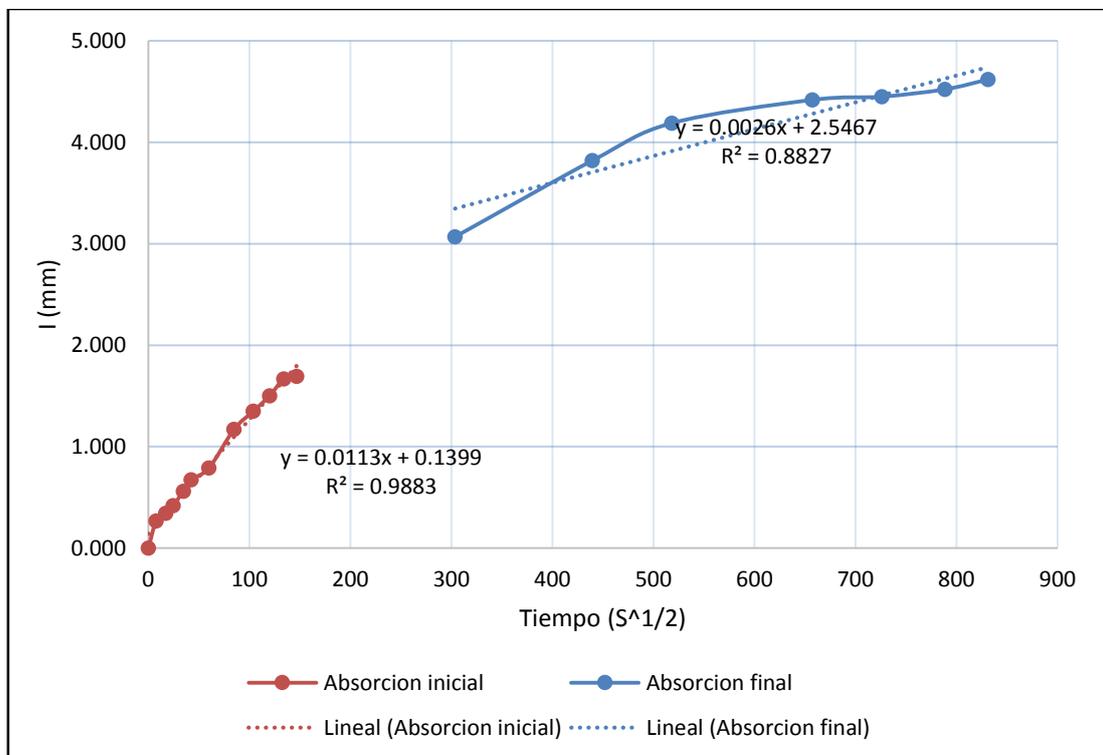


Figura 28: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m2

Tabla 103 Sorptividad de concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m3.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	874.8	0.00	0.000
-	60	8	876.7	1.90	0.242
-	300	17	877.3	2.50	0.318
-	600	24	877.9	3.10	0.395
-	1200	35	879	4.20	0.535
-	1800	42	880	5.20	0.662
-	3600	60	881.6	6.80	0.866
-	7200	85	884.1	9.30	1.184
-	10800	104	885.8	11.00	1.401
-	14400	120	887	12.20	1.553
-	18000	134	888.2	13.40	1.706
-	21600	147	889.8	15.00	1.910
1	92220	304	898.9	24.10	3.069
2	193200	440	902.4	27.60	3.514
3	268500	518	903.9	29.10	3.705
4	432000	657	905.3	30.50	3.883
5	527580	726	905.5	30.70	3.909
6	622200	789	905.98	31.18	3.970
7	691200	831	906.2	31.4	3.998

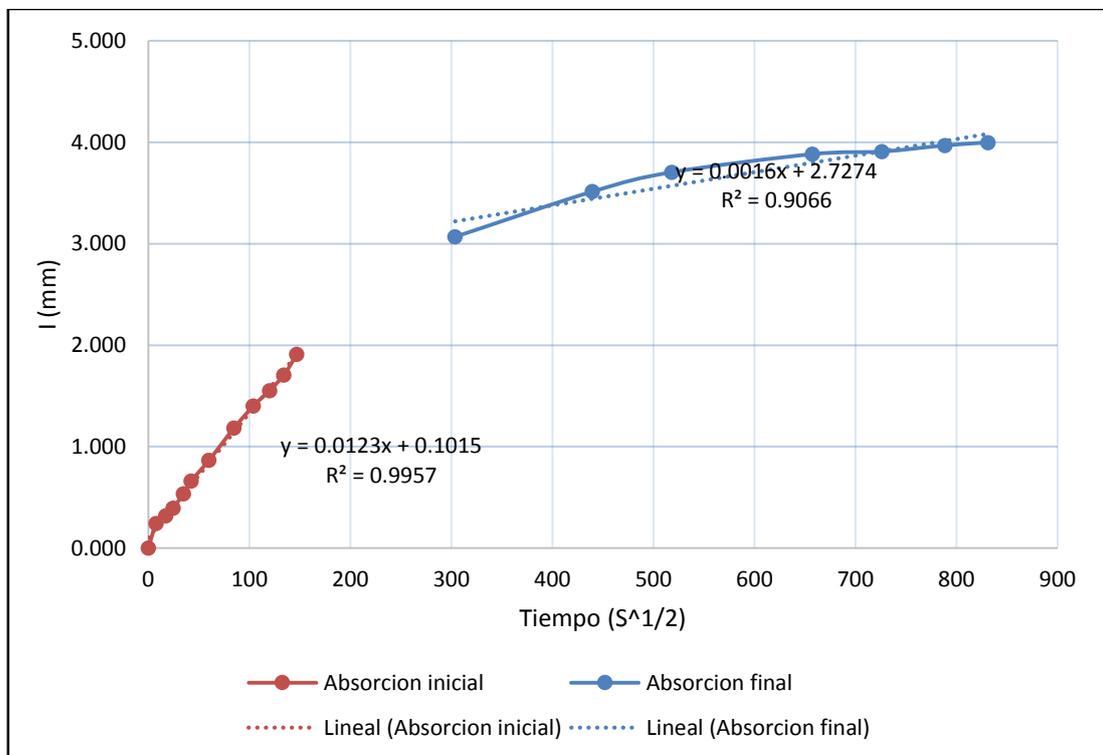


Figura 29: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Acelerante PE, curado en poza m3.

Tabla 104 Sorptividad en concreto con Sika Retardante PE curado en poza, ml.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	951.7	0.00	0.000
-	60	8	954.3	2.60	0.331
-	300	17	956	4.30	0.547
-	600	24	957	5.30	0.675
-	1200	35	957.8	6.10	0.777
-	1800	42	958.7	7.00	0.891
-	3600	60	960.6	8.90	1.133
-	7200	85	962.8	11.10	1.413
-	10800	104	964.8	13.10	1.668
-	14400	120	966.2	14.50	1.846
-	18000	134	966.5	14.80	1.884
-	21600	147	967.8	16.10	2.050
1	92220	304	977.6	25.90	3.298
2	193200	440	985.1	33.40	4.253
3	268500	518	986.5	34.80	4.431
4	432000	657	987.4	35.70	4.545
5	527580	726	987.6	35.90	4.571
6	622200	789	987.92	36.22	4.612
7	691200	831	988.55	36.85	4.692

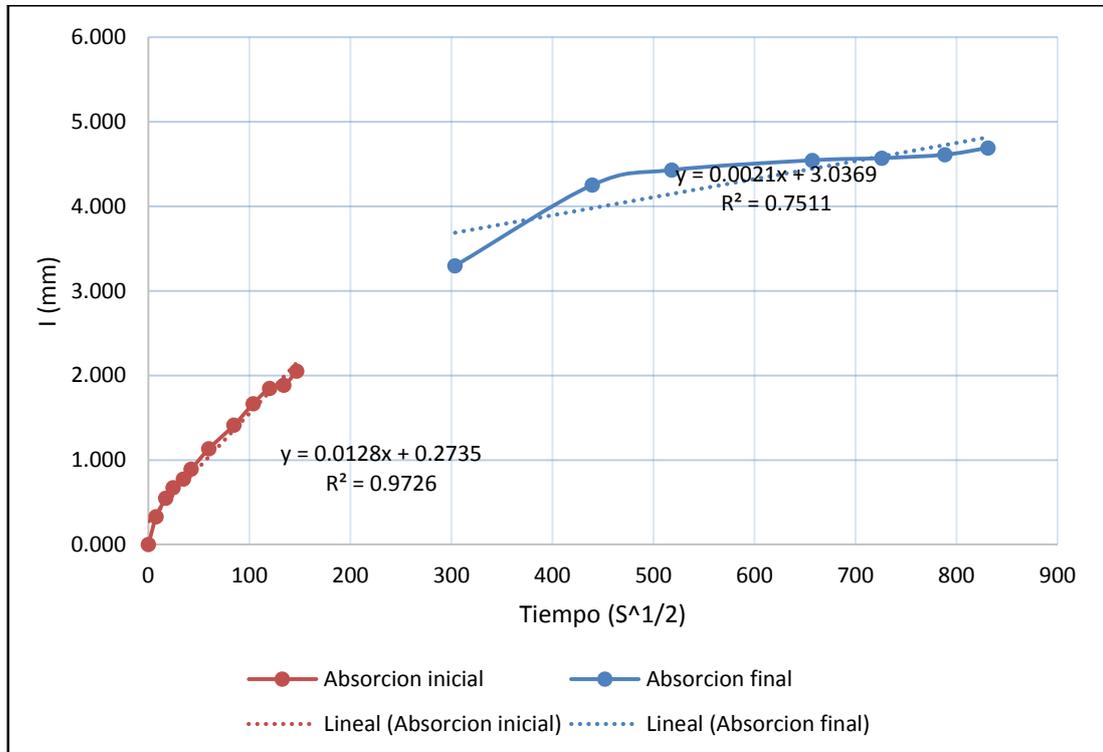


Figura 30: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Retardante PE, curado en poza ml.

Tabla 105 Sorptividad en concreto con Sika Retardante PE curado en poza, m2.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	921.7	0.00	0.000
-	60	8	924.6	2.90	0.369
-	300	17	926.5	4.80	0.611
-	600	24	927.4	5.70	0.726
-	1200	35	928.6	6.90	0.879
-	1800	42	929.8	8.10	1.031
-	3600	60	932.2	10.50	1.337
-	7200	85	935.4	13.70	1.744
-	10800	104	938.3	16.60	2.114
-	14400	120	940	18.30	2.330
-	18000	134	941.4	19.70	2.508
-	21600	147	943.3	21.60	2.750
1	92220	304	961.2	39.50	5.029
2	193200	440	966	44.30	5.640
3	268500	518	966.4	44.70	5.691
4	432000	657	966.8	45.10	5.742
5	527580	726	967.13	45.43	5.784
6	622200	789	967.54	45.84	5.837
7	691200	831	968.14	46.44	5.913

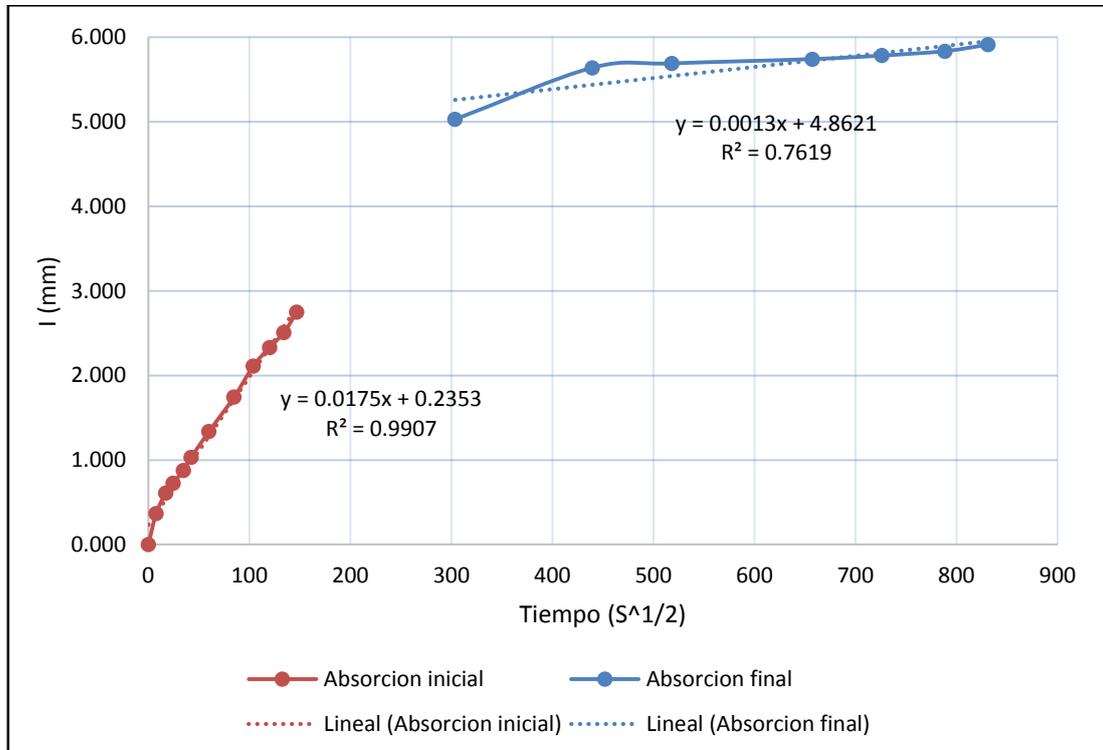


Figura 31: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Retardante PE, curado en poza m2

Tabla 106 Sorptividad en concreto con Sika Retardante PE curado en poza, m³.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	920.1	0.00	0.000
-	60	8	922.2	2.10	0.267
-	300	17	923.7	3.60	0.458
-	600	24	924.4	4.30	0.547
-	1200	35	925.2	5.10	0.649
-	1800	42	926.1	6.00	0.764
-	3600	60	927.9	7.80	0.993
-	7200	85	930.2	10.10	1.286
-	10800	104	932.2	12.10	1.541
-	14400	120	933.4	13.30	1.693
-	18000	134	934.1	14.00	1.783
-	21600	147	935.4	15.30	1.948
1	92220	304	946.6	26.50	3.374
2	193200	440	953.1	33.00	4.202
3	268500	518	953.9	33.80	4.304
4	432000	657	954.4	34.30	4.367
5	527580	726	955.35	35.25	4.488
6	622200	789	955.21	35.11	4.470
7	691200	831	955.57	35.47	4.516

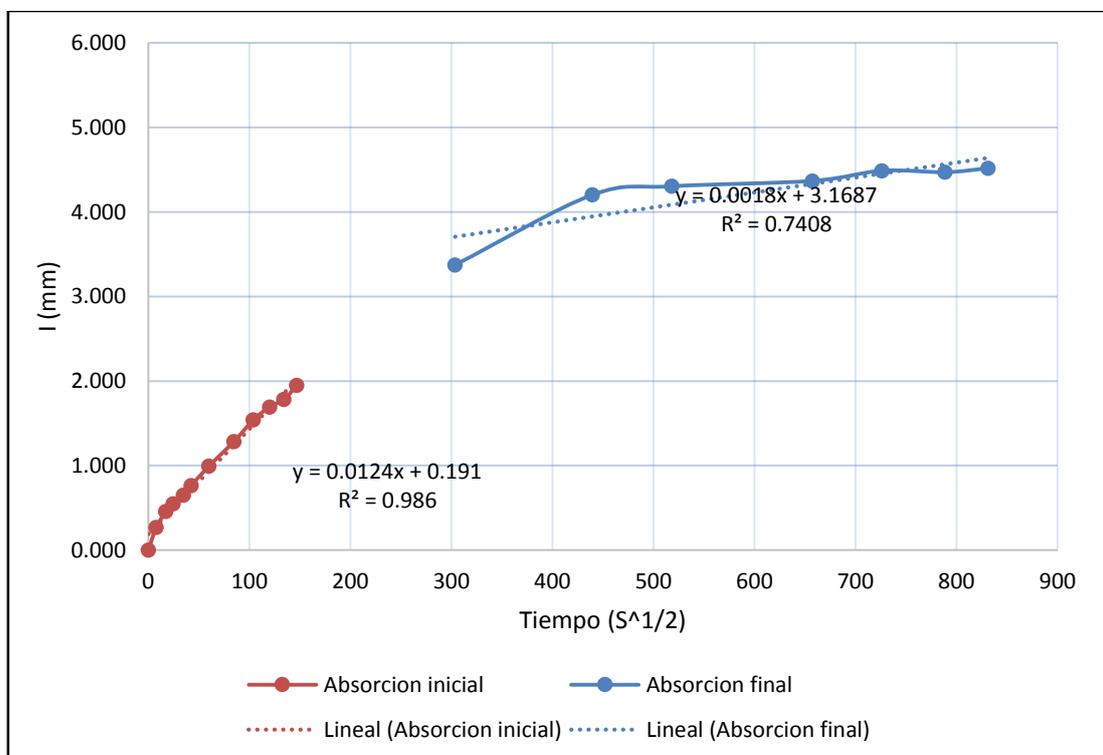


Figura 32: Velocidad de absorción capilar en concreto con Sika Retardante PE, curado en poza m³

Tabla 107 Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Curet Z, m1.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	961.9	0.00	0.000
-	60	8	963.7	1.80	0.229
-	300	17	966.6	4.70	0.598
-	600	24	968.2	6.30	0.802
-	1200	35	970.5	8.60	1.095
-	1800	42	973	11.10	1.413
-	3600	60	977.9	16.00	2.037
-	7200	85	983.6	21.70	2.763
-	10800	104	989	27.10	3.450
-	14400	120	992.8	30.90	3.934
-	18000	134	996.1	34.20	4.354
-	21600	147	996.3	34.40	4.380
1	92220	304	1010.2	48.30	6.150
2	193200	440	1011	49.10	6.252
3	268500	518	1011.8	49.90	6.353
4	432000	657	1013.7	51.80	6.595
5	527580	726	1014.9	53.00	6.748
6	622200	789	1015.42	53.52	6.814
7	691200	831	1015.87	53.97	6.872

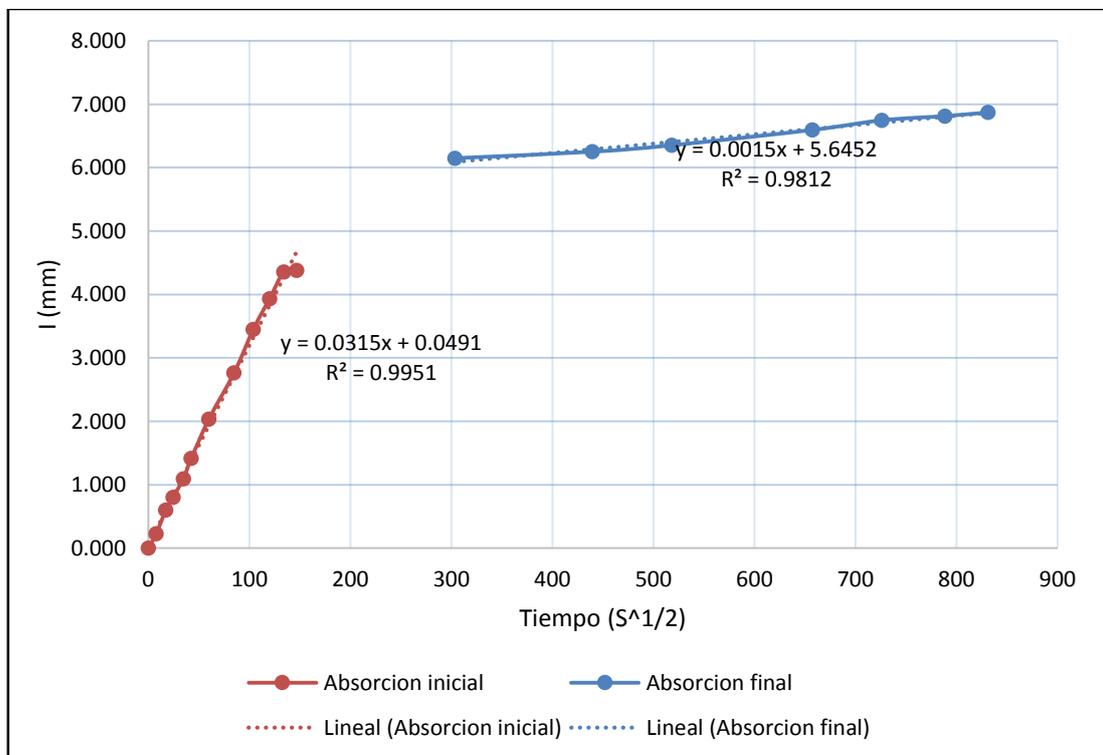


Figura 33: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado con Curet Z, m1.

Tabla 108 Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Curet Z, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	960.95	0.00	0.000
-	60	8	962.5	1.55	0.197
-	300	17	965.1	4.15	0.528
-	600	24	966.5	5.55	0.707
-	1200	35	969.1	8.15	1.038
-	1800	42	971.2	10.25	1.305
-	3600	60	976.1	15.15	1.929
-	7200	85	982.5	21.55	2.744
-	10800	104	989.4	28.45	3.622
-	14400	120	993.5	32.55	4.144
-	18000	134	998	37.05	4.717
-	21600	147	1000.1	39.15	4.985
1	92220	304	1014.5	53.55	6.818
2	193200	440	1015.6	54.65	6.958
3	268500	518	1017	56.05	7.137
4	432000	657	1018	57.05	7.264
5	527580	726	1019.01	58.06	7.392
6	622200	789	1019.45	58.50	7.448
7	691200	831	1019.79	58.84	7.492

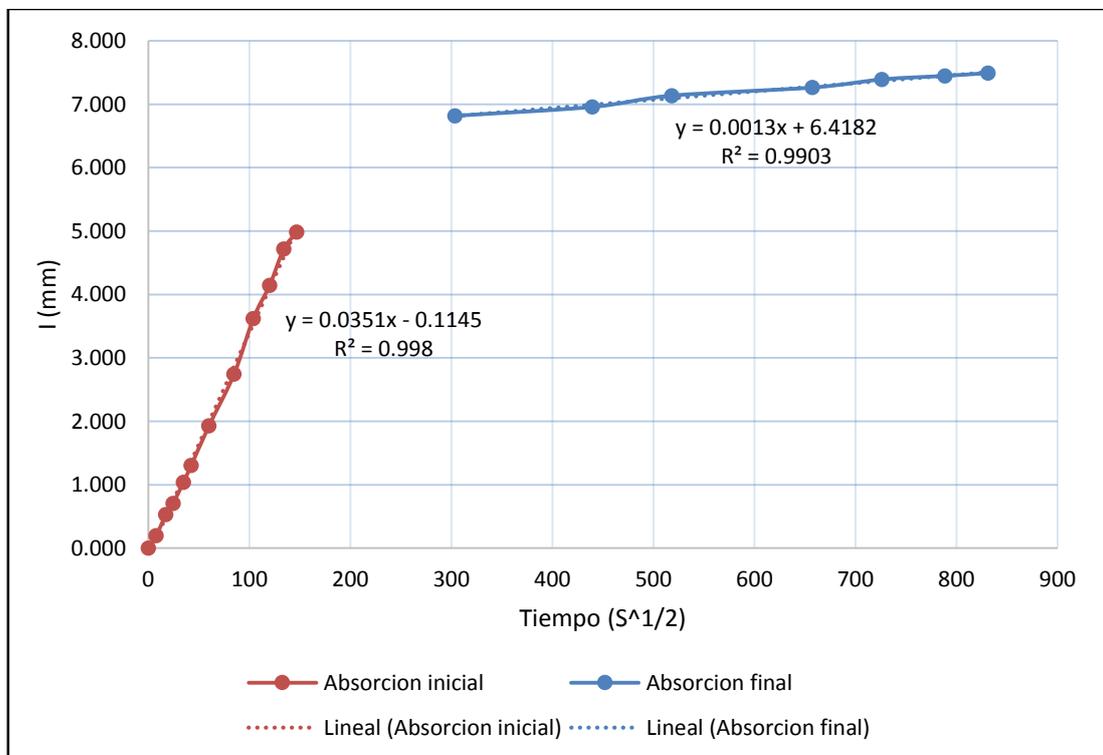


Figura 34: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado con Curet Z, m2

Tabla 109 Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Curet Z, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	902.1	0.00	0.000
-	60	8	904.6	2.50	0.318
-	300	17	906.6	4.50	0.573
-	600	24	907.5	5.40	0.688
-	1200	35	909	6.90	0.879
-	1800	42	911.2	9.10	1.159
-	3600	60	915	12.90	1.642
-	7200	85	919.8	17.70	2.254
-	10800	104	924.3	22.20	2.827
-	14400	120	927.5	25.40	3.234
-	18000	134	929.1	27.00	3.438
-	21600	147	930.1	28.00	3.565
1	92220	304	943.5	41.40	5.271
2	193200	440	944.1	42.00	5.348
3	268500	518	945.6	43.50	5.539
4	432000	657	946.5	44.40	5.653
5	527580	726	947.35	45.25	5.761
6	622200	789	947.68	45.58	5.803
7	691200	831	948.11	46.01	5.858

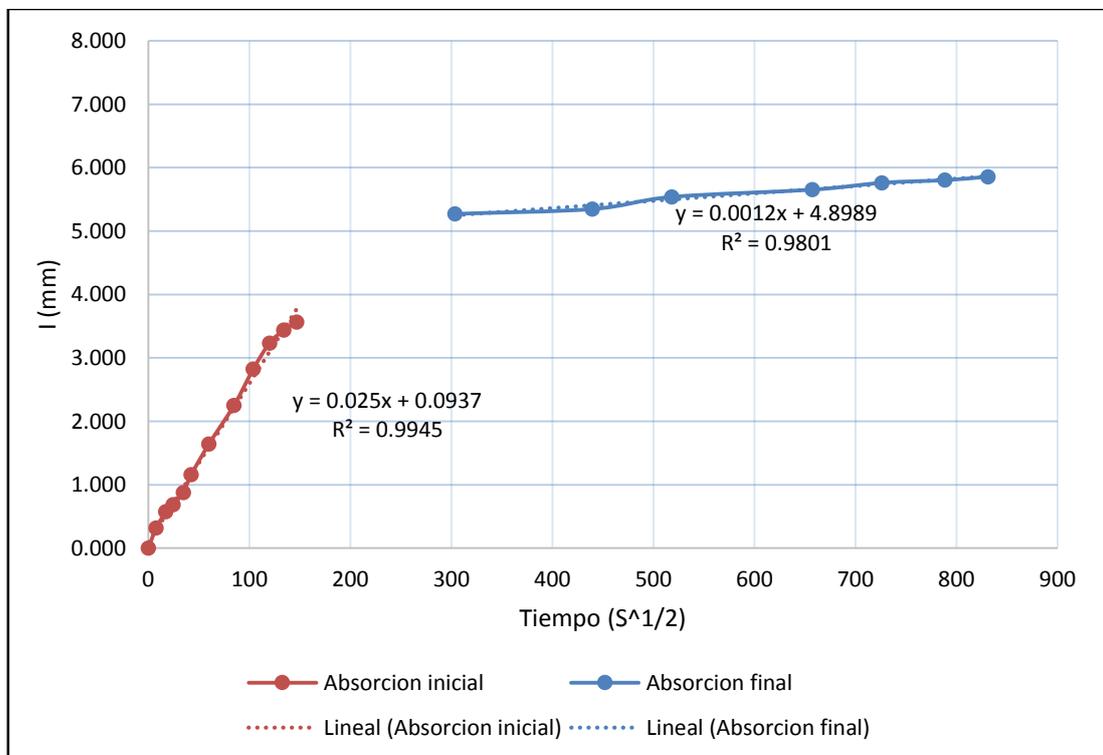


Figura 35: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivo curado con Curet Z, m³

Tabla 110 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante, curado con Curet Z, m1

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	941.05	0.00	0.000
-	60	8	942.5	1.45	0.185
-	300	17	944.1	3.05	0.388
-	600	24	945.1	4.05	0.516
-	1200	35	946.8	5.75	0.732
-	1800	42	948.2	7.15	0.910
-	3600	60	951.3	10.25	1.305
-	7200	85	955.1	14.05	1.789
-	10800	104	958.4	17.35	2.209
-	14400	120	961.1	20.05	2.553
-	18000	134	963.3	22.25	2.833
-	21600	147	965.7	24.65	3.139
1	92220	304	979.5	38.45	4.896
2	193200	440	980.3	39.25	4.997
3	268500	518	982.5	41.45	5.278
4	432000	657	983.5	42.45	5.405
5	527580	726	984.05	43.00	5.475
6	622200	789	984.83	43.78	5.574
7	691200	831	985.01	43.96	5.597

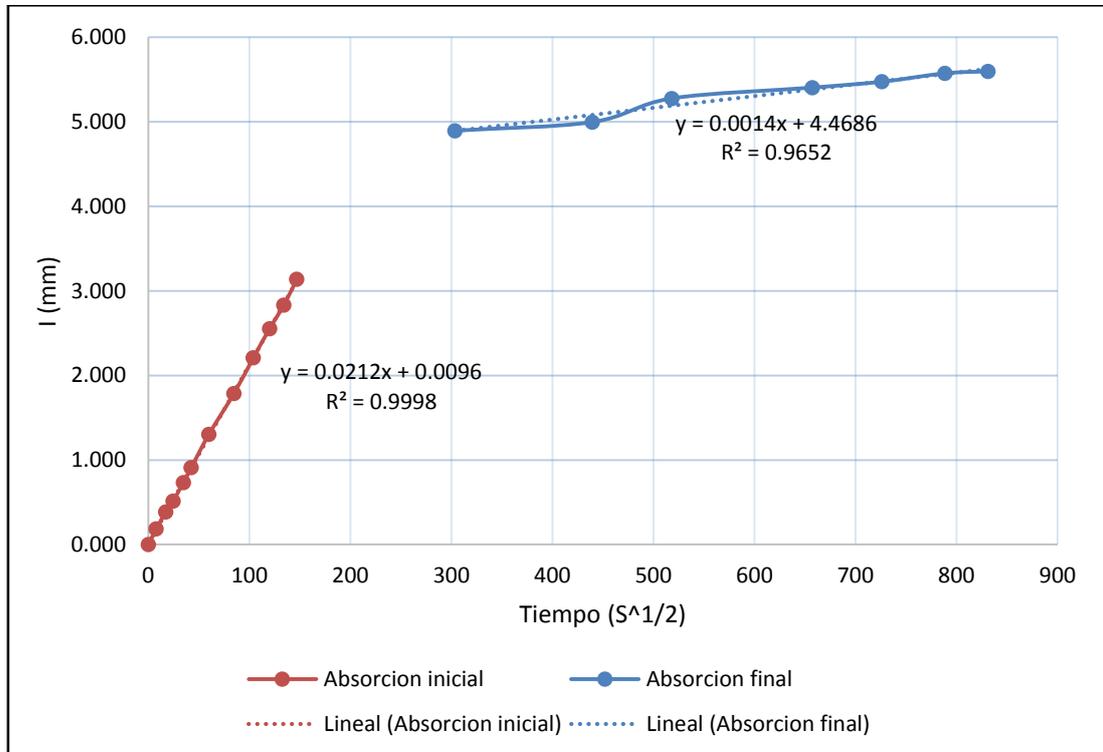


Figura 36: Velocidad de absorción capilar en concreto con Plastificante curado con Curet Z, m1

Tabla 111 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante, curado con Curet Z, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	970.9	0.00	0.000
-	60	8	972.1	1.20	0.153
-	300	17	973.3	2.40	0.306
-	600	24	973.8	2.90	0.369
-	1200	35	975	4.10	0.522
-	1800	42	975.9	5.00	0.637
-	3600	60	977.8	6.90	0.879
-	7200	85	980.4	9.50	1.210
-	10800	104	982.3	11.40	1.451
-	14400	120	984.2	13.30	1.693
-	18000	134	985.5	14.60	1.859
-	21600	147	987.9	17.00	2.165
1	92220	304	997.7	26.80	3.412
2	193200	440	1002.7	31.80	4.049
3	268500	518	1005.3	34.40	4.380
4	432000	657	1006.7	35.80	4.558
5	527580	726	1007.65	36.75	4.679
6	622200	789	1008.25	37.35	4.756
7	691200	831	1008.37	37.47	4.771

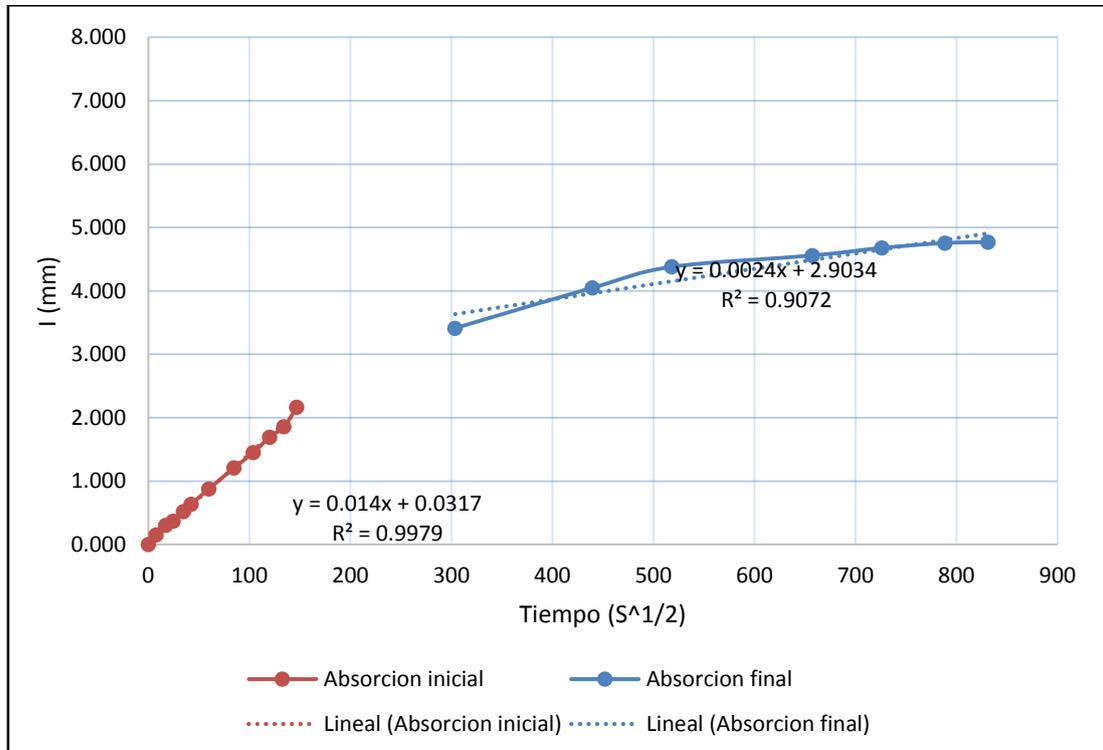


Figura 37: Velocidad de absorción capilar en concreto con Plastificante curado con Curet Z, m2

Tabla 112 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante, curado con Curet Z, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	938.15	0.00	0.000
-	60	8	939.7	1.55	0.197
-	300	17	940.6	2.45	0.312
-	600	24	941.1	2.95	0.376
-	1200	35	942.1	3.95	0.503
-	1800	42	942.8	4.65	0.592
-	3600	60	945.1	6.95	0.885
-	7200	85	947.7	9.55	1.216
-	10800	104	949.3	11.15	1.420
-	14400	120	951.3	13.15	1.674
-	18000	134	952.7	14.55	1.853
-	21600	147	954.4	16.25	2.069
1	92220	304	964	25.85	3.291
2	193200	440	968.6	30.45	3.877
3	268500	518	970.4	32.25	4.106
4	432000	657	972	33.85	4.310
5	527580	726	972.55	34.40	4.380
6	622200	789	972.93	34.78	4.428
7	691200	831	973.04	34.89	4.442

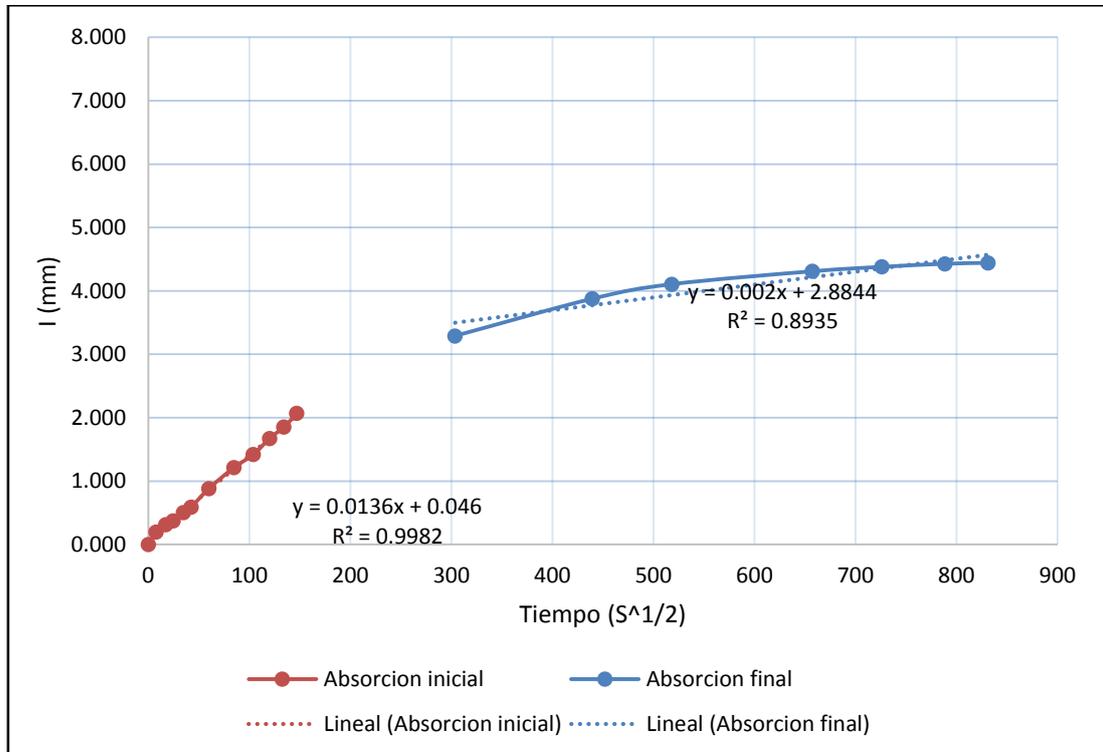


Figura 38: Velocidad de absorción capilar en concreto con Plastificante curado con Curet Z, m³.

Tabla 113 Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE, curado con Curet Z, m1.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	972.4	0.00	0.000
-	60	8	975	2.60	0.331
-	300	17	977.7	5.30	0.675
-	600	24	979.2	6.80	0.866
-	1200	35	980.8	8.40	1.070
-	1800	42	982	9.60	1.222
-	3600	60	985	12.60	1.604
-	7200	85	988.7	16.30	2.075
-	10800	104	991.7	19.30	2.457
-	14400	120	993.7	21.30	2.712
-	18000	134	995.2	22.80	2.903
-	21600	147	996.9	24.50	3.119
1	92220	304	1009.4	37.00	4.711
2	193200	440	1011.2	38.80	4.940
3	268500	518	1011.9	39.50	5.029
4	432000	657	1012.4	40.00	5.093
5	527580	726	1013.32	40.92	5.210
6	622200	789	1013.34	40.94	5.213
7	691200	831	1013.97	41.57	5.293

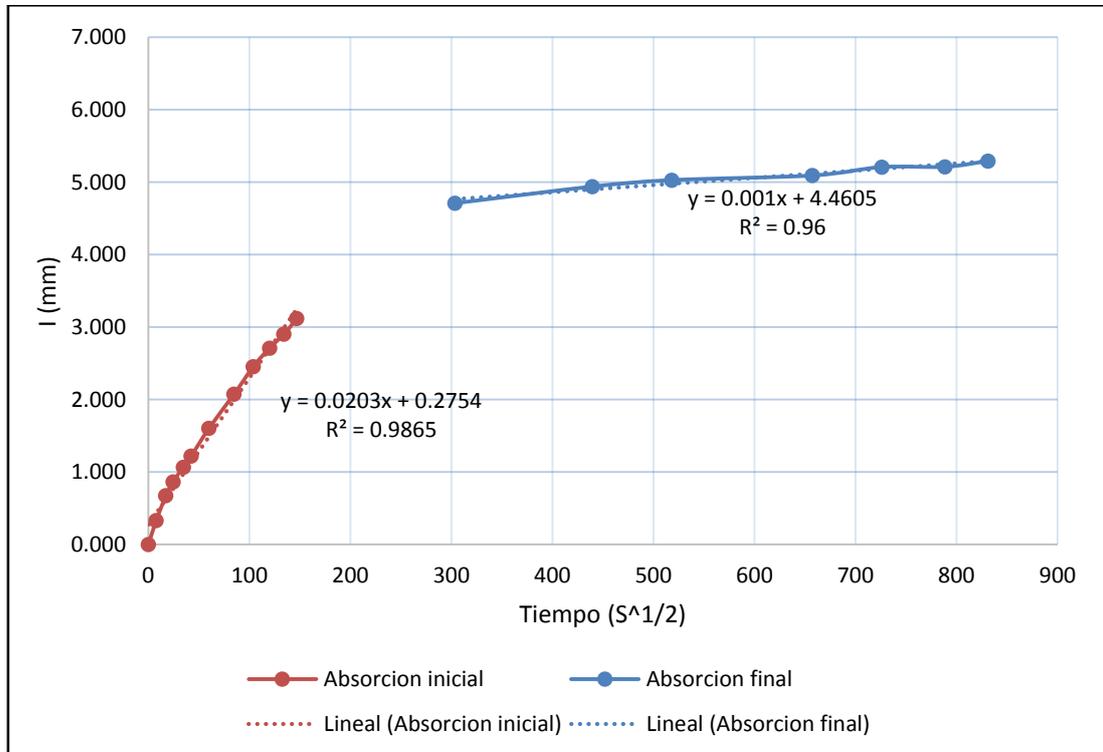


Figura 39: Velocidad de absorción capilar en concreto con retardante, curado con Curet Z, m1

Tabla 114 Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE, curado con Curet Z, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	932	0.00	0.000
-	60	8	934.3	2.30	0.293
-	300	17	936.6	4.60	0.586
-	600	24	937.9	5.90	0.751
-	1200	35	939.3	7.30	0.929
-	1800	42	940.3	8.30	1.057
-	3600	60	943.3	11.30	1.439
-	7200	85	947.1	15.10	1.923
-	10800	104	950.3	18.30	2.330
-	14400	120	952.4	20.40	2.597
-	18000	134	954.3	22.30	2.839
-	21600	147	956.3	24.30	3.094
1	92220	304	969.9	37.90	4.826
2	193200	440	971.8	39.80	5.067
3	268500	518	972.3	40.30	5.131
4	432000	657	972.8	40.80	5.195
5	527580	726	973.77	41.77	5.318
6	622200	789	973.41	41.41	5.272
7	691200	831	974.31	42.31	5.387

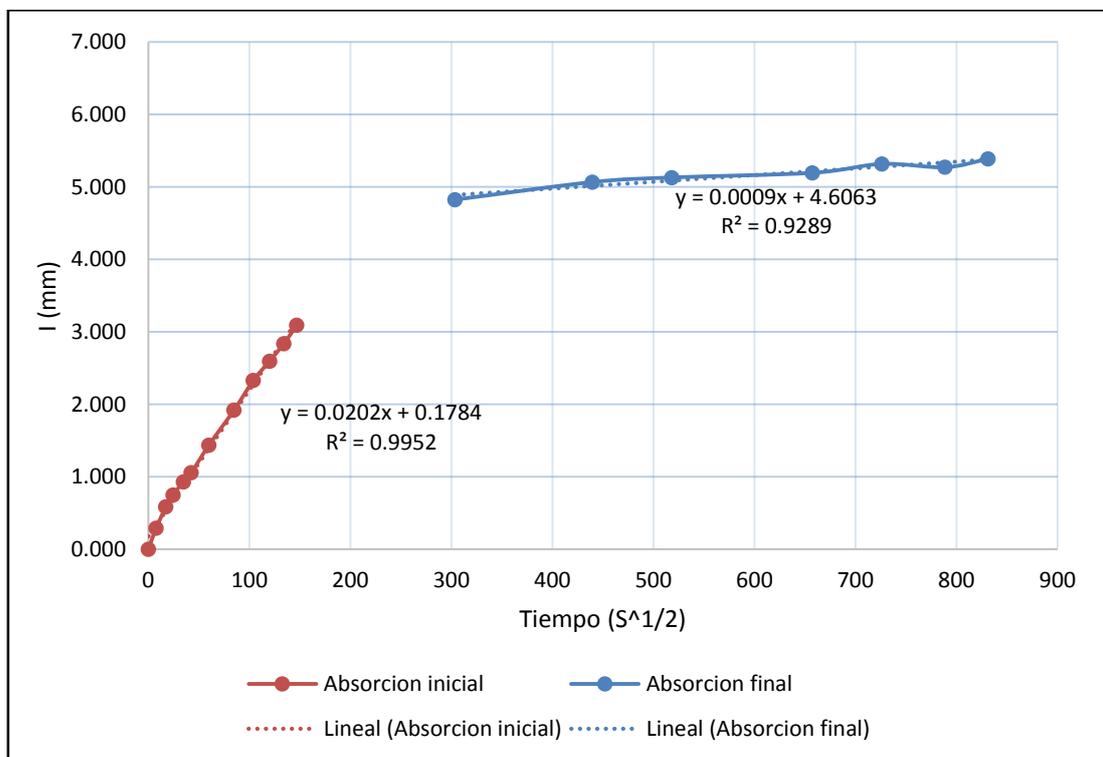


Figura 40: Velocidad de absorción capilar en concreto con retardante curado con Curet Z, m2

Tabla 115 Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE, curado con Curet Z, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	956.6	0.00	0.000
-	60	8	960	3.40	0.433
-	300	17	963.8	7.20	0.917
-	600	24	965.8	9.20	1.171
-	1200	35	968.3	11.70	1.490
-	1800	42	969.8	13.20	1.681
-	3600	60	973.9	17.30	2.203
-	7200	85	979.4	22.80	2.903
-	10800	104	983.5	26.90	3.425
-	14400	120	986.2	29.60	3.769
-	18000	134	988.7	32.10	4.087
-	21600	147	991.2	34.60	4.405
1	92220	304	999.8	43.20	5.500
2	193200	440	1001.5	44.90	5.717
3	268500	518	1002	45.40	5.781
4	432000	657	1002.7	46.10	5.870
5	527580	726	1003.7	47.10	5.997
6	622200	789	1003.61	47.01	5.985
7	691200	831	1004.25	47.65	6.067

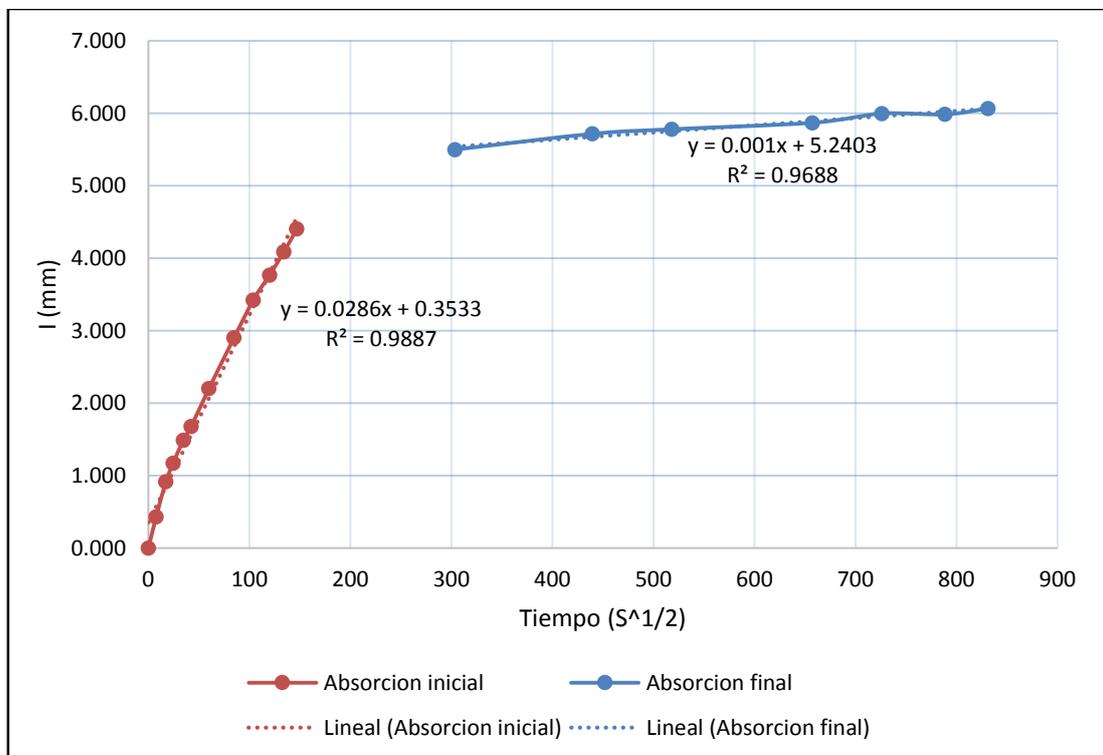


Figura 41: Velocidad de absorción capilar en concreto con retardante, curado con Curet Z, m³.

Tabla 116 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Curet Z, m1.

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	972.4	0.00	0.000
-	60	8	975.1	2.70	0.344
-	300	17	976.6	4.20	0.535
-	600	24	977.6	5.20	0.662
-	1200	35	978.8	6.40	0.815
-	1800	42	980	7.60	0.968
-	3600	60	982.3	9.90	1.261
-	7200	85	985.3	12.90	1.642
-	10800	104	987.7	15.30	1.948
-	14400	120	988.6	16.20	2.063
-	18000	134	989.9	17.50	2.228
-	21600	147	991.2	18.80	2.394
1	92220	304	1001.1	28.70	3.654
2	193200	440	1002.3	29.90	3.807
3	268500	518	1008	35.60	4.533
4	432000	657	1012	39.60	5.042
5	527580	726	1012.95	40.55	5.163
6	622200	789	1013.78	41.38	5.269
7	691200	831	1014.79	42.39	5.397

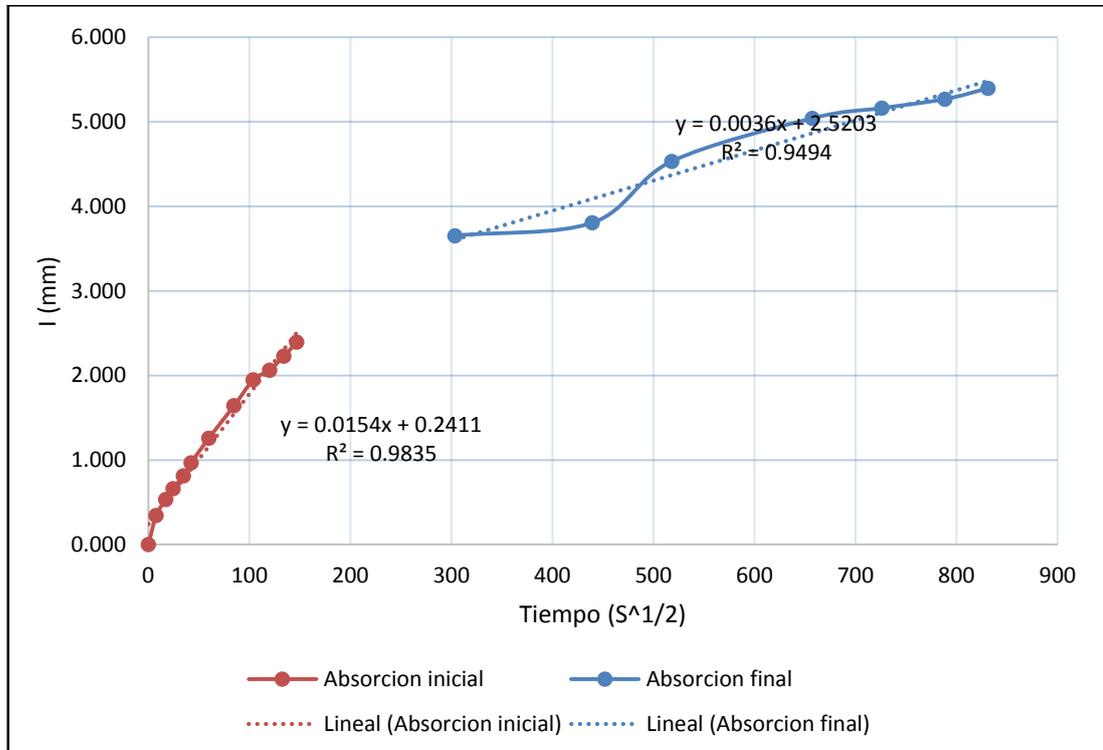


Figura 42: Velocidad de absorción capilar en concreto con acelerante curado con Curet Z, m1

Tabla 117 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Curet Z, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	983.2	0.00	0.000
-	60	8	986	2.80	0.357
-	300	17	987.4	4.20	0.535
-	600	24	988.2	5.00	0.637
-	1200	35	989.6	6.40	0.815
-	1800	42	990.5	7.30	0.929
-	3600	60	992.4	9.20	1.171
-	7200	85	995.2	12.00	1.528
-	10800	104	996.2	13.00	1.655
-	14400	120	998.4	15.20	1.935
-	18000	134	999.1	15.90	2.024
-	21600	147	1000.4	17.20	2.190
1	92220	304	1008.9	25.70	3.272
2	193200	440	1016.2	33.00	4.202
3	268500	518	1018	34.80	4.431
4	432000	657	1021.1	37.90	4.826
5	527580	726	1023.02	39.82	5.070
6	622200	789	1023.01	39.81	5.069
7	691200	831	1023.72	40.52	5.159

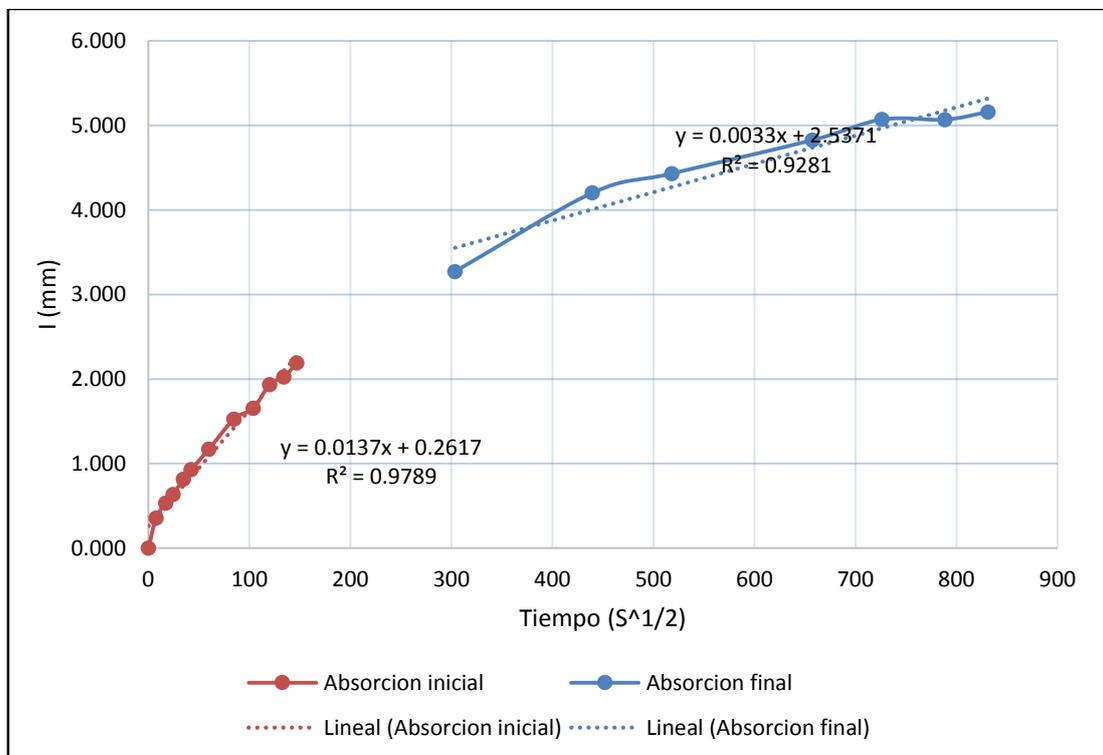


Figura 43: Velocidad de absorción capilar en concreto con acelerante curado con Curet Z, m2

Tabla 118 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Curet Z, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	981.2	0.00	0.000
-	60	8	983.83	2.63	0.335
-	300	17	984.9	3.70	0.471
-	600	24	986.3	5.10	0.649
-	1200	35	987.39	6.19	0.788
-	1800	42	988.74	7.54	0.960
-	3600	60	990.17	8.97	1.142
-	7200	85	992.18	10.98	1.398
-	10800	104	993.89	12.69	1.616
-	14400	120	995.97	14.77	1.881
-	18000	134	997.1	15.90	2.024
-	21600	147	998.4	17.20	2.190
1	92220	304	1006.9	25.70	3.272
2	193200	440	1014.2	33.00	4.202
3	268500	518	1016	34.80	4.431
4	432000	657	1019.1	37.90	4.826
5	527580	726	1021.02	39.82	5.070
6	622200	789	1021.01	39.81	5.069
7	691200	831	1021.72	40.52	5.159

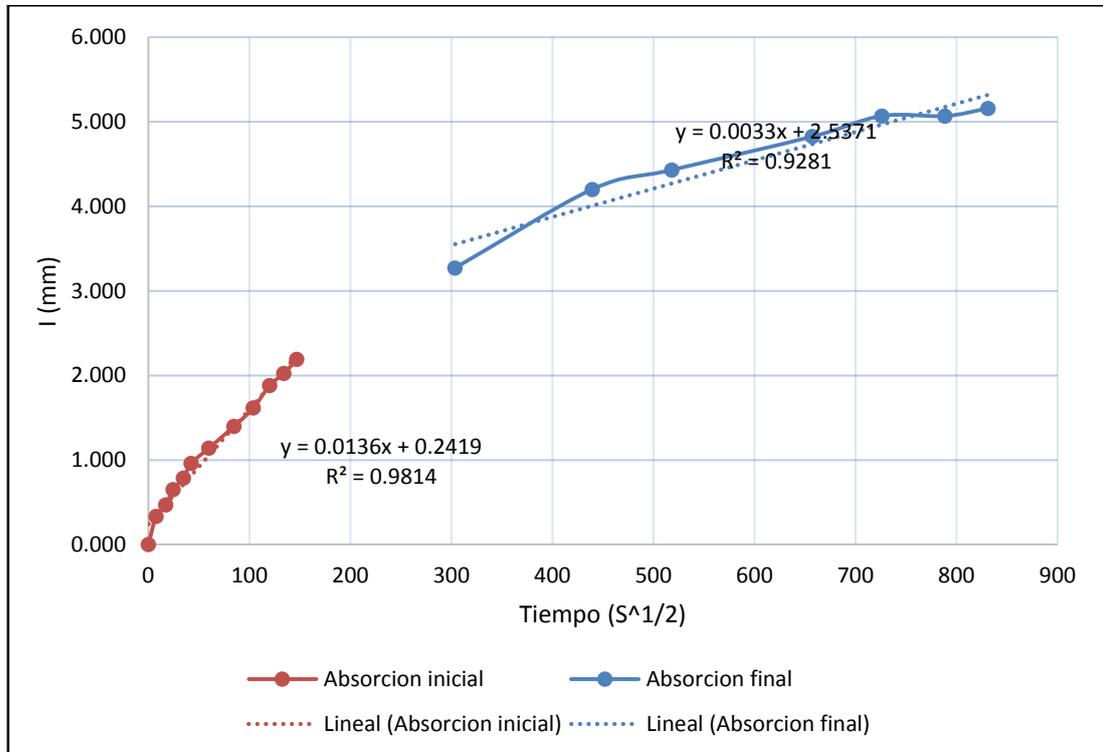


Figura 44: Velocidad de absorción capilar en concreto con acelerante curado con Curet Z, m³

Tabla 119 Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m1

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	942.2	0.00	0.000
-	60	8	945.2	3.00	0.382
-	300	17	947.8	5.60	0.713
-	600	24	949.7	7.50	0.955
-	1200	35	952	9.80	1.248
-	1800	42	954.4	12.20	1.553
-	3600	60	959.5	17.30	2.203
-	7200	85	966.9	24.70	3.145
-	10800	104	972.5	30.30	3.858
-	14400	120	975.9	33.70	4.291
-	18000	134	978.9	36.70	4.673
-	21600	147	981.9	39.70	5.055
1	92220	304	990.7	48.50	6.175
2	193200	440	992.8	50.60	6.443
3	268500	518	993.2	51.00	6.494
4	432000	657	993.9	51.70	6.583
5	527580	726	995.19	52.99	6.747
6	622200	789	995.34	53.14	6.766
7	691200	831	995.81	53.61	6.826

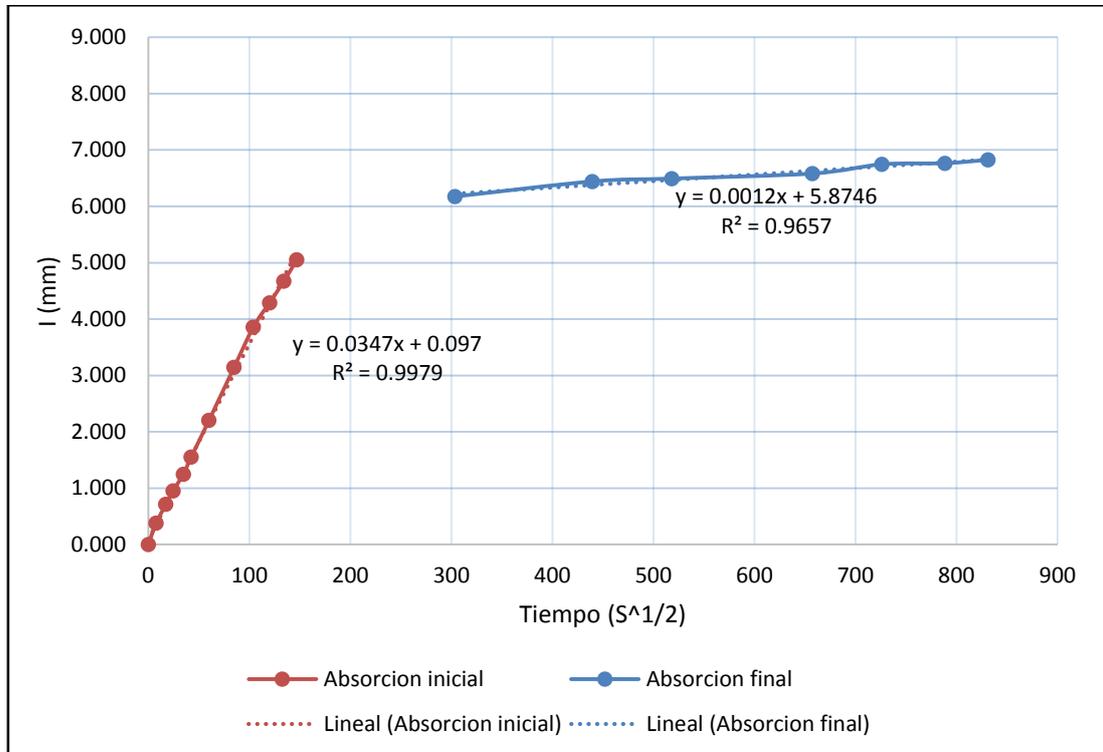


Figura 45: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m1

Tabla 120 Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	947.3	0.00	0.000
-	60	8	950.2	2.90	0.369
-	300	17	962.2	14.90	1.897
-	600	24	963.5	16.20	2.063
-	1200	35	965.6	18.30	2.330
-	1800	42	966.9	19.60	2.496
-	3600	60	970	22.70	2.890
-	7200	85	974.6	27.30	3.476
-	10800	104	978	30.70	3.909
-	14400	120	980.1	32.80	4.176
-	18000	134	981.9	34.60	4.405
-	21600	147	983.8	36.50	4.647
1	92220	304	996.2	48.90	6.226
2	193200	440	998.3	51.00	6.494
3	268500	518	999.2	51.90	6.608
4	432000	657	999.9	52.60	6.697
5	527580	726	1001.26	53.96	6.870
6	622200	789	1001.92	54.62	6.954
7	691200	831	1002.16	54.86	6.985

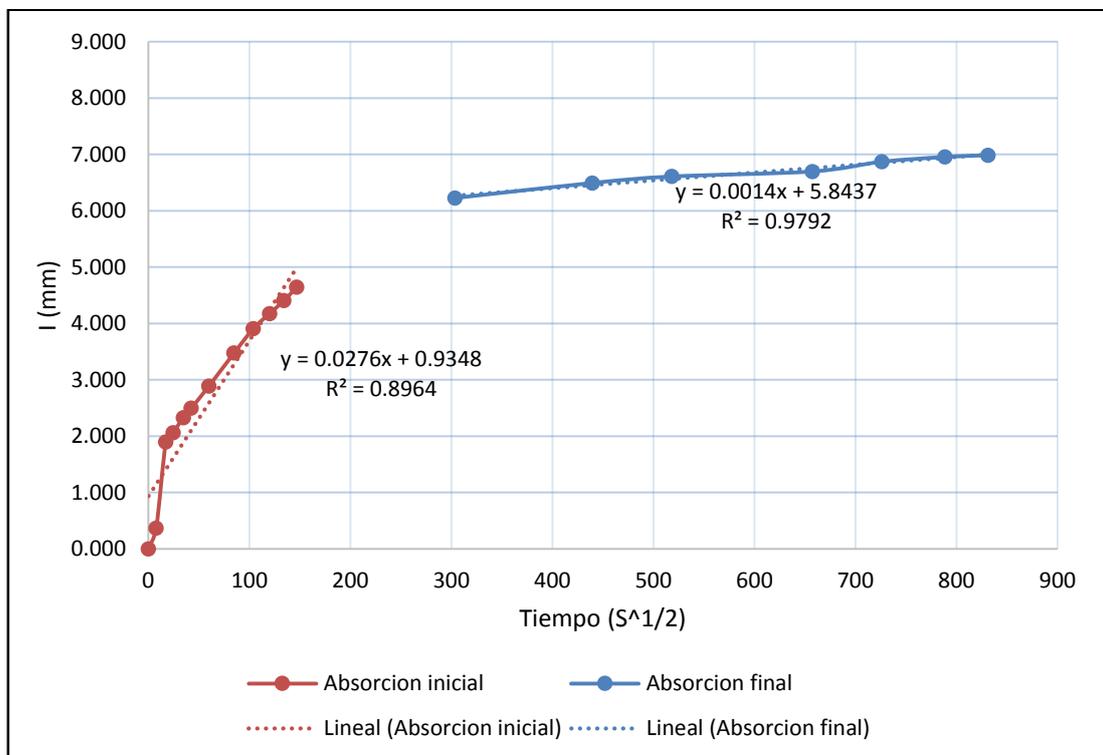


Figura 46: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m2

Tabla 121 Sorptividad en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	914.2	0.00	0.000
-	60	8	918.8	4.60	0.586
-	300	17	920.3	6.10	0.777
-	600	24	921.7	7.50	0.955
-	1200	35	924.4	10.20	1.299
-	1800	42	926.4	12.20	1.553
-	3600	60	931.7	17.50	2.228
-	7200	85	939.4	25.20	3.209
-	10800	104	945.8	31.60	4.023
-	14400	120	949.6	35.40	4.507
-	18000	134	953.3	39.10	4.978
-	21600	147	956.7	42.50	5.411
1	92220	304	971.7	57.50	7.321
2	193200	440	974	59.80	7.614
3	268500	518	974.9	60.70	7.729
4	432000	657	975.7	61.50	7.830
5	527580	726	977.02	62.82	7.998
6	622200	789	977.91	63.71	8.112
7	691200	831	978.12	63.92	8.139

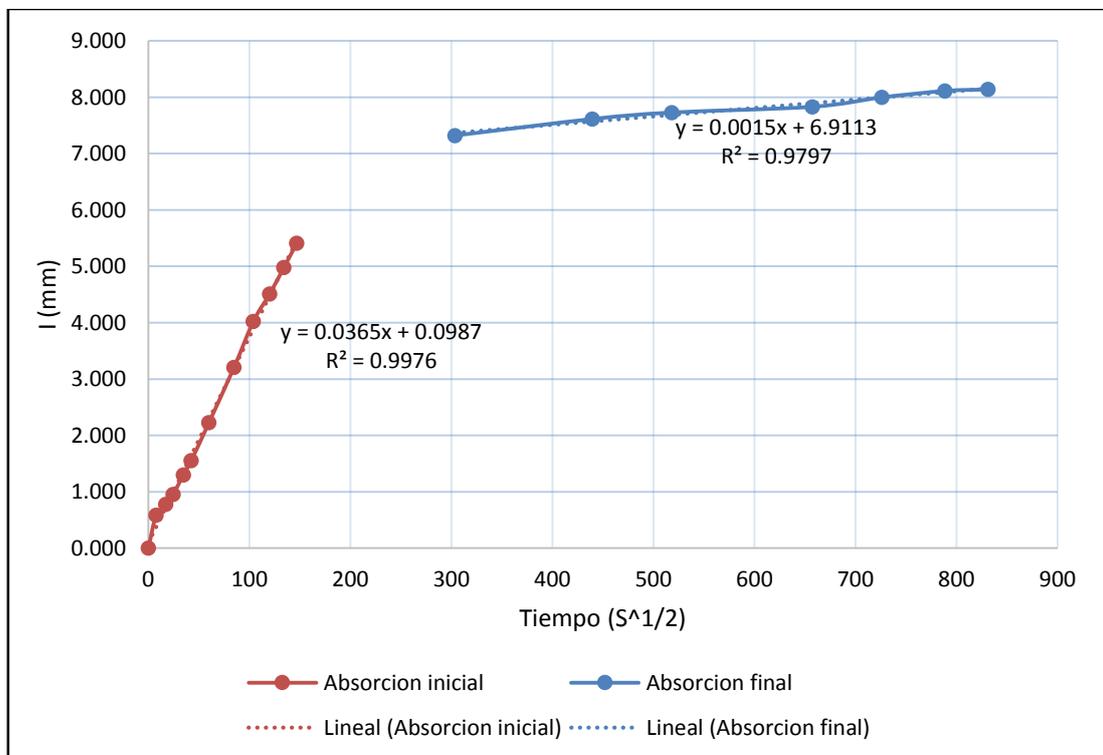


Figura 47: Velocidad de absorción capilar en concreto sin aditivos curado con Per Kuret, m³

Tabla 122 Sorptividad en concreto Sika Retarde PE curado con Per Kuret, ml

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	956.2	0.00	0.000
-	60	8	958.3	2.10	0.267
-	300	17	959.4	3.20	0.407
-	600	24	960.3	4.10	0.522
-	1200	35	961.5	5.30	0.675
-	1800	42	962.3	6.10	0.777
-	3600	60	964.5	8.30	1.057
-	7200	85	967.5	11.30	1.439
-	10800	104	970.2	14.00	1.783
-	14400	120	971.5	15.30	1.948
-	18000	134	972.7	16.50	2.101
-	21600	147	973.9	17.70	2.254
1	92220	304	984.3	28.10	3.578
2	193200	440	989.4	33.20	4.227
3	268500	518	989.9	33.70	4.291
4	432000	657	990.8	34.60	4.405
5	527580	726	991.95	35.75	4.552
6	622200	789	992.2	36.00	4.584
7	691200	831	992.95	36.75	4.679

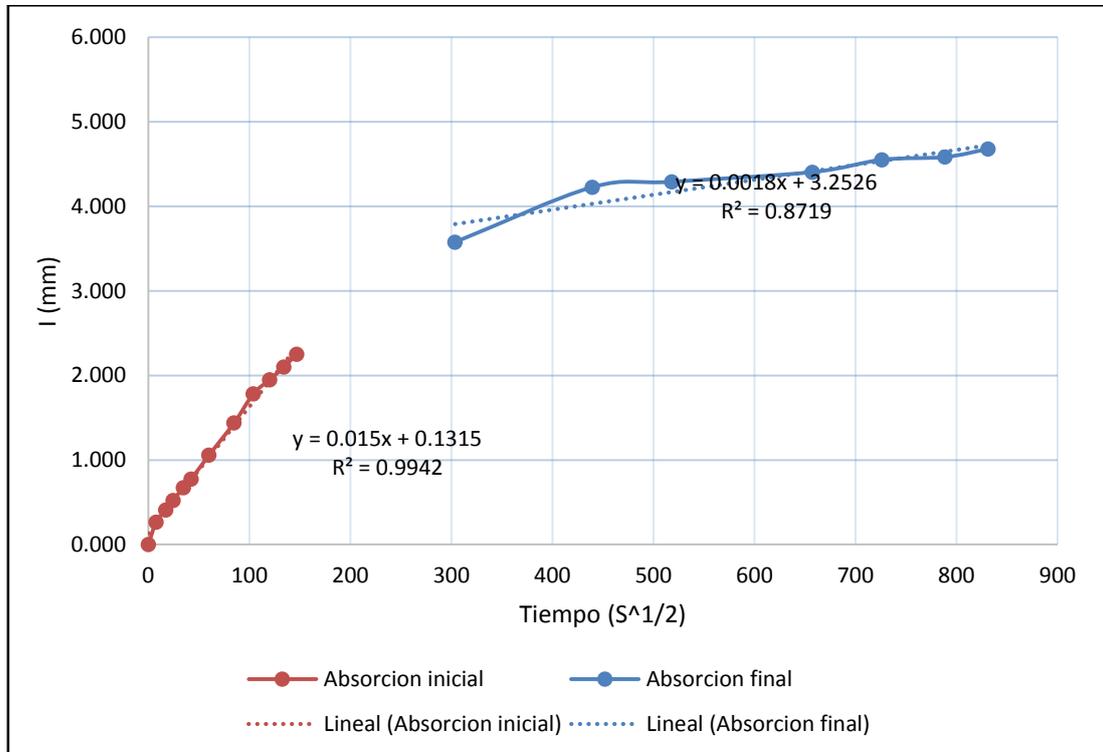


Figura 48: Velocidad de absorción capilar en concreto con Retardante curado con Per Kuret, ml

Tabla 123 Sorptividad en concreto Sika Retarde PE curado con Per Kuret, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	922.2	0.00	0.000
-	60	8	925.3	3.10	0.395
-	300	17	926.5	4.30	0.547
-	600	24	927.6	5.40	0.688
-	1200	35	929	6.80	0.866
-	1800	42	930.1	7.90	1.006
-	3600	60	932.6	10.40	1.324
-	7200	85	936.3	14.10	1.795
-	10800	104	939.7	17.50	2.228
-	14400	120	941.4	19.20	2.445
-	18000	134	943	20.80	2.648
-	21600	147	944.8	22.60	2.878
1	92220	304	956.6	34.40	4.380
2	193200	440	958.7	36.50	4.647
3	268500	518	959	36.80	4.686
4	432000	657	959.9	37.70	4.800
5	527580	726	960.76	38.56	4.910
6	622200	789	960.84	38.64	4.920
7	691200	831	961.24	39.04	4.971

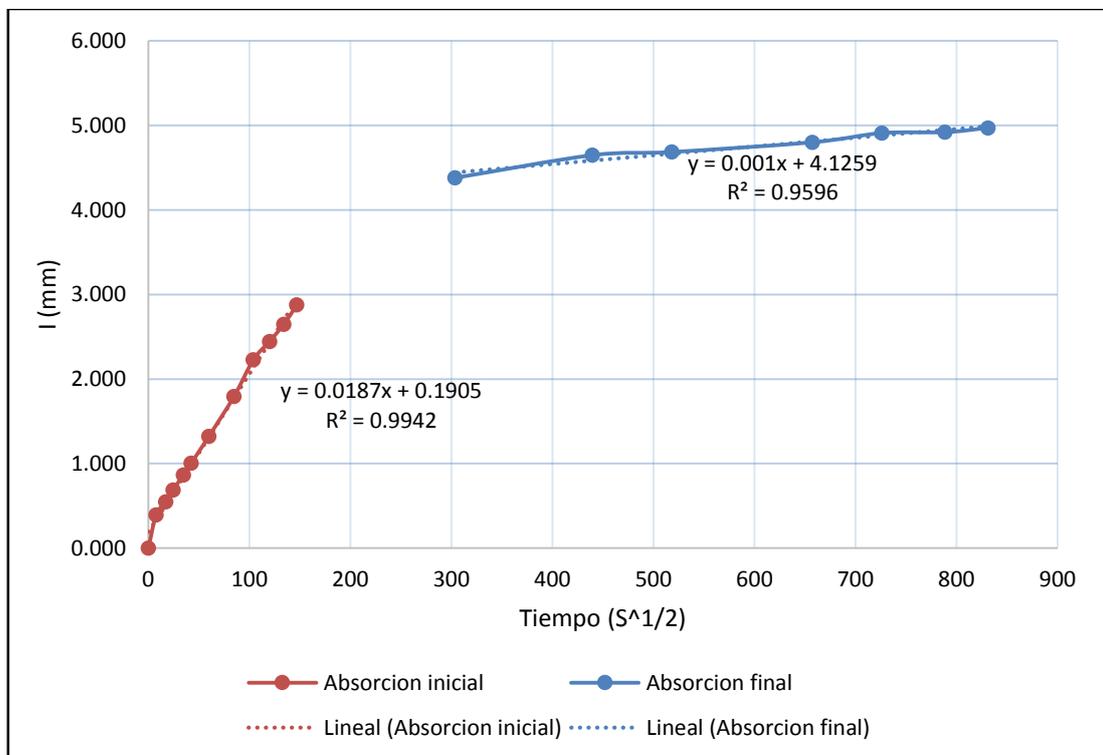


Figura 49: Velocidad de absorción capilar en concreto con Retardante curado con Per Kuret, m2

Tabla 124 Sorptividad en concreto Sika Retarde PE curado con Per Kuret, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	908.1	0.00	0.000
-	60	8	911.4	3.30	0.420
-	300	17	913.1	5.00	0.637
-	600	24	914.5	6.40	0.815
-	1200	35	916.8	8.70	1.108
-	1800	42	918.2	10.10	1.286
-	3600	60	922	13.90	1.770
-	7200	85	927	18.90	2.406
-	10800	104	931.1	23.00	2.928
-	14400	120	933.1	25.00	3.183
-	18000	134	934.6	26.50	3.374
-	21600	147	937	28.90	3.680
1	92220	304	947.2	39.10	4.978
2	193200	440	949.2	41.10	5.233
3	268500	518	950	41.90	5.335
4	432000	657	950.6	42.50	5.411
5	527580	726	951.89	43.79	5.576
6	622200	789	951.95	43.85	5.583
7	691200	831	952.25	44.15	5.621

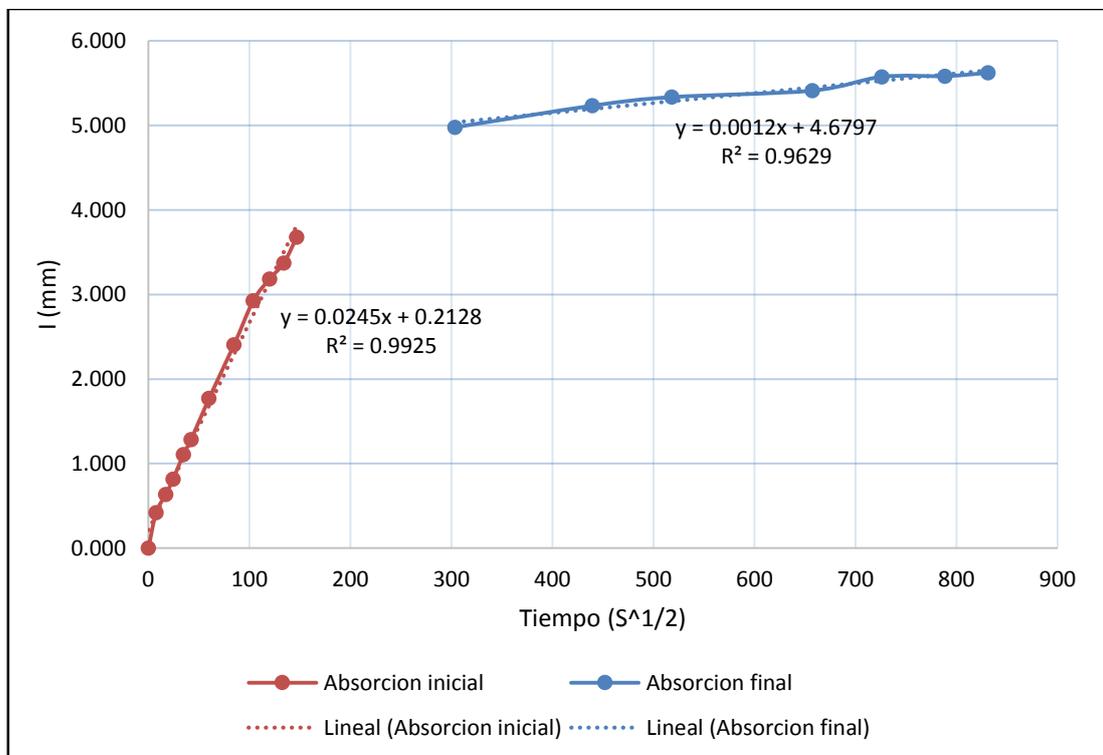


Figura 50: Velocidad de absorción capilar en concreto con Retardante curado con Per Kuret, m³.

Tabla 125 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con Per Kuret, m1

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	933.3	0.00	0.000
-	60	8	935.6	2.30	0.293
-	300	17	937.7	4.40	0.560
-	600	24	938.7	5.40	0.688
-	1200	35	939.7	6.40	0.815
-	1800	42	941.2	7.90	1.006
-	3600	60	943	9.70	1.235
-	7200	85	945.5	12.20	1.553
-	10800	104	947.7	14.40	1.833
-	14400	120	949.1	15.80	2.012
-	18000	134	949.6	16.30	2.075
-	21600	147	951.3	18.00	2.292
1	92220	304	960	26.70	3.400
2	193200	440	965.6	32.30	4.113
3	268500	518	967.2	33.90	4.316
4	432000	657	969.5	36.20	4.609
5	527580	726	970.93	37.63	4.791
6	622200	789	971.01	37.71	4.801
7	691200	831	971.28	37.98	4.836

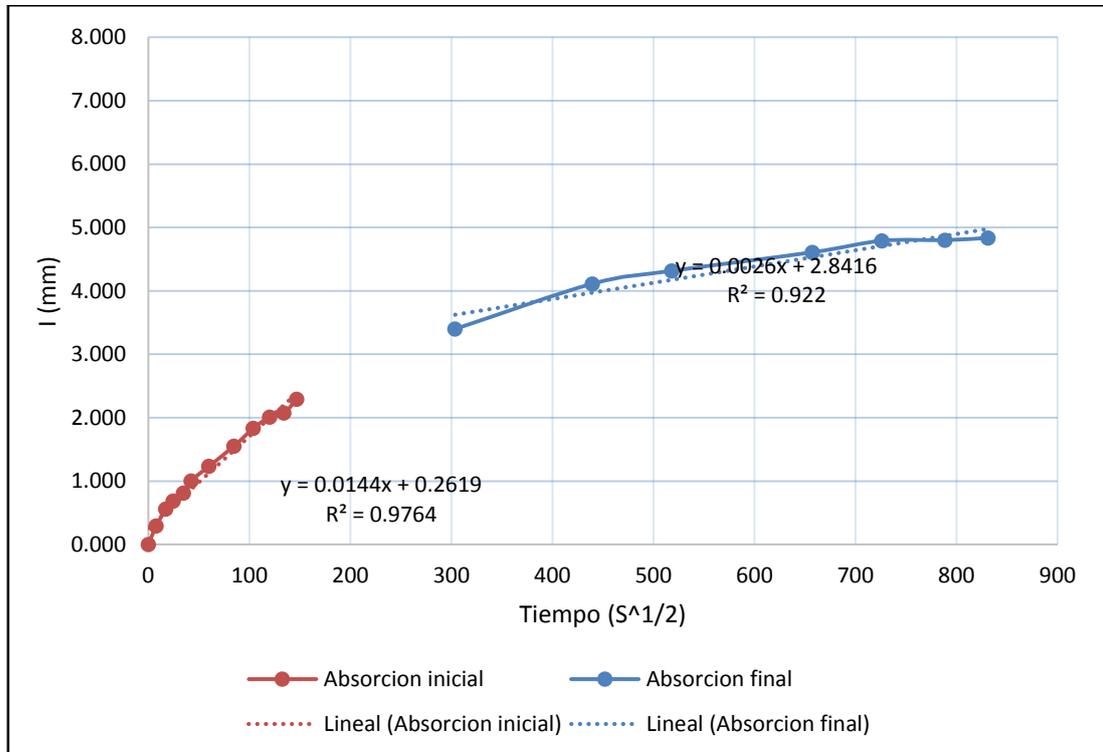


Figura 51: Velocidad de absorción capilar concreto con plastificante curado con Per Kuret, m1

Tabla 126 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con Per Kuret, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	908.2	0.00	0.000
-	60	8	910.9	2.70	0.344
-	300	17	913.8	5.60	0.713
-	600	24	915.3	7.10	0.904
-	1200	35	917.1	8.90	1.133
-	1800	42	919.2	11.00	1.401
-	3600	60	922.8	14.60	1.859
-	7200	85	928.4	20.20	2.572
-	10800	104	932.9	24.70	3.145
-	14400	120	936.7	28.50	3.629
-	18000	134	938.8	30.60	3.896
-	21600	147	941.9	33.70	4.291
1	92220	304	961.2	53.00	6.748
2	193200	440	964	55.80	7.105
3	268500	518	964.9	56.70	7.219
4	432000	657	965.5	57.30	7.296
5	527580	726	966.52	58.32	7.426
6	622200	789	966.68	58.48	7.446
7	691200	831	966.99	58.79	7.485

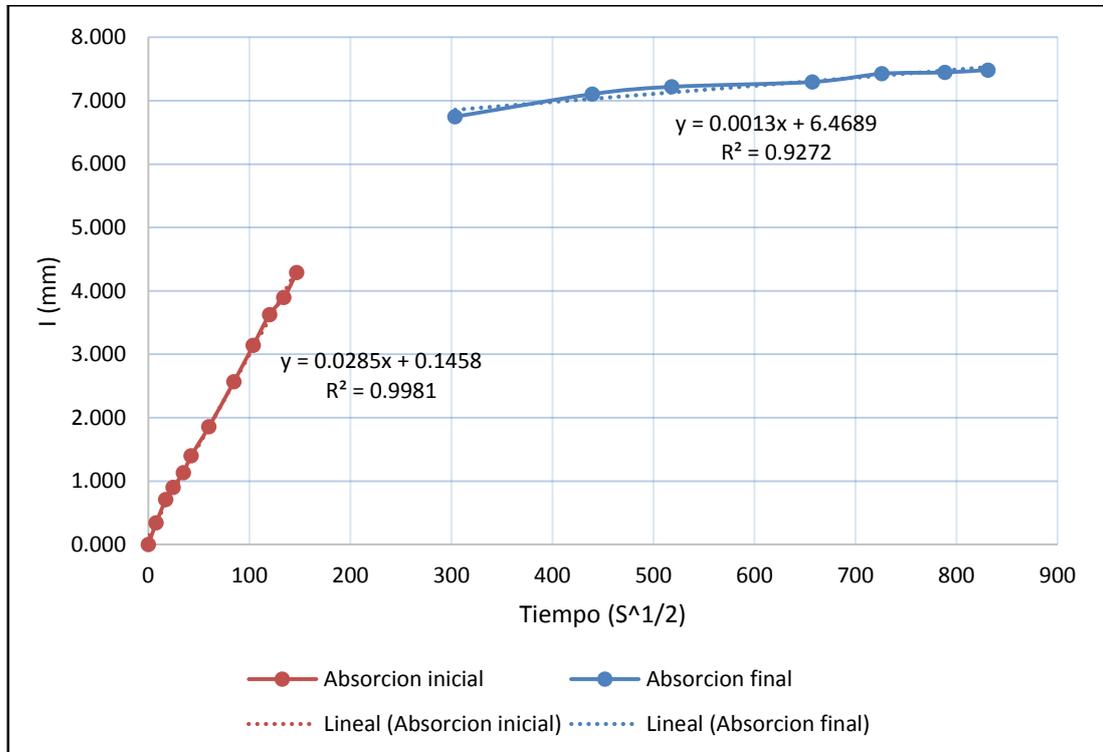


Figura 52: Velocidad de absorción capilar concreto con plastificante curado con Per Kuret, m2

Tabla 127 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con Per Kuret, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	959.5	0.00	0.000
-	60	8	961.9	2.40	0.306
-	300	17	964.3	4.80	0.611
-	600	24	965.5	6.00	0.764
-	1200	35	966.6	7.10	0.904
-	1800	42	968	8.50	1.082
-	3600	60	969.9	10.40	1.324
-	7200	85	972.4	12.90	1.642
-	10800	104	974.6	15.10	1.923
-	14400	120	976.1	16.60	2.114
-	18000	134	976.5	17.00	2.165
-	21600	147	977.8	18.30	2.330
1	92220	304	985.4	25.90	3.298
2	193200	440	989.3	29.80	3.794
3	268500	518	991	31.50	4.011
4	432000	657	992.2	32.70	4.163
5	527580	726	993.68	34.18	4.352
6	622200	789	993.72	34.22	4.357
7	691200	831	993.94	34.44	4.385

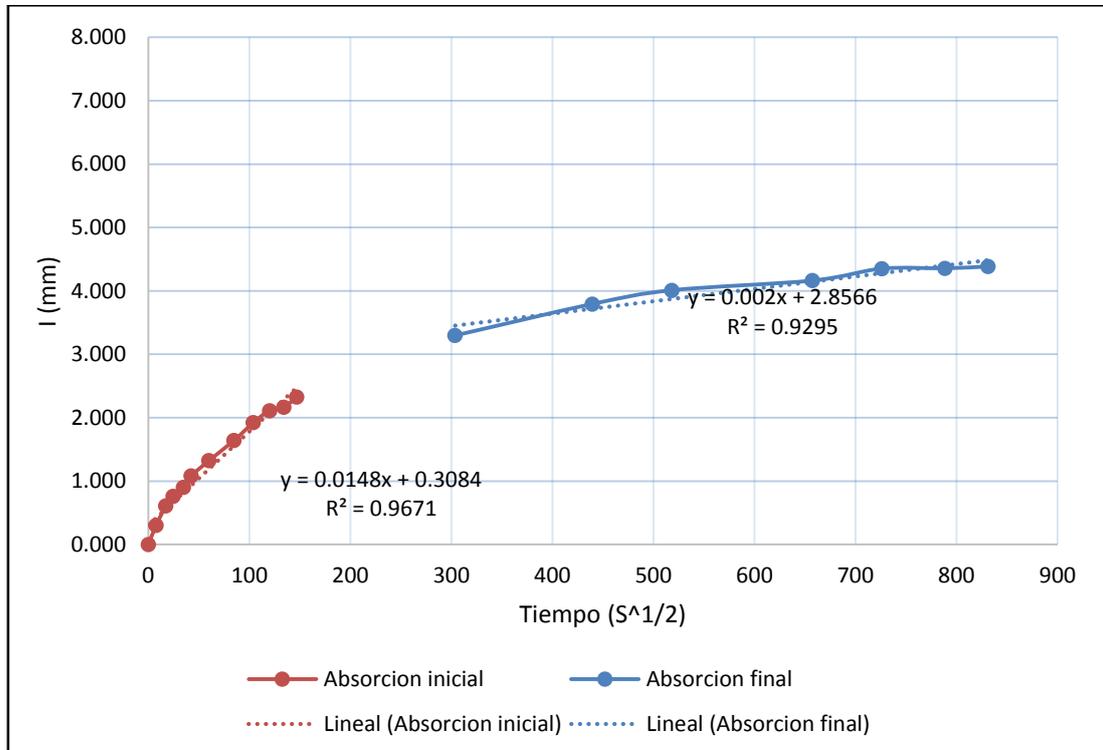


Figura 53: Velocidad de absorción capilar concreto con plastificante curado con Per Kuret, m³.

Tabla 128 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Per Kuret, ml

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	909	0.00	0.000
-	60	8	912.1	3.10	0.395
-	300	17	913.5	4.50	0.573
-	600	24	915.1	6.10	0.777
-	1200	35	917.4	8.40	1.070
-	1800	42	918.8	9.80	1.248
-	3600	60	922.8	13.80	1.757
-	7200	85	928.3	19.30	2.457
-	10800	104	932.9	23.90	3.043
-	14400	120	935.1	26.10	3.323
-	18000	134	937.2	28.20	3.591
-	21600	147	939.7	30.70	3.909
1	92220	304	957.1	48.10	6.124
2	193200	440	959.9	50.90	6.481
3	268500	518	960.7	51.70	6.583
4	432000	657	961.3	52.30	6.659
5	527580	726	961.47	52.47	6.681
6	622200	789	962.09	53.09	6.760
7	691200	831	962.59	53.59	6.823

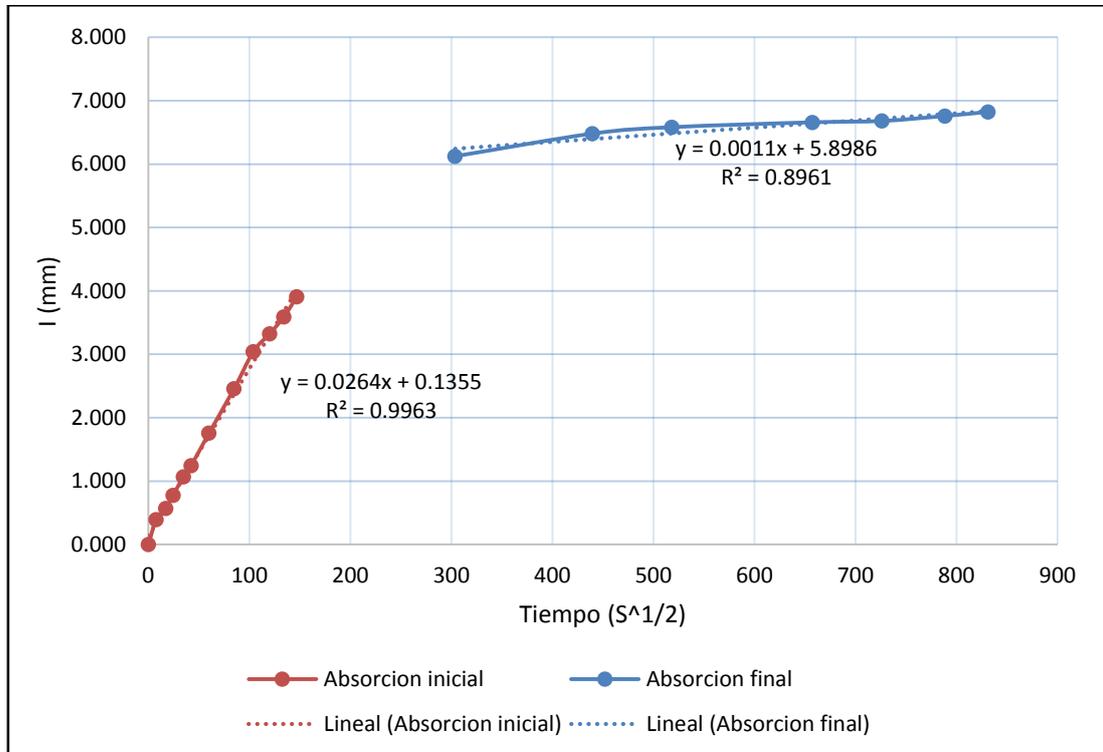


Figura 54: Velocidad de absorción capilar en concreto con Acelerante curado con Per Kuret, ml

Tabla 129 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Per Kuret, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	903.8	0.00	0.000
-	60	8	906.7	2.90	0.369
-	300	17	908.1	4.30	0.547
-	600	24	909.2	5.40	0.688
-	1200	35	910.6	6.80	0.866
-	1800	42	911.5	7.70	0.980
-	3600	60	913.7	9.90	1.261
-	7200	85	916.5	12.70	1.617
-	10800	104	918.9	15.10	1.923
-	14400	120	919.7	15.90	2.024
-	18000	134	920.7	16.90	2.152
-	21600	147	921.9	18.10	2.305
1	92220	304	931.4	27.60	3.514
2	193200	440	938.1	34.30	4.367
3	268500	518	939.1	35.30	4.495
4	432000	657	940.1	36.30	4.622
5	527580	726	940.35	36.55	4.654
6	622200	789	941.32	37.52	4.777
7	691200	831	941.87	38.07	4.847

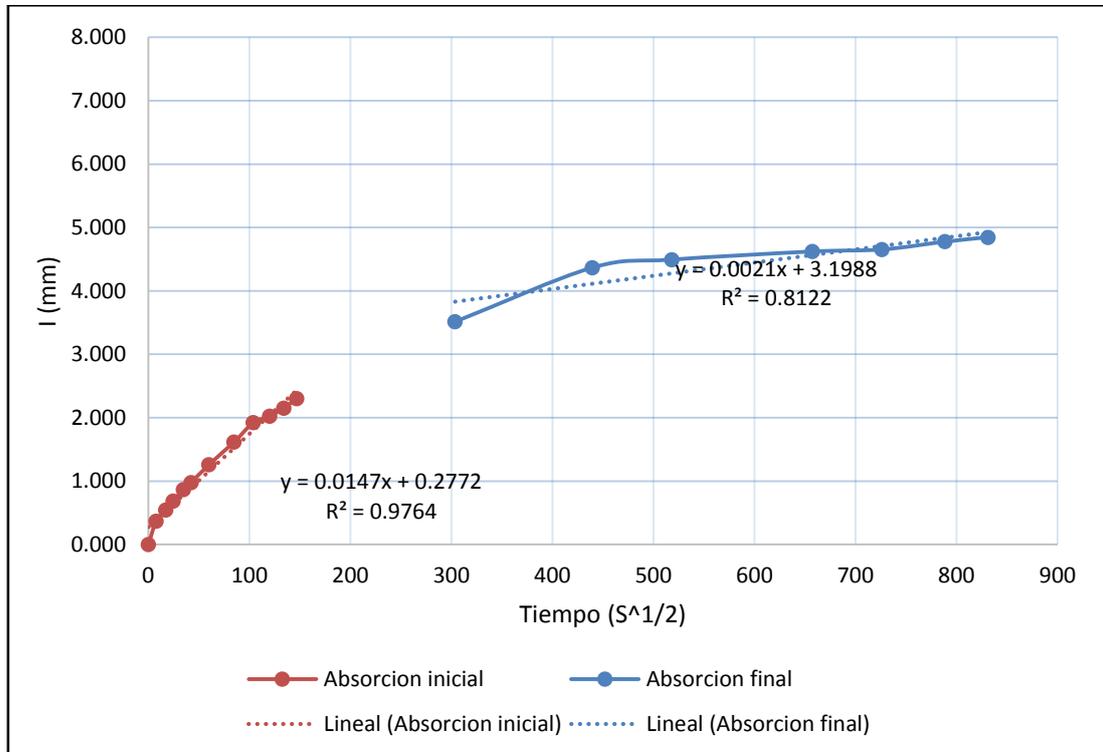


Figura 55: Velocidad de absorción capilar en concreto con Acelerante curado con Per Kuret, m2

Tabla 130 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado con Per Kuret, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	871.6	0.00	0.000
-	60	8	875.1	3.50	0.446
-	300	17	876.8	5.20	0.662
-	600	24	878.1	6.50	0.828
-	1200	35	880.4	8.80	1.120
-	1800	42	881.7	10.10	1.286
-	3600	60	886.6	15.00	1.910
-	7200	85	893.5	21.90	2.788
-	10800	104	899.5	27.90	3.552
-	14400	120	902.9	31.30	3.985
-	18000	134	905.7	34.10	4.342
-	21600	147	908.9	37.30	4.749
1	92220	304	924.4	52.80	6.723
2	193200	440	926.7	55.10	7.016
3	268500	518	927	55.40	7.054
4	432000	657	928.1	56.50	7.194
5	527580	726	929.02	57.42	7.311
6	622200	789	929.18	57.58	7.331
7	691200	831	929.31	57.71	7.348

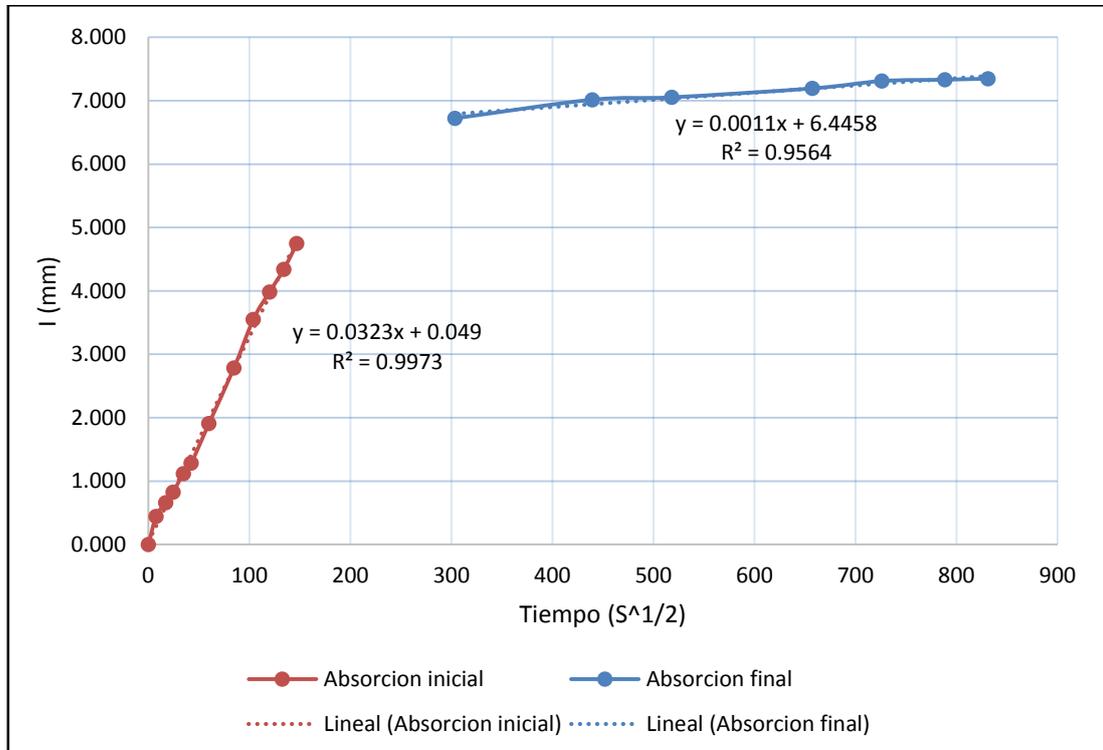


Figura 56: Velocidad de absorción capilar en concreto con Acelerante curado con Per Kuret, m³

Tabla 131 Sorptividad en concreto sin aditivo curado con MasterKure 220 WB, ml

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	918.9	0.00	0.000
-	60	8	920.4	1.50	0.191
-	300	17	921.4	2.50	0.318
-	600	24	923.4	4.50	0.573
-	1200	35	924.1	5.20	0.662
-	1800	42	925.1	6.20	0.789
-	3600	60	926.3	7.40	0.942
-	7200	85	928.3	9.40	1.197
-	10800	104	929.7	10.80	1.375
-	14400	120	931.1	12.20	1.553
-	18000	134	932.1	13.20	1.681
-	21600	147	933.3	14.40	1.833
1	92220	304	942.3	23.40	2.979
2	193200	440	947.1	28.20	3.591
3	268500	518	949.54	30.64	3.901
4	432000	657	949.71	30.81	3.923
5	527580	726	950.61	31.71	4.037
6	622200	789	950.96	32.06	4.082
7	691200	831	951.17	32.27	4.109

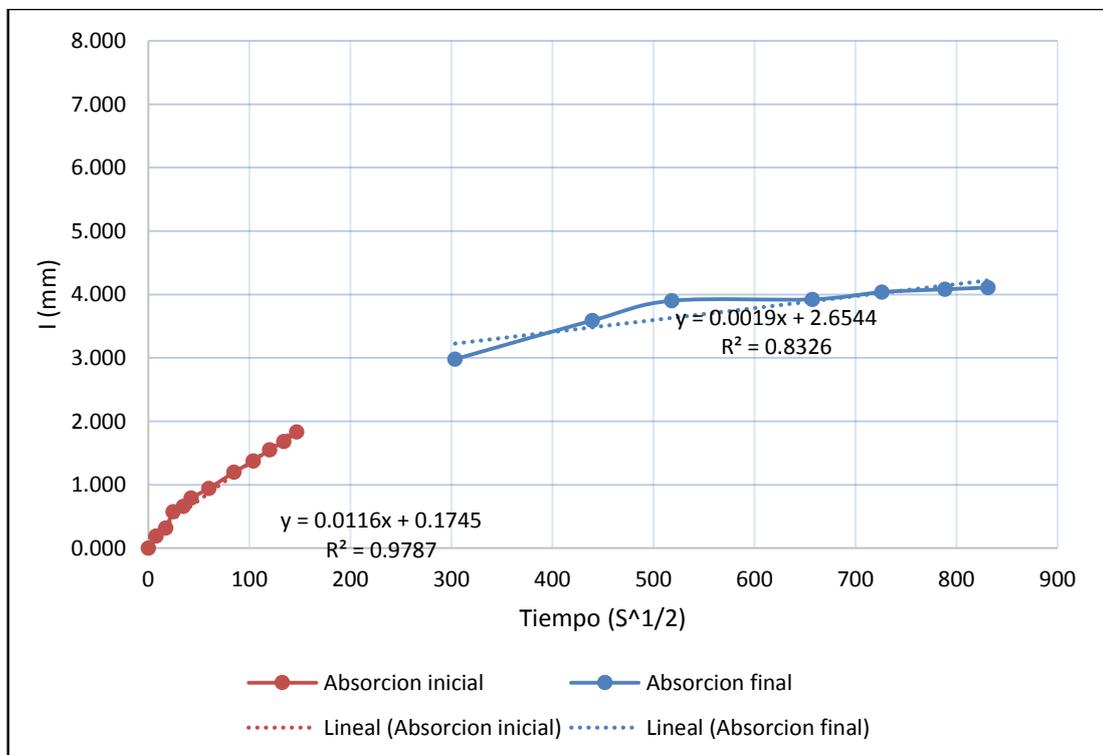


Figura 57: Velocidad de absorción capilar en concreto curado con Masterkure 220 WB, ml

Tabla 132 Sorptividad en concreto sin aditivo curado con MasterKure 220 WB, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	942.9	0.00	0.000
-	60	8	946.9	4.00	0.509
-	300	17	948.2	5.30	0.675
-	600	24	949.7	6.80	0.866
-	1200	35	950.8	7.90	1.006
-	1800	42	952.3	9.40	1.197
-	3600	60	954.1	11.20	1.426
-	7200	85	957.2	14.30	1.821
-	10800	104	959.4	16.50	2.101
-	14400	120	961.2	18.30	2.330
-	18000	134	962.6	19.70	2.508
-	21600	147	964.1	21.20	2.699
1	92220	304	972.1	29.20	3.718
2	193200	440	978.8	35.90	4.571
3	268500	518	980.34	37.44	4.767
4	432000	657	980.83	37.93	4.829
5	527580	726	981.83	38.93	4.957
6	622200	789	981.89	38.99	4.964
7	691200	831	981.98	39.08	4.976

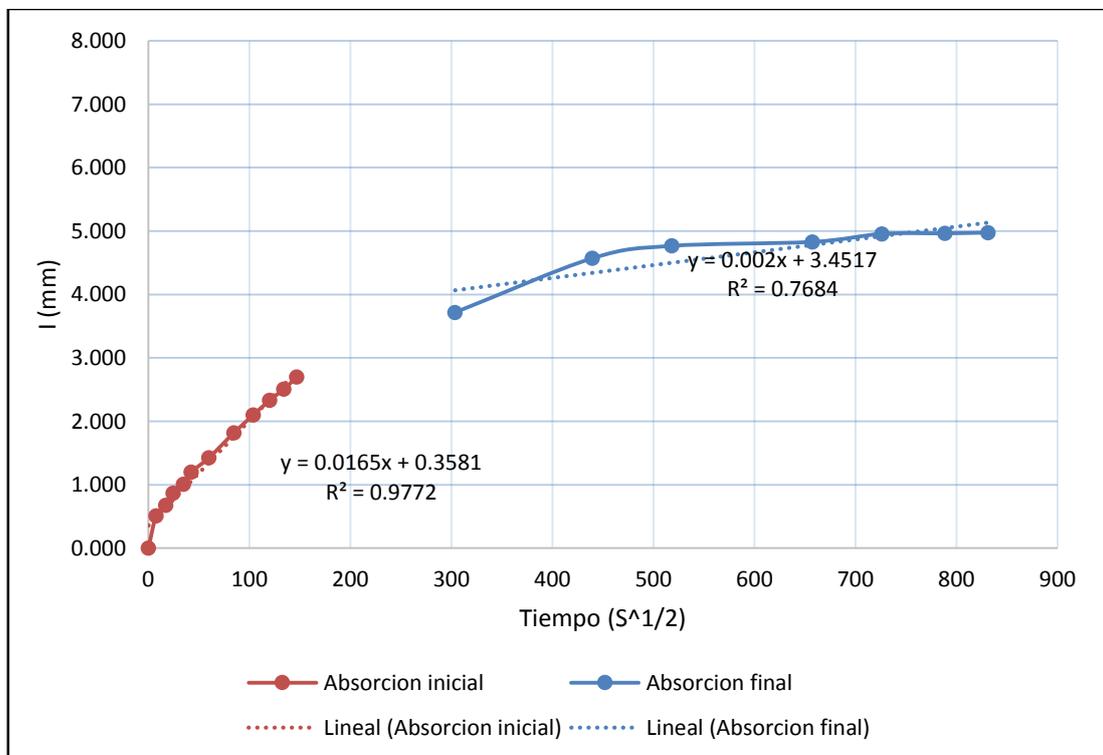


Figura 58: Velocidad de absorción capilar en concreto curado con Masterkure 220 WB, m2

Tabla 133 Sorptividad en concreto sin aditivo curado con MasterKure 220 WB, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	955	0.00	0.000
-	60	8	959.1	4.10	0.522
-	300	17	961.2	6.20	0.789
-	600	24	963.2	8.20	1.044
-	1200	35	964.9	9.90	1.261
-	1800	42	966.9	11.90	1.515
-	3600	60	970.5	15.50	1.974
-	7200	85	976.8	21.80	2.776
-	10800	104	981.6	26.60	3.387
-	14400	120	989.5	34.50	4.393
-	18000	134	993	38.00	4.838
-	21600	147	994.02	39.02	4.968
1	92220	304	1002.4	47.40	6.035
2	193200	440	1011.3	56.30	7.168
3	268500	518	1012.92	57.92	7.375
4	432000	657	1013.05	58.05	7.391
5	527580	726	1013.96	58.96	7.507
6	622200	789	1014.33	59.33	7.554
7	691200	831	1014.65	59.65	7.595

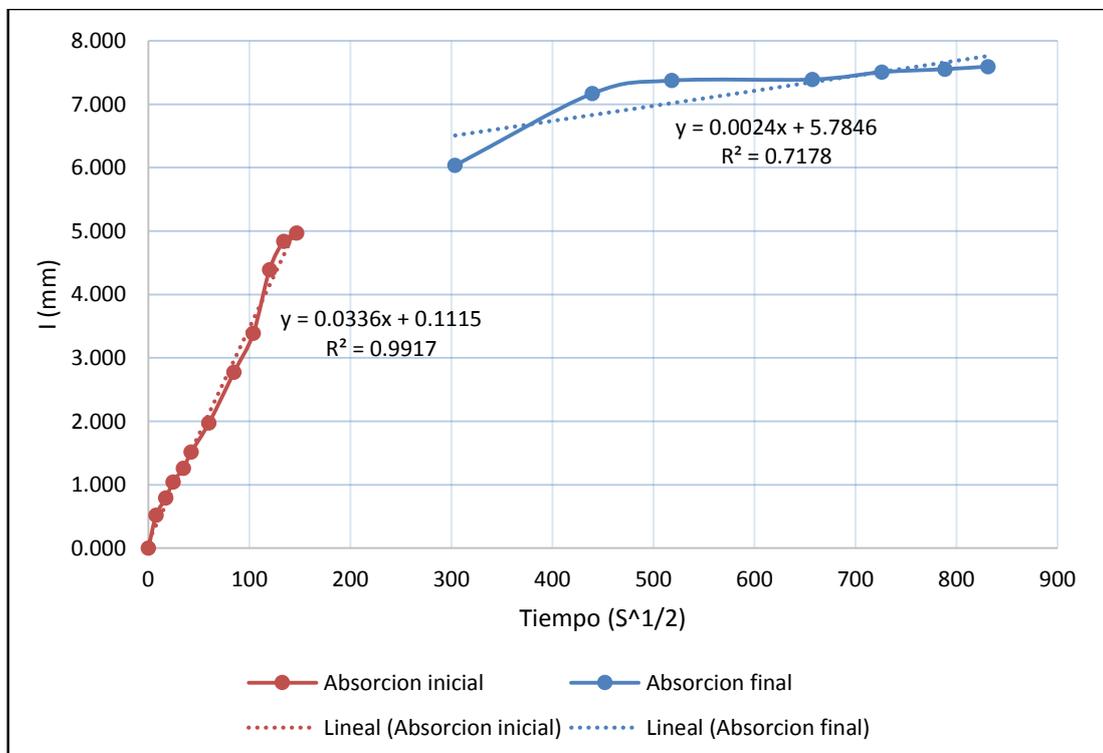


Figura 59: Velocidad de absorción capilar en concreto curado con Masterkure 220 WB, m³

Tabla 134 Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE curado con MasterKure 220 WB, ml

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	910.5	0.00	0.000
-	60	8	915.6	5.10	0.649
-	300	17	918.1	7.60	0.968
-	600	24	919.6	9.10	1.159
-	1200	35	921.7	11.20	1.426
-	1800	42	924	13.50	1.719
-	3600	60	927.7	17.20	2.190
-	7200	85	934.7	24.20	3.081
-	10800	104	940.2	29.70	3.782
-	14400	120	944.9	34.40	4.380
-	18000	134	949	38.50	4.902
-	21600	147	952.9	42.40	5.399
1	92220	304	959.7	49.20	6.264
2	193200	440	964.3	53.80	6.850
3	268500	518	965.61	55.11	7.017
4	432000	657	965.86	55.36	7.049
5	527580	726	966.79	56.29	7.167
6	622200	789	966.78	56.28	7.166
7	691200	831	967.3	56.80	7.232

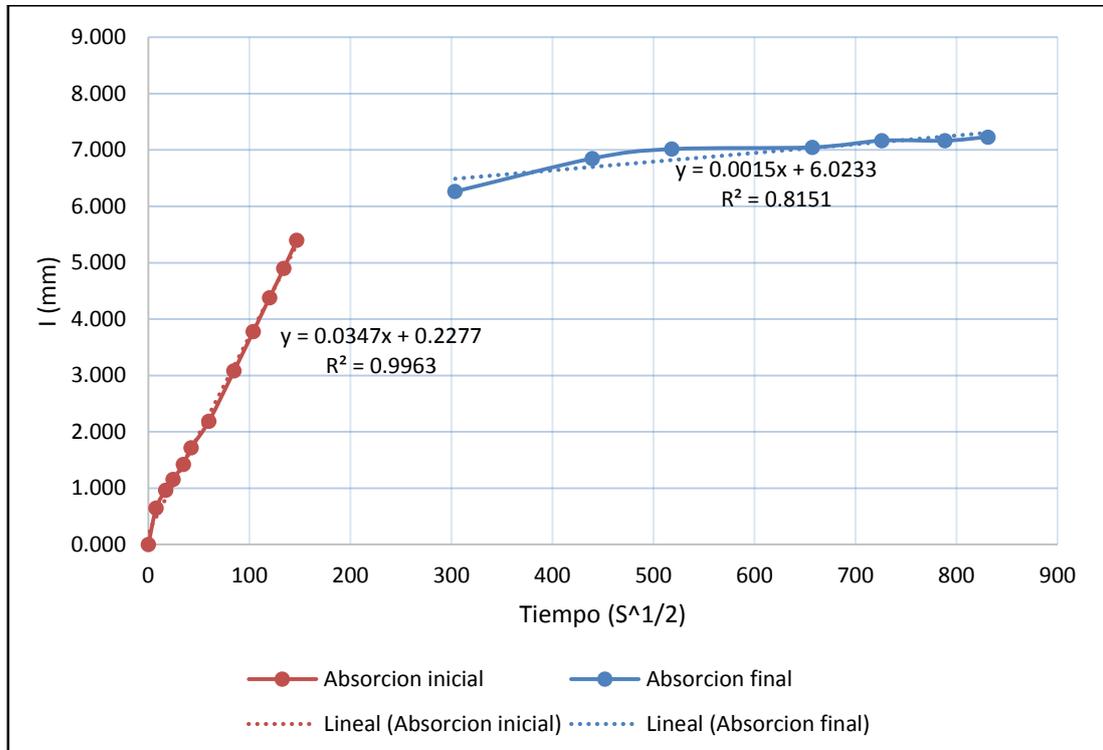


Figura 60: Velocidad de absorción capilar concreto con retardante, curado Masterkure 220 WB ml

Tabla 135 Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE curado con MasterKure 220 WB, m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	911.7	0.00	0.000
-	60	8	916.9	5.20	0.662
-	300	17	919	7.30	0.929
-	600	24	920.6	8.90	1.133
-	1200	35	922.4	10.70	1.362
-	1800	42	924.8	13.10	1.668
-	3600	60	928.3	16.60	2.114
-	7200	85	935	23.30	2.967
-	10800	104	940.3	28.60	3.641
-	14400	120	945	33.30	4.240
-	18000	134	949	37.30	4.749
-	21600	147	952.9	41.20	5.246
1	92220	304	962.8	51.10	6.506
2	193200	440	968.3	56.60	7.207
3	268500	518	969.81	58.11	7.399
4	432000	657	970.04	58.34	7.428
5	527580	726	971.25	59.55	7.582
6	622200	789	971.49	59.79	7.613
7	691200	831	971.61	59.91	7.628

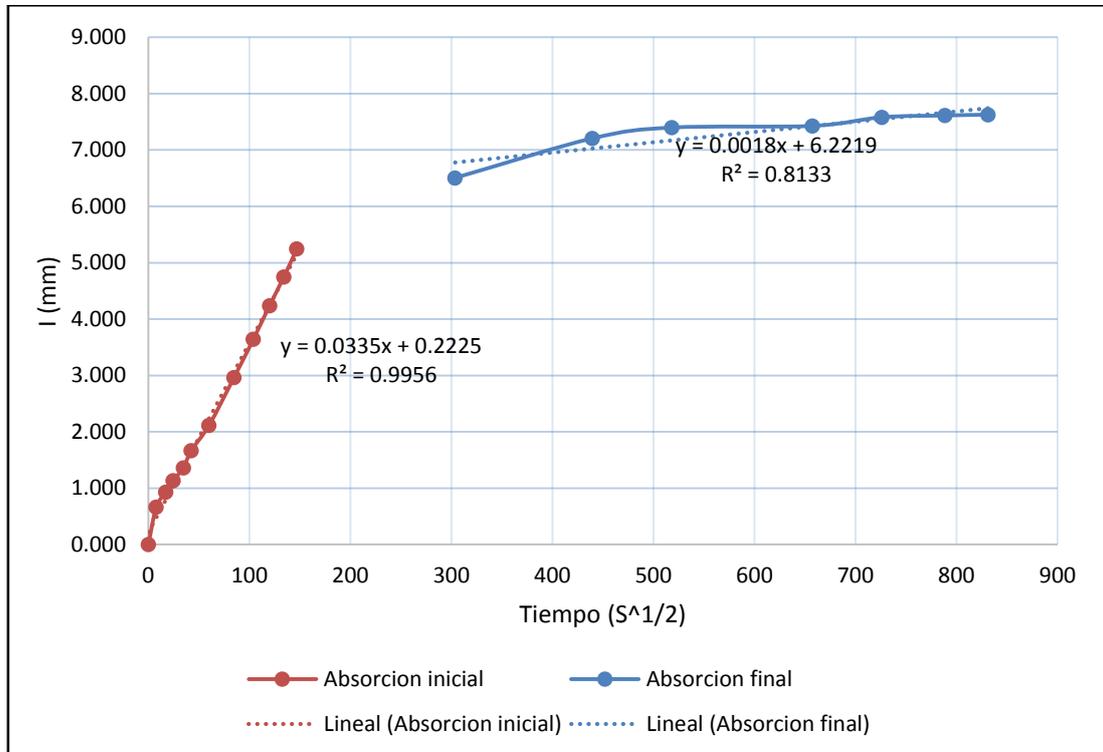


Figura 61: Velocidad de absorción capilar concreto con retardante, curado Masterkure 220 WB m2

Tabla 136 Sorptividad en concreto con Sika Retarde PE curado con MasterKure 220 WB, m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	872.7	0.00	0.000
-	60	8	878.1	5.40	0.688
-	300	17	879.7	7.00	0.891
-	600	24	881.06	8.36	1.064
-	1200	35	882.7	10.00	1.273
-	1800	42	884.4	11.70	1.490
-	3600	60	887.3	14.60	1.859
-	7200	85	891.9	19.20	2.445
-	10800	104	895.2	22.50	2.865
-	14400	120	898.3	25.60	3.259
-	18000	134	900.66	27.96	3.560
-	21600	147	903.1	30.40	3.871
1	92220	304	907.8	35.10	4.469
2	193200	440	914.8	42.10	5.360
3	268500	518	916.06	43.36	5.521
4	432000	657	916.35	43.65	5.558
5	527580	726	917.23	44.53	5.670
6	622200	789	917.44	44.74	5.696
7	691200	831	917.72	45.02	5.732

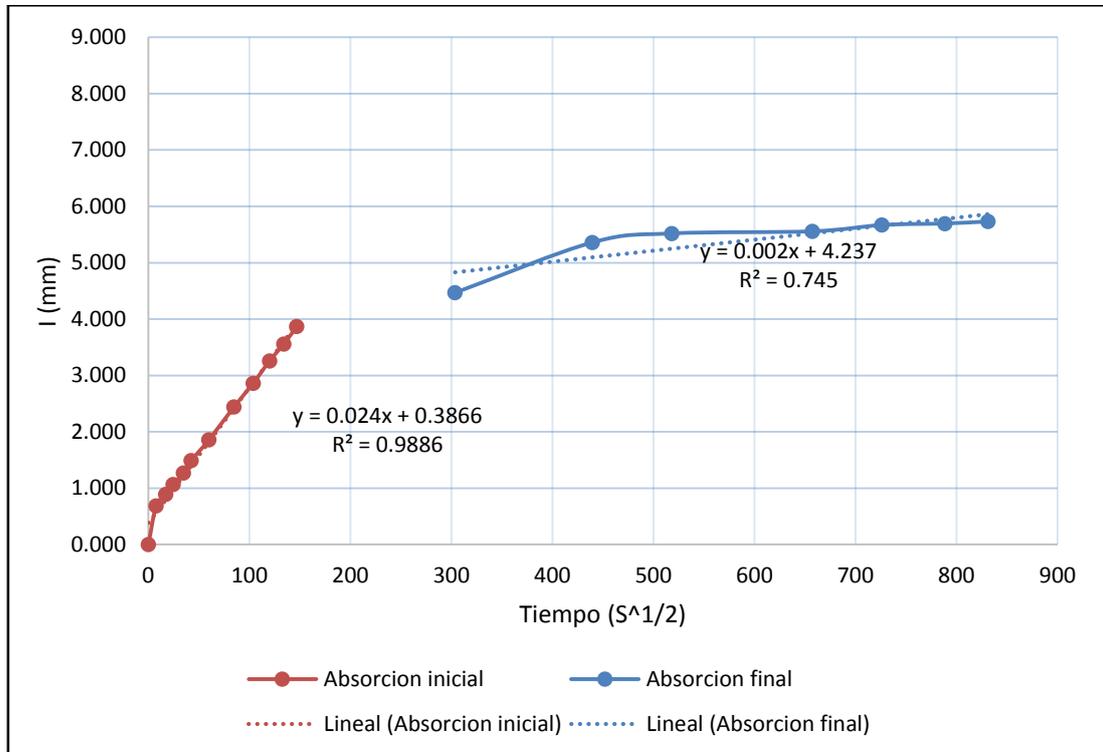


Figura 62: Velocidad de absorción capilar concreto con retardante, curado MasterKure 220 WB m³

Tabla 137 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con MasterKure 220 WB m1

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	934.4	0.00	0.000
-	60	8	938	3.60	0.458
-	300	17	939.3	4.90	0.624
-	600	24	941.4	7.00	0.891
-	1200	35	942.9	8.50	1.082
-	1800	42	945.1	10.70	1.362
-	3600	60	948.2	13.80	1.757
-	7200	85	953.8	19.40	2.470
-	10800	104	958	23.60	3.005
-	14400	120	961.8	27.40	3.489
-	18000	134	965.1	30.70	3.909
-	21600	147	968	33.60	4.278
1	92220	304	978.6	44.20	5.628
2	193200	440	988.1	53.70	6.837
3	268500	518	989.95	55.55	7.073
4	432000	657	990.18	55.78	7.102
5	527580	726	990.7	56.30	7.168
6	622200	789	991.39	56.99	7.256
7	691200	831	991.7	57.30	7.296

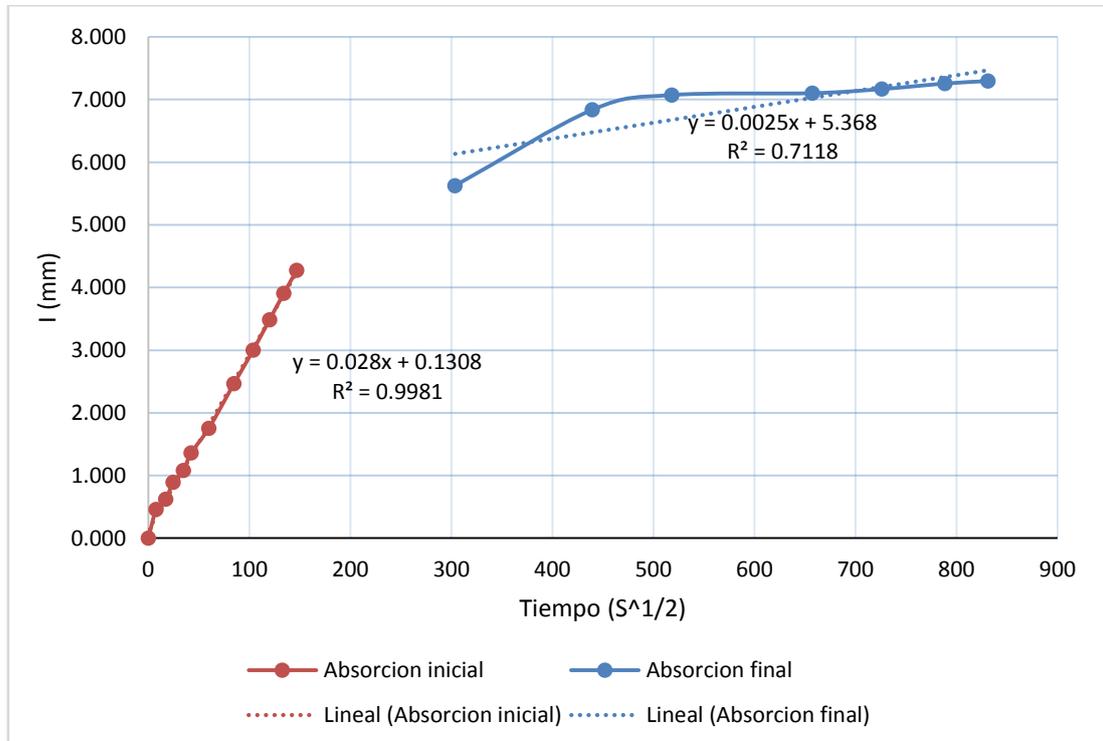


Figura 63: Velocidad de absorción capilar concreto con Plastificante curado Masterkure 220WB m1

Tabla 138 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con MasterKure 220 WB m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = I (mm)
-	0	0	975.6	0.00	0.000
-	60	8	979	3.40	0.433
-	300	17	980.3	4.70	0.598
-	600	24	981.2	5.60	0.713
-	1200	35	981.8	6.20	0.789
-	1800	42	983	7.40	0.942
-	3600	60	984.3	8.70	1.108
-	7200	85	986.3	10.70	1.362
-	10800	104	986.9	11.30	1.439
-	14400	120	987.6	12.00	1.528
-	18000	134	988.8	13.20	1.681
-	21600	147	989.5	13.90	1.770
1	92220	304	997.8	22.20	2.827
2	193200	440	1002	26.40	3.361
3	268500	518	1005.1	29.50	3.756
4	432000	657	1005.18	29.58	3.766
5	527580	726	1006.33	30.73	3.913
6	622200	789	1007.06	31.46	4.006
7	691200	831	1007.14	31.54	4.016

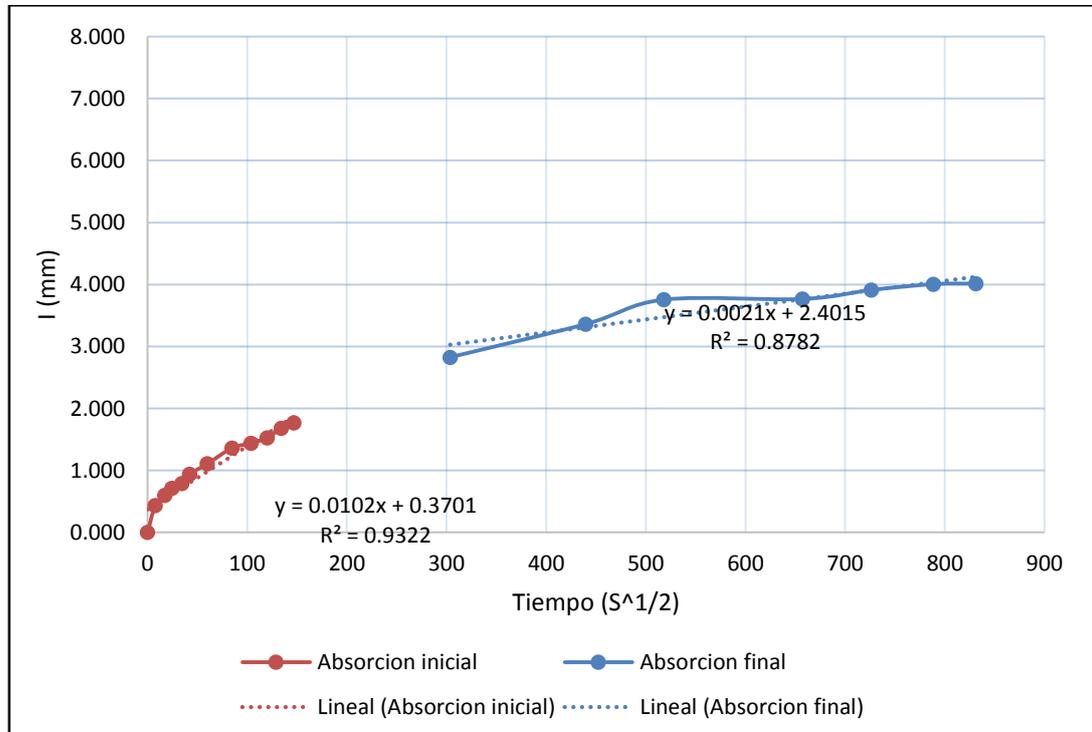


Figura 64: Velocidad de absorción capilar concreto con Plastificante curado Masterkure 220WB m2

Tabla 139 Sorptividad en concreto con SikaCem Plastificante curado con MasterKure 220 WB m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	927.5	0.00	0.000
-	60	8	930.6	3.10	0.395
-	300	17	932.7	5.20	0.662
-	600	24	934.3	6.80	0.866
-	1200	35	935.4	7.90	1.006
-	1800	42	937.2	9.70	1.235
-	3600	60	940.1	12.60	1.604
-	7200	85	944.7	17.20	2.190
-	10800	104	948.5	21.00	2.674
-	14400	120	951.8	24.30	3.094
-	18000	134	954.3	26.80	3.412
-	21600	147	957	29.50	3.756
1	92220	304	968.9	41.40	5.271
2	193200	440	978.3	50.80	6.468
3	268500	518	977.11	49.61	6.317
4	432000	657	977.36	49.86	6.348
5	527580	726	977.79	50.29	6.403
6	622200	789	978.68	51.18	6.516
7	691200	831	978.85	51.35	6.538

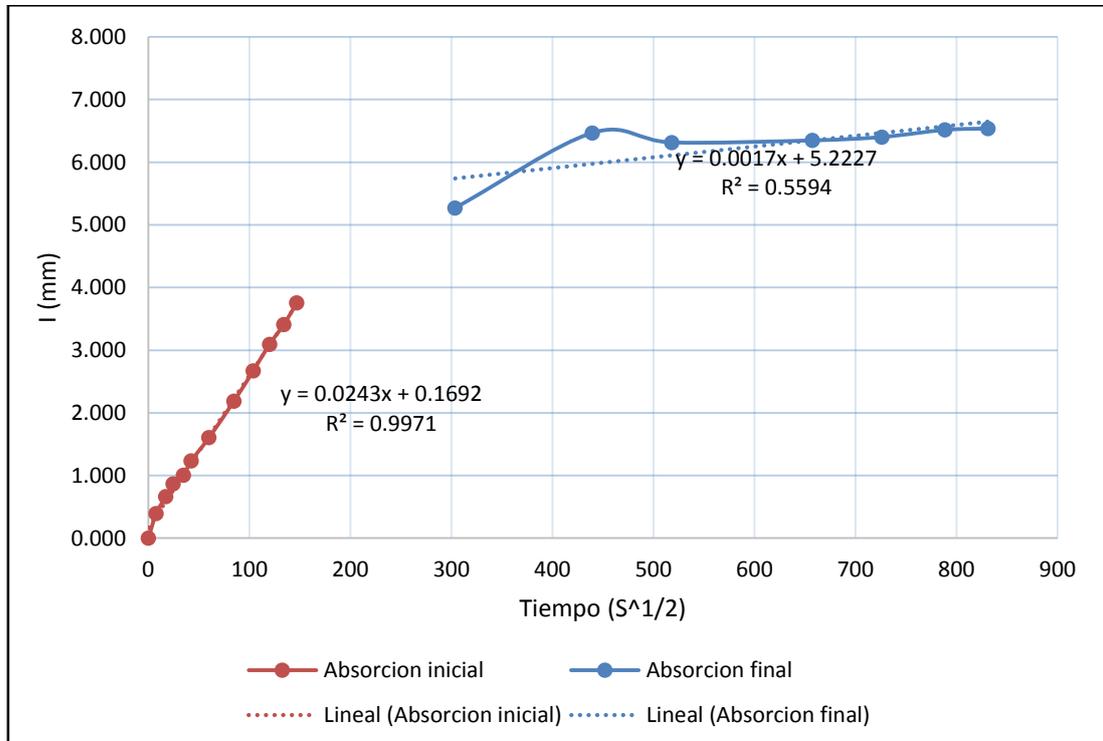


Figura 65: Velocidad de absorción capilar concreto con Plastificante curado Masterkure 220WB m³

Tabla 140 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado MasterKure 220 WB m1

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	946.1	0.00	0.000
-	60	8	949.9	3.80	0.484
-	300	17	952	5.90	0.751
-	600	24	953.7	7.60	0.968
-	1200	35	955.3	9.20	1.171
-	1800	42	957.4	11.30	1.439
-	3600	60	960.5	14.40	1.833
-	7200	85	966.4	20.30	2.585
-	10800	104	970.8	24.70	3.145
-	14400	120	974.8	28.70	3.654
-	18000	134	978.1	32.00	4.074
-	21600	147	981.5	35.40	4.507
1	92220	304	995.9	49.80	6.341
2	193200	440	1002.6	56.50	7.194
3	268500	518	1004.15	58.05	7.391
4	432000	657	1004.61	58.51	7.450
5	527580	726	1005.42	59.32	7.553
6	622200	789	1005.68	59.58	7.586
7	691200	831	1005.99	59.89	7.625

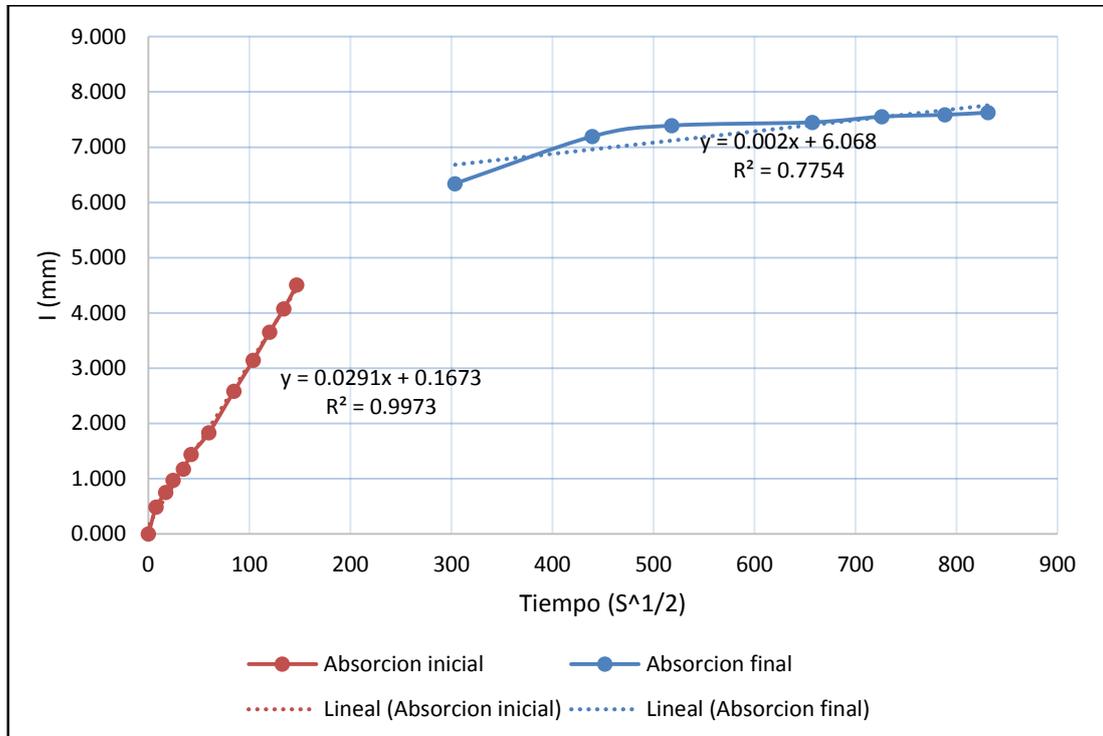


Figura 66: Velocidad de absorción capilar en Acelerante curado con Masterkure 220 WB m1

Tabla 141 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado MasterKure 220 WB m2

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo $S^{(1/2)}$	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	927.1	0.00	0.000
-	60	8	932.1	5.00	0.637
-	300	17	933.7	6.60	0.840
-	600	24	935.1	8.00	1.019
-	1200	35	936.7	9.60	1.222
-	1800	42	938.9	11.80	1.502
-	3600	60	941.9	14.80	1.884
-	7200	85	948.1	21.00	2.674
-	10800	104	956.7	29.60	3.769
-	14400	120	960.2	33.10	4.214
-	18000	134	963.5	36.40	4.635
-	21600	147	964.8	37.70	4.800
1	92220	304	975.6	48.50	6.175
2	193200	440	983.3	56.20	7.156
3	268500	518	984.78	57.68	7.344
4	432000	657	984.84	57.74	7.352
5	527580	726	985.97	58.87	7.496
6	622200	789	986.38	59.28	7.548
7	691200	831	986.56	59.46	7.571

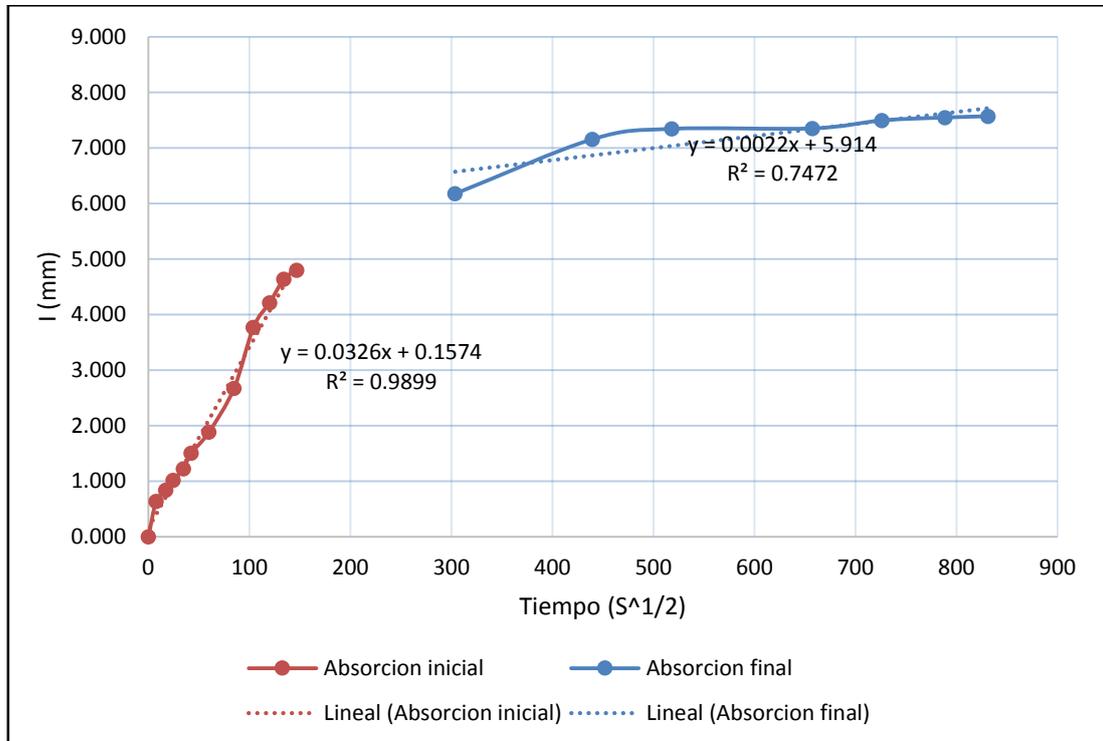


Figura 67: Velocidad de absorción capilar en Acelerante curado con Masterkure 220 WB m2

Tabla 142 Sorptividad en concreto con Sika Acelerante PE curado MasterKure 220 WB m³

Tiempo de ensayo Días	s	Raíz C. tiempo S ^(1/2)	Masa (g)	Δ Masa (g)	Δ masa / área densidad de agua = l (mm)
-	0	0	960.8	0.00	0.000
-	60	8	965.7	4.90	0.624
-	300	17	967.5	6.70	0.853
-	600	24	968.9	8.10	1.031
-	1200	35	970.1	9.30	1.184
-	1800	42	972.1	11.30	1.439
-	3600	60	979.8	19.00	2.419
-	7200	85	981.5	20.70	2.636
-	10800	104	983	22.20	2.827
-	14400	120	986	25.20	3.209
-	18000	134	988.3	27.50	3.501
-	21600	147	990.9	30.10	3.832
1	92220	304	1001.1	40.30	5.131
2	193200	440	1012.2	51.40	6.544
3	268500	518	1013.58	52.78	6.720
4	432000	657	1013.74	52.94	6.741
5	527580	726	1014.39	53.59	6.823
6	622200	789	1014.74	53.94	6.868
7	691200	831	1014.9	54.10	6.888

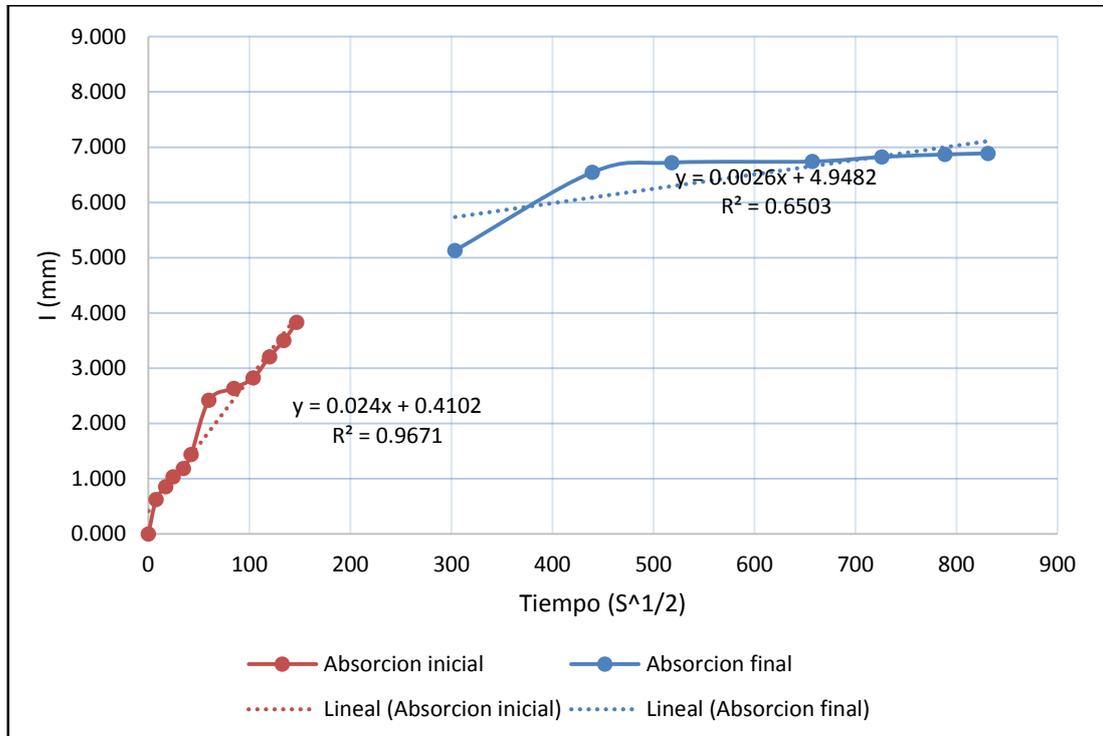


Figura 68: Velocidad de absorción capilar en Acelerante curado con Masterkure 220 WB m³

ANEXO N°6 Panel fotográfico



Figura 69: análisis granulométrico de los agregados.



Figura 70: Peso específico y absorción de los agregados



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 71: Ensayo de slump o asentamiento de concretos. (a) Concreto con retardante; (b) concreto sin aditivo; (c) concreto con plastificante; (d) concreto con acelerante



Figura 72: Probetas en poza de curado agua + cal.



Figura 73: Evaluación química de los agregados y agua con el multiparametro.



Figura 75: Curado de probetas con aspersor manual.



Figura 76: Ensayo de resistencia a compresión.



Figura 77: Secado al horno de muestras para ensayo de sorptividad.



Figura 78: Impermeabilización de muestras para ensayo de sorptividad

ANEXO N°7 Certificado de ensayo de laboratorio en Universidad Privada del Norte.



CERTIFICADO
DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que el Sr. Junior Yair Luna Tejada, identificado con D.N.I N° 76637712, ha realizado ensayos de resistencia a compresión y sorptividad en especímenes de concreto, en las instalaciones del laboratorio de **Concreto y estructuras** de esta universidad, requeridos para la tesis **"Influencia de los tipos de curadores: Curet Z, Per Kuret y Masterkure 220 WB en concretos con aditivo; sobre la resistencia a la compresión y sorptividad, Trujillo 2019"**; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.

Se expide esta certificación a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 13 de diciembre de 2019



Wesley J. Leonardo Carrasco
Supervisor de Laboratorio

ANEXO N°8 Ficha técnica del curador Curet Z.



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N°675 Urb. La Campiña, Chorrillos Lima - Perú
(01) 2523058 | 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18



Curadores de concreto

Curet Z

Descripción: Curador y sellador acrílico, con o sin pigmento (blanco), que forma una película que evita la evaporación del agua del concreto. Además la película que forma evita que el concreto absorba la humedad e impurezas del medio ambiente. Cumple con la Norma ASTM C 309 Tipo 1 Tipo 2 Clase B.

Ventajas

- Cumple doble función: curador y sellador de concreto.
- No mancha el concreto.
- No es tóxico.
- No produce fisuras.
- La película que se forma es compatible con pintura látex.
- Para tarrajear aplicar directamente sobre la membrana de CURET Z.
- Viene sin pigmento o pigmentado (color blanco).
- Después de 12 horas de curada la losa podrá transitar y no debe haber ningún tipo de abrasión.
- Mayor al 90% a los 7 días fraguado.

Usos

- Se emplea en columnas, vigas, placas y en todo elemento de concreto.
- En zonas frías y de altas temperaturas, o donde exista cambios bruscos de temperatura.
- En todo elemento de concreto horizontal, vertical o inclinado.

Aplicación

- Homogenizar el producto.
- Para su aplicación utilizar mochila pulverizadora, brocha, rodillo, etc.
- Aplicar inmediatamente después de desencofrar.
- En losas o pavimentos, aplicar después de desaparecer la exudación.
- En tarrajeos, aplicar después de un par de horas. (Dependiendo del clima).

Precauciones

- Mantener el tanque y las bombillas limpias, al igual que todos los equipos utilizados.
- No excederse de 20m² por galón.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | colizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe
San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493
Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495
Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398
Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292
Arequipa: Calle Paucarpatá 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657



El mejor amigo del concreto

Av. Los Faisanes N°675 Urb. La Campaña, Chorrillos Lima - Perú
(01) 2523058 950 093 271 / 994 268 534 / 998 128 514 / 996 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Temperatura del almacenamiento

Mayor a 5°C.

Vida útil

1 Año.

Densidad

1.02 Kg/L

Cuidados

Se recomienda el uso de guantes, lentes y mascarilla. Para mayor detalle remitase a la hoja de seguridad del producto.

Envases

- 5 Galones.
- 55 Galones.

E-mail: ventas@zaditivos.com.pe | colizacion@zaditivos.com.pe | web site: www.zaditivos.com.pe

San Borja: Av. San Luis 3051. Telf: (01) 715 5744 / 981 288 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493

Chiclayo: Calle Los Tumbos 505. Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Portillo 744. Telf: (061) 573 591 / 998 128 495

Piura: Av. Bolognesi 311. Int. 3. Telf: (073) 321 480 / 972 001 351 | Sullana: Av. José de Lama 344. Telf: (073) 509 408 / 923 055 398

Cuzco: Av. Tomasa Tito Condemayta 1032 - Wanchaq. Telf: (084) 257 111 / 994 268 292

Arequipa: Calle Paucarpata 323A - Cercado. Telf: (054) 203 388 / 994 044 894 | Trujillo: Av. América Sur 818. Urb. Palermo Telf: (044) 425 548 - 998 127 657

ANEXO N°9 Ficha técnica del curador Per Kuret.



Hoja Técnica
Edición 04, 01/04/17, JP
ADITIVOS ESPECIALES S.A.C.
PER KURET

PER KURET

Compuesto Acrílico reforzado de alto rango para curado de concreto en climas extremos de color blanco y/o transparente.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

PER-KURET es un compuesto líquido a base de resina acrílica para curado de concreto fresco y sellado de concreto endurecido. Su aplicación forma una película blanca y/o transparente que retiene la evaporación del agua al máximo y permite lograr las resistencias diseñadas, además es refractario al calor solar cuando esta pigmentado en color blanco. Especial para temperaturas extremas calor y frío.

Especial para temperaturas extremas.

Retención de agua: Mayor al 95% a los 7 días de fraguado.

USO

Se utiliza en obras donde sea necesario CURAR Y SELLAR (impermeabilizar) muy bien el concreto y prevenir el fisuramiento superficial. Su empleo es fundamental en concretos expuestos como pavimentos, pistas, canales, obras hidráulicas, pisos industriales, muros, columnas, losas y concretos en general. Para canales de irrigación o concretos expuestos solicitarlo en color blanco.

VENTAJAS

- Viene listo para aplicar.
- Cura, endurece y evita que se pegue el polvo en concreto seco.
- No mancha el concreto.
- Especial para todo tipo de clima.
- Evita el evaporamiento del agua del concreto.
- Elimina poros en la superficie causados por oclusión de aire y agua.
- Reduce la fisuración superficial por secado y retracción plástica.
- Su pigmento blanco protege al concreto de los rayos solares.
- Protege el concreto de la acción del viento y polvo.
- Por la membrana que forma aumenta las resistencias mecánicas incluso a la abrasión del concreto.
- Permite una excelente hidratación del concreto.
- Desaparece la película blanca después de 5 minutos de aplicado en el caso de solicitarlo transparente.
- Muy económico por su gran rendimiento y fácil de aplicar.
- Se aplica con mochila pulverizadora.
- La película que forma no impide la adherencia de tratamientos posteriores o pinturas.
- A las 24 horas de aplicado resiste tráfico ligero (caminar)
- No se evapora.

SUPERFICIES RECOMENDADAS

Especial para distintos tipos de concretos:

- Expuestos.
- Canales.
- Pavimentos.
- Losas en general.
- Muros de contención.
- Concreto en general.
- Badenes en carreteras.
- Cunetas en carreteras

RENDIMIENTO / CONSUMO

Se recomienda usar PER - KURET en un rango entre 15 y 20 m²/Gl. Las Condiciones del equipo pulverizador es importante para un óptimo rendimiento.

DATOS TÉCNICOS

Apariencia	Líquido no viscoso
Color	Blanco
Olor	Aromático
Densidad a 25°	1.020 Kg/lt= (3.8649 kg/gal)
Viscosidad 25°C	40 CPs espin 1 velocidad 6 25°C
Características	Acabado transparente / blanco
NORMAS	ASTM C-309, Tipo1 clase A
Retención de agua	Mayor al 95 % a los 7 días de fraguado.

USGBC VALORACION LEED

PER - KURET cumple con los requerimientos LEED.

LEED CI 2009 IEQc 4.2 Low-Emitting Materials - Paint and Coatings (<350) y Green Seal Standard for commercial Adhesives GS-36 (SCA-QMD Rule #1113.)

Contenido de VOC < 100 g/L (menos agua)

PRODUCTO NO CONTROLADO POR SUNAT

ENVASES

- Galones
- Balde de 5 galones.
- Cilindro de 55 galones.

PASOS DE APLICACIÓN

Preparación de la Superficie

Hay que dar la textura deseada al acabado de la superficie del concreto.

Mezclado

Se mezcla antes de usar.

Aplicación

Debe ser aplicado puro mediante un equipo pulverizador manual o mecánico. Se aplica directamente sobre el concreto fresco. Se utiliza en un lapso de ½ hora a 2 horas de vaciado el concreto dependiendo del clima y del tipo de concreto.

Se debe colocar el curador una vez haya desaparecido el agua libre exudada en la superficie del concreto fresco.

En caso de superficies verticales aplicar inmediatamente después de retirar el encofrado, previo rociado de agua (opcional). Aplicar una sola vez en forma continua y consistente.

RECOMENDACIONES

Si se utiliza en temperaturas muy bajas o muy altas ($\leq 0^{\circ}\text{C}$ - $\geq 45^{\circ}\text{C}$) hay que agitar por 5 minutos todo el contenido del envase y aplicar.

No permita que el curador se congele en caso pase elevar la temperatura de 8 a 10°C.

No exponer el concreto curado a lluvia o agua durante las primeras 2 horas.

PER KURET

PRECAUCIONES

Puede irritar los ojos y la piel, evitar contacto directo con los ojos o contacto prolongado con la piel, en caso de contacto lavarse automáticamente con agua.

No ingerir. Puede causar problemas respiratorios y estomacales- Mantener fuera del alcance de los niños. En caso de derrame cubrir con abundante arena o tierra, recoger y botar.

TIEMPO DE VIDA-ALMACENAMIENTO

Los envases sellados de este producto se garantizan durante 1 año si se mantiene bajo techo.

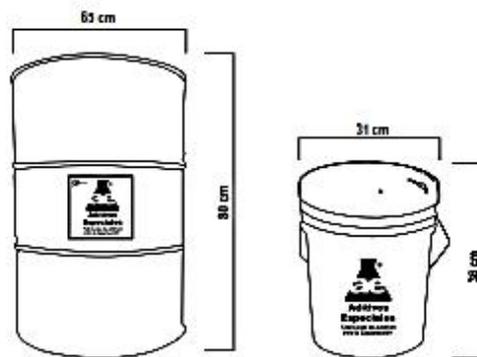
En caso el producto este vencido consultar al fabricante para la revisión y aceptación de su uso.

Almacenar a temperaturas mayores de +4°C y menores de 35°C.

NOTA

El tiempo de secado es mínimo es de 1 hora a 20°C y puede ser sometido a acción mecánica mínima (tránsito de personas) en 24 horas, además si se desea películas de mayor espesor aplicar sobre la primera mano una segunda mano en dirección contraria a la primera.

Es compatible con todos los aditivos de AE y con todos los tipos de concreto.



ADITIVOS ESPECIALES S.A.C

Pasaje. San Francisco N°151 Mz O. Lote N°1 - Tablada de Lurín
Distrito de Villa María del Triunfo
Telefax: (01)280-7092 Cel: 948 597 540
www.aditivosespeciales.com.pe

Distribuidores exclusivos de:



GARANTIA LIMITADA

Aditivos le garantiza en el momento y en el lugar que se efectuó el despacho, que nuestro material será de buena calidad y estará en conformidad con nuestras especificaciones publicadas vigentes en la fecha de aceptación del pedido.

LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD

La ilustración contenida en el presente se incluye únicamente para fines ilustrativos, y a nuestro más leal saber, es fiel y correcta. Sin embargo AE no puede ofrecer, bajo ninguna circunstancia, garantía alguna de los resultados ni asumir ninguna obligación ni responsabilidad en relación con el uso de esta información. Dado que AE no tiene ningún control sobre el uso que se pueda hacer de su producto, se recomienda probar los productos para determinar si son aptos para un uso específico y/o si nuestra especificación es válida en una circunstancia determinada. La responsabilidad reside en el usuario en cuanto al diseño, la aplicación y la instalación correcta de cada producto. El fabricante y el usuario determinarán la idoneidad de los productos para una aplicación específica y asumirán toda responsabilidad en relación con la misma.

SUCURSALES

Oficina-Arequipa

Calle Garcilazo de la Vega 211
Umacollo - Arequipa
Teléfono: 908993919 / 903350134
pbarriso@aditivosespecialesur.com

Oficina-Trujillo

CV Covicorti Mz. W3 L1 005
Teléfono (044) 289753 / 999 110 245 / 966 414 041
ventastrujillo@aditivosespecialesur.com

Piura-Castilla

A.v Luis Montero 480
Miraflores
Teléfono: (073) 343927
+901627 - 909 087 005
perodi@aditivosespeciales.com.pe

Oficina-Ayacucho
Telef: 066-313532
#990970202

Oficina-Andahuayles
Telef: 083205199
#943540755

® Marca registrada de Aditivos Especiales S.A.C

Página 2 de 2

PER KURET

ANEXO N°10 Ficha técnica del curador MasterKure 220 WB.



The Chemical Company

MasterKure 220 WB

Antes: MASTERKURE 220

Agente de curado para hormigón y mortero.

CAMPO DE APLICACIÓN

MasterKure 220 WB es un agente filmógeno basado en una dispersión acuosa de polímeros sintéticos que evita la pérdida prematura de agua en hormigones y morteros en estado fresco.

MasterKure 220 WB crea una película que reduce la evaporación del agua durante el proceso de fraguado del hormigón. La película que forma permite la lenta difusión del vapor y posibilita el posterior tratamiento o revestimiento sobre ella.

Consultar con el Departamento Técnico cualquier aplicación no prevista en esta relación.

PROPIEDADES

- Ofrece un efecto protector superficial ya que evita la evaporación del agua de amasado, necesaria para la completa hidratación del cemento.
- Incrementa la resistencia mecánica de los elementos tratados.
- Mejora la resistencia a la abrasión.
- Reduce la formación de polvo.
- No afecta al color del hormigón, incluso coloreado e incluso con el paso del tiempo.
- De fácil aplicación.
- No es necesario acondicionar la superficie para posteriores aplicaciones de pinturas u otros revestimientos.

MODO DE UTILIZACIÓN

MasterKure 220 WB debe aplicarse a modo de spray inmediatamente después de finalizar la puesta en obra. También puede aplicarse con rodillo si la consistencia del hormigón lo permite. En el caso de hormigón encofrado, MasterKure 220 WB debe aplicarse inmediatamente después de retirar los encofrados.

DOSIFICACIÓN

El consumo aproximado es de 150 – 200 g/m².

La cantidad de producto depende del tipo y porosidad/ rugosidad de la superficie.

Estas dosificaciones son solo orientativas y deberán ajustarse en cada caso concreto mediante ensayos representativos



PRESENTACIÓN

MasterKure 220 WB se suministra en envases de 20 Kg, bidones de 200 Kg y contenedores de 1000 Kg.

LIMPIEZA DE HERRAMIENTAS

Las herramientas y equipos sucios de MasterKure 220 WB pueden limpiarse con agua.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO/ TIEMPO DE CONSERVACIÓN

MASTERKURE 220 debe almacenarse en sus envases originales herméticamente cerrados evitando temperaturas extremas.

Almacenar en lugar fresco y seco y con buena ventilación.

El tiempo de utilización del producto es de 6 meses desde la fecha de fabricación conservado adecuadamente.

MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE

Para su manipulación deberán observarse las medidas preventivas usuales para el manejo de productos químicos, por ejemplo usar gafas y guantes. Lavarse las manos antes de una pausa y al término del trabajo. No comer, beber y fumar durante la aplicación.

La eliminación del producto y su envase debe realizarse de acuerdo con la legislación vigente y es responsabilidad del poseedor final.

Para más información, consultar la Hoja de seguridad del producto.

MasterKure 220 WB
Página 1 de 2
Edición: 01/02/2014

MASTER®
»BUILDERS
SOLUTIONS



The Chemical Company

MasterKure 220 WB

Antes: MASTERKURE 220

Agente de curado para hormigón y mortero.

HAY QUE TENER EN CUENTA

Se recomienda la realización de ensayos previos a la utilización del producto.

No emplear dosificaciones inferiores ni superiores a las recomendadas por el fabricante.

Consulta la compatibilidad entre aditivos antes de su utilización

Propiedades	
Aspecto físico:	Líquido blanco lechoso.
Temperatura de aplicación:	> 5° C.
Densidad, 20° C:	Aprox. 1,00 gr/cm3

Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse las "Especificaciones de Venta" a nuestro Departamento Técnico.

NOTA:

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica.

Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición.

BASF Construction Chemicals España, S.L. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad.

Oforgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reingresar el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

Edición: 01/02/2014

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición

MasterKure 220 WB
Página 2 de 2
Edición: 01/02/2014

CONTACTO

BASF Construction Chemicals España, S.L.

Carretera del Mig, 219
08907 L'Hospitalet de Llobregat

Barcelona

Tel: 93 261 61 00

Fax: 93 261 62 19

Basf-cc@basf-cc.es

www.master-builders-solutions.basf.es

MASTER®
» BUILDERS
SOLUTIONS

ANEXO N°11 Ficha técnica de aditivo plastificante



CONSTRUYENDO CONFIANZA

HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante

ADITIVO PLASTIFICANTE Y REDUCTOR DE AGUA PARA MORTEROS Y HORMIGONES

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10 % incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

USOS

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden del 10 al 15%, contra testigo.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Envase PET x 4 L • Balde x 20 L
Apariencia / Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre + 5°C y + 30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.20 +/- 0.01

Hoja De Datos Del Producto
SikaCem® Plastificante
Junio 2019, Versión 01.01
021302011000000829

1 / 2

INFORMACIÓN TÉCNICA

Guía de Vaciado de Concreto

Mezclar los materiales componentes del hormigón o mortero con parte del agua de mezclado, incorpore el contenido del DoyPack de SikaCem® Plastificante al pastón y complete con la menor cantidad de agua hasta lograr la fluidez requerida.

Para asegurar la homogeneidad del hormigón o mortero, se recomienda mezclar durante 3 minutos adicionales luego de incorporar todos los materiales componentes a la mezcladora.

Para mejorar el desempeño de morteros y hormigones se recomienda mantener la dosificación y proporción de los materiales componentes, Utilizar la menor cantidad de agua de mezclado hasta alcanzar la fluidez necesaria para la obra.

Cuidar que se cumplan las correctas condiciones de elaboración, colocación, compactación y curado.

La sobre-dosificación de SikaCem® Plastificante puede causar retardo de fragüe.

El desempeño de los aditivos pueden variar si se modifican los materiales componentes o sus cantidades.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

- Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.
- Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.

LIMITACIONES

Temperatura Sustrato +5°C mín. / +30°C máx.
Temperatura Ambiente +5°C mín. / +30°C máx.

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.



ANEXO N°12 Ficha técnica de aditivo retardante



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika Retarder PE

ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA PARA CONCRETO Y MORTERO.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Retarder PE es un aditivo retardante de fragua que permite mantener la trabajabilidad del concreto en el tiempo, exento de cloruros.

USOS

- Vaciado de concreto en tiempo caluroso.
- Vaciado de concreto en grandes volúmenes.
- Evita juntas frías en faenas continuas.
- Concreto premezclado.
- Transporte de concreto.
- Concreto bombeado.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika Retarder brinda las siguientes propiedades:

- Mantención prolongada del asentamiento del concreto
- Control sobre el tiempo de fraguado del concreto.
- Libre de cloruros.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	• Cilindro x 200 L • IBC x 1,000 L
Apariencia / Color	Marrón claro a oscuro
Vida Útil	1 año en sitio fresco
Condiciones de Almacenamiento	Bajo techo en su empaque original bien cerrado.
Densidad	1.14 kg/L ± 0.01
Dosificación Recomendada	Del 0.2% al 0.9% del peso del cemento. Se deben realizar pruebas previas para optimizar la dosis.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN

- Diluido en la última parte del agua de amasado.
- Si se utiliza otros aditivos se deben de añadir por separado.

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

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 conoci-

Hoja De Datos Del Producto
Sika Retarder PE
febrero 2017, Versión 01.01
021303011000000713

1 / 3

ANEXO N°13 Ficha técnica de aditivo acelerante

	
<h1>HOJA TÉCNICA</h1> <h2>Sika® Cem Acelerante PE</h2>	
<p>Acelerante de fragua y resistencias para mezclas de Concreto Y Mortero</p>	
<p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</p>	<p>Aditivo líquido de acción acelerante sobre tiempo de fraguado y resistencias mecánicas del concreto.</p> <p>Cumple norma ASTM 494, tipo C.</p> <p>USOS</p> <p>Sika® Cem Acelerante PE debe usarse cuando se requiera:</p> <p>Obtener concreto con altas resistencias a temprana edad, reducir el tiempo de desencofrado y facilitar el rápido avance de las obras, colocar concreto en ambiente frío o efectuar reparaciones rápidas en todo tipo de estructuras.</p> <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El Sika® Cem Acelerante PE reduce los tiempos de desencofrado. ▪ Se obtienen resistencias más altas a temprana edad. ▪ Pronto uso de estructuras nuevas. ▪ Rápida puesta en uso de estructuras reparadas. ▪ Sika® Cem Acelerante PE contrarresta el efecto del frío sobre las resistencias y el fraguado. ▪ Aumenta los rendimientos en la elaboración de prefabricados.
<p>NORMAS</p>	<p>ESTÁNDARES</p> <p>Sika® Cem Acelerante cumple con la Norma ASTM C 494, tipo C.</p>
<p>DATOS BÁSICOS</p>	
<p>FORMA</p>	<p>COLORES</p> <p>Transparente tonalidad amarilla.</p> <p>PRESENTACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Envase PET x 4 L ▪ Balde x 20 L
<p>Hoja Técnica Sika® Cem Acelerante PE 21.01.15, Edición 3</p>	
<p>1/3</p>	

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Un año en lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1.38 kg/L +/- 0.01 USGBC VALORACIÓN LEED Sika® Cem Acelerante PE cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Dependiendo del grado de aceleramiento deseado, Sika® Cem Acelerante PE se dosifica del 1% al 4% del peso del cemento (aproximadamente de 300 mL a 1200 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg). De acuerdo con nuestra experiencia y como una guía en el uso de Sika® Cem Acelerante PE, se puede decir que con una dosificación del 4% se obtienen resistencias mecánicas a 3 días equivalentes a 7 días y a 7 días las equivalentes a 15 días. Este efecto puede variar con el tipo y la edad del cemento, como también con la temperatura del ambiente. Recomendamos hacer ensayos previos para determinar la dosificación óptima en cada caso.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Sika® Cem Acelerante PE viene listo para usarse, agregándose al agua de mezcla. PRECAUCIONES Limpie todas las herramientas y equipos de aplicación con agua inmediatamente después de su uso. Los datos técnicos indicados en esta hoja técnica están basados en ensayos de laboratorio. Los datos reales pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.
BASES	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.
Información de Seguridad e Higiene	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.
<p>Hoja Técnica Sika® Cem Acelerante PE 22.01.15, Edición 3</p> <p>2/3</p> <p>BUILDING TRUST </p>	

ANEXO N°14 Ficha técnica del cemento Portland tipo I.



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 656 Pacasmayo - La Libertad
Telefono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.
(*) Requisito opcional.



Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Esta totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

ANEXO N°15 Normativa utilizada para el desarrollo experimental.

NORMA TÉCNICA NTP 339.183
PERUANA 2013

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

**CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y
curado de especímenes de concreto en el laboratorio**

CONCRETE. Standard practice for making and curing concrete test specimens in the laboratory

2013-01-16
2ª Edición

R.0006-2013/CNB-INDECOPL Publicada el 2013-02-01 Precio basado en 24 páginas
LC.S.: 91.100.30 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: hormigón, concreto, curado, laboratorio, curado de especimen

© INDECOPI 2013

NORMA TÉCNICA NTP 339.088
PERUANA 2006

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

**HORMIGÓN (CONCRETO). Agua de mezcla utilizada
en la producción de concreto de cemento Portland.
Requisitos**

CONCRETE. Mixing water used in the production of Portland cement concrete. Requirements

2006-02-16
2ª Edición

R.0013-2006/INDECOPI-CRT. Publicada el 2006-03-06
I.C.S.: 91.100.30

Precio basado en 13 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agua combinada, densidad, aditivos estabilizantes de hidratación, agua de mezcla, agua
reciclada

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.035
2009**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

CONCRETE. Standard test method for measure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2009-12-23
3ª Edición**

R.034-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-02-20

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.034
2015**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2015-12-22
4ª Edición**

R.Nº015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

© ASTM 2015 - © INACAL 2015

NORMA TÉCNICA NTP 339.216
PERUANA 2016

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Práctica normalizada para la utilización de
cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de
resistencia a la compresión de cilindros de concreto
endurecido**

CONCRETE. Standard practice for use of unbonded caps in determination of compressive strength of hardened concrete cylinders

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C1231/C1231M:2014 Standard Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2016-09-07
2ª Edición

R.D. N° 022-2016-INACAL/DN. Publicada el 2016-09-14 Precio basado en 13 páginas
I.C.S.: 91.100.30; 81.080 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptores: Tapas, cilindros de refrentado, resistencia a la compresión, almohadilla, resistencia, sistemas de refrentado, almohadillas, refrentado elastomérico, neopreno

© ASTM 2014 - © INACAL 2016



Designation: C 1585 – 04¹

Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic- Cement Concretes¹

This standard is issued under the fixed designation C 1585; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

ϵ^1 Note—A typo in Eq 1 was corrected editorially in December 2007.

1. Scope

1.1 This test method is used to determine the rate of absorption (sorptivity) of water by hydraulic cement concrete by measuring the increase in the mass of a specimen resulting from absorption of water as a function of time when only one surface of the specimen is exposed to water. The exposed surface of the specimen is immersed in water and water ingress of unsaturated concrete dominated by capillary suction during initial contact with water.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

C 31/C 31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field

C 42/C 42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C 192/C 192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

C 642 Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete

C 1005 Specification for Reference Masses and Devices for Determining Mass and Volume for Use in the Physical Testing of Hydraulic Cements

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.66 on Concrete's Resistance to Fluid Penetration.

Current edition approved Feb. 1, 2004. Published March 2004.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

3. Terminology

3.1 For definitions of terms used in this standard, refer to Terminology C 125.

4. Significance and Use

4.1 The performance of concrete subjected to many aggressive environments is a function, to a large extent, of the penetrability of the pore system. In unsaturated concrete, the rate of ingress of water or other liquids is largely controlled by absorption due to capillary rise. This test method is based on that developed by Hall³ who called the phenomenon "water sorptivity."

4.2 The water absorption of a concrete surface depends on many factors including: (a) concrete mixture proportions; (b) the presence of chemical admixtures and supplementary cementitious materials; (c) the composition and physical characteristics of the cementitious component and of the aggregates; (d) the entrained air content; (e) the type and duration of curing; (f) the degree of hydration or age; (g) the presence of microcracks; (h) the presence of surface treatments such as sealers or form oil; and (i) placement method including consolidation and finishing. Water absorption is also strongly affected by the moisture condition of the concrete at the time of testing.

4.3 This method is intended to determine the susceptibility of an unsaturated concrete to the penetration of water. In general, the rate of absorption of concrete at the surface differs from the rate of absorption of a sample taken from the interior. The exterior surface is often subjected to less than intended curing and is exposed to the most potentially adverse conditions. This test method is used to measure the water absorption rate of both the concrete surface and interior concrete. By drilling a core and cutting it transversely at selected depths, the absorption can be evaluated at different distances from the exposed surface. The core is drilled vertically or horizontally.

4.4 This test method differs from Test Method C 642 in which the specimens are oven dried, immersed completely in

³ Hall, C., "Water Sorptivity of Mortars and Concretes: A Review," *Magazine of Concrete Research*, Vol. 41, No. 147, June 1989, pp. 51-61.