

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

“EFECTOS DE LAS FIBRAS DE POLIPROPILENO SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICO DE UN CONCRETO CONVENCIONAL PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS UTILIZANDO CEMENTO QHUNA, TRUJILLO - LA LIBERTAD 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Br. Hussein Jose Silupu Tello

Br. Jhonnatan Frank Saldaña Briones

Asesor:

M.Sc. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de alcanzar mis metas y permitirme llegar a este punto. A mis padres por apoyarme en todo momento. A mi esposa Karen Campoverde Estrada por su paciencia y comprensión; a mi pequeña hija Angie Ariana Silupu Campoverde por darme tanta felicidad y amor en su inocencia presencia permitiendo ser motor y motivo (Hussein).

A Dios por darme la vida y estar siempre conmigo, guiándome en mí camino. A mis Padres; Por el esfuerzo, la dedicación, el amor y el apoyo incondicional que me brindaron para poder lograr una de mis metas. Gracias a mis padres son quien soy, orgullosamente agradezco a Roger Leonidas Saldaña Alva y Rode Noemi Briones Acosta, mi mayor inspiración, gracias a mis padres he concluido satisfactoriamente una etapa de mi formación profesional (Frank).

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por guiarme en mi carrera profesional. A mis padres por el apoyo incondicional que me dieron en todo momento hasta el fin de mi carrera. Al asesor el M.Sc. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina por apoyarme en el desarrollo de mi tesis, por su esfuerzo y tiempo, contribuyendo a lograr mis metas.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron en la realización de esta investigación (Hussein).

Quiero expresar un sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por brindarme salud, fortaleza y capacidad para poder concluir esta etapa de mi vida. Gracias a mis padres: Roger y Rode, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Privada del Norte, por haber compartido sus conocimientos para mi óptima formación a lo largo de esta carrera profesional, de manera especial, al magister Ing. Wiston Henry Azañedo Medina tutor de este proyecto de investigación quien nos ha guiado con su paciencia, su experiencia como docente, y por su valioso aporte para nuestra investigación. Mi agradecimiento a todos, mi familia, mis amigos que de una u otra manera me brindaron su apoyo incondicional (Frank).

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	12
RESUMEN	14
ABSTRACT	15
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	16
1.2. ANTECEDENTES	20
1.3. BASES TEÓRICAS	25
1.3.1. El Concreto	25
1.3.2. Diseño de mezcla	26
1.3.2.1. Requisitos de los diseños de mezclas	27
1.3.2.2. Procedimiento del diseño de mezcla	27
1.3.2.3. Indicadores de medición	27
1.3.3. Propiedades Físicas	28
1.3.3.1. Asentamiento del concreto (NTP 339.035/ASTM C 143)	28
1.3.3.1.1. Concepto	28
1.3.3.1.2. Tipos de Asentamiento	28
1.3.3.1.3. Importancia	29
1.3.3.1.4. Usos	29
1.3.3.1.5. Indicadores de medición	29
1.3.3.2. Temperatura de la mezcla de concreto (NTP 339.184/ASTM C 1064)	30
1.3.3.2.1. Concepto	30
1.3.3.2.2. Importancia	30
1.3.3.2.3. Usos	31
1.3.3.2.4. Indicadores de medición	31
1.3.4. Propiedades Mecánicas	31
1.3.4.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034/ASTM C 39)	31
1.3.4.1.1. Concepto	31
1.3.4.1.2. Importancia	32
1.3.4.1.3. Usos	32
1.3.4.1.4. Indicadores de medición	33
1.3.4.1.5. Especímenes cilíndricos (Moldes)	33
1.3.4.1.6. Tipos de fallas	33
1.3.4.2. Resistencia a la Tracción (NTP 339.084/ASTM C 496)	35
1.3.4.2.1. Concepto	35
1.3.4.2.2. Importancia	35
1.3.4.2.3. Usos	36
1.3.4.2.4. Indicadores de medición	36
1.3.4.2.5. Molde	36
1.3.4.2.6. Tipos de Fallas	36
1.3.4.3. Resistencia a la Flexión (NTP 339.059/ ASTM C42)	38

1.3.4.3.1	Concepto	38
1.3.4.3.2	Importancia	38
1.3.4.3.3	Usos	38
1.3.4.3.4	Indicadores de medición	39
1.3.4.3.5	Molde	39
1.3.4.3.6	Tipos de ensayo de Roturaos	39
1.3.5.	Fibras	41
1.3.5.1.	Concepto	41
1.3.5.2.	Importancia	41
1.3.5.3.	Tipos de fibras	42
1.3.5.3.1	Fibras de polipropileno	42
1.3.5.3.1.1	Concepto	42
1.3.5.3.1.2	Importancia	42
1.3.5.3.1.3	Usos	43
1.3.5.3.1.4	Marcas de fibras sintéticas	44
1.3.5.3.1.5	Fichas de fibra de polipropileno	44
1.3.6.	Diseño de pavimentos	46
1.3.6.1.	Concepto	46
1.3.6.2.	Tipos de pavimentos	47
1.3.6.3.	Importancia	47
1.3.6.4.	Usos	47
1.3.7.	Cemento	47
1.3.7.1.	Concepto	47
1.3.7.2.	Tipos de cemento	48
1.4.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	50
1.5.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	51
1.6.	OBJETIVOS	53
1.6.1.	Objetivo General	53
1.6.2.	Objetivos Específicos	53
1.7.	HIPÓTESIS	54
1.7.1.	Hipótesis General	54
1.7.2.	Hipótesis Especifica N°01:	54
1.7.3.	Hipótesis Especifica N°02:	55
1.7.4.	Hipótesis Especifica N°03:	55
1.7.5.	Hipótesis Especifica N°04:	56
1.7.6.	Hipótesis Especifica N°05:	56
1.7.7.	Hipótesis Especifica N°06:	57
1.7.8.	Hipótesis Especifica N°07:	57
1.7.9.	Hipótesis Especifica N°08:	58
1.7.10.	Hipótesis Especifica N°09:	58
1.7.11.	Hipótesis Especifica N°10:	59
CAPÍTULO 2.	METODOLOGÍA	60
2.1.	Operacionalización de variables	60
2.2.	Diseño de investigación	61
2.3.	Unidad de estudio	62
2.4.	Población	62
2.5.	Muestra (muestreo o selección)	62

2.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	64
2.6.1. Técnicas de recolección de datos	64
2.6.2. Instrumento para la recolección de datos	64
2.6.3. El procedimiento para la recolección de datos	64
2.6.3.1. Materia prima	65
2.6.3.2. Caracterización de agregados	65
2.6.3.2.1. Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino (ASTM C566/NTP 339.185)	65
2.6.3.2.2. Peso Unitario del Agregado Fino y Agregado Grueso (ASTM C29/NTP 400.017)	66
2.6.3.2.3. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128/NTP 400.022)	67
2.6.3.2.4. Peso específico del agregado grueso (ASTM C127/NTP 400.021)	68
2.6.3.2.5. Ensayo Granulométrico de Agregados (ASTM C 136/NTP 400.012)	69
2.6.3.3. Diseño de Mezcla	71
2.6.3.4. Concreto fresco	78
2.6.3.4.1. Asentamiento (NTP 339.035 / ASTM C 143)	78
2.6.3.4.2. Temperatura de la mezcla (NTP 339.184 / ASTM C1064)	80
2.6.3.5. Concreto en estado endurecido	81
2.6.3.5.1. Elaboración y curado de probetas cilíndricas (NTP 339.183 / ASTM C192)	82
2.6.3.5.2. Resistencia a Compresión del concreto (NTP 339.034 / ASTM C39)	83
2.6.3.5.3. Resistencia a Tracción por Compresión Diametral del concreto (NTP 339.084 / ASTM C496)	84
2.6.3.5.4. Resistencia a Flexión del concreto (NTP 339.059 / ASTM C42)	85
2.7. Métodos, instrumentos y procedimiento de análisis de datos	86
2.7.1. Método para el análisis de datos:	86
2.7.2. Instrumento para el análisis de datos:	86
2.7.3. Procedimiento de análisis de datos:	86
CAPÍTULO 3. RESULTADOS	87
3.1. Caracterización de los Agregados	87
3.1.1. Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012 / NTP 400.012)	87
3.1.2. Ensayo Granulométrico del Agregado Fino (NTP 400.012 / ASTM C136)	89
3.1.3. Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino (NTP 339.185/ASTM C566)	91
3.1.4. Peso Unitario Seco Suelto y Compactado del Agregado Grueso y Agregado Fino (NTP400.017/ ASTM C29)	93
3.1.5. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ASTM C127)	96
3.1.6. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022/ASTM C128)	97
3.2. Elaboración del Diseño de Mezcla según ACI-211	98
3.3. Ensayos físicos	104
3.3.1. Asentamiento del concreto (NTP 339.035/ASTM C143)	104
3.3.2. Temperatura de la mezcla de concreto (NTP 339.184/ASTM C1064)	105
3.4. Ensayos mecánicos	106
3.4.1. Resistencia a Compresión del concreto (NTP 339.034/ASTM C39)	106
3.4.2. Resistencia a Tracción por Compresión Diametral (NTP 339.084/ASTM C496)	108
3.4.3. Resistencia a Flexión del concreto (NTP 339.079/ASTM C42)	110
3.5. Cuadro resumen de las variables de la investigación	113
3.6. Validación de Hipótesis	113
3.6.1. Prueba de Normalidad	114
3.6.2. Criterio de homocedasticidad	119
3.6.3. Prueba de hipótesis	122
3.6.3.1. Se redacta la hipótesis específica 01:	122

3.6.3.2.	Se redacta la hipótesis específica 02:	_____	124
3.6.3.3.	Se redacta la hipótesis específica 03:	_____	125
3.6.3.4.	Se redacta la hipótesis específica 04:	_____	127
3.6.3.5.	Se redacta la hipótesis específica 05:	_____	128
3.6.3.6.	Se redacta la hipótesis específica 06:	_____	129
3.6.3.7.	Se redacta la hipótesis específica 07:	_____	130
3.6.3.8.	Se redacta la hipótesis específica 08:	_____	131
3.6.3.9.	Se redacta la hipótesis específica 09:	_____	133
3.6.3.10.	Se redacta la hipótesis específica 10:	_____	134
3.7.	Regresión y correlación de los datos	_____	135
<i>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</i>			142
4.1.	Discusión de resultados	_____	142
4.2.	Análisis de Validación de Datos	_____	149
4.3.	Análisis Económico	_____	151
4.4.	Conclusiones	_____	152
<i>RECOMENDACIONES</i>			153
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>			154
<i>ANEXOS</i>			158

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resistencia a compresión de los concreto con y sin fibras.	20
Tabla 2. Resistencia a tensión por flexión.	21
Tabla 3. Resistencia a tensión por compresión diametral.	21
Tabla 4. Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.	27
Tabla 5. Consistencia del concreto	29
Tabla 6. Concreto según su consistencia	29
Tabla 7. Tolerancia del curado de concreto	33
Tabla 8. Modelos para relacionar la resistencia a la compresión con la flexión.	40
Tabla 9. Requisitos físicos del cemento.	49
Tabla 10. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°01	54
Tabla 11. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°02	55
Tabla 12. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°03	55
Tabla 13. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°04	56
Tabla 14. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°05	56
Tabla 15. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°06	57
Tabla 16. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°07	57
Tabla 17. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°08	58
Tabla 18. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°09	58
Tabla 19. Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°10	59
Tabla 20. Matriz de Operacionalización de variables	61
Tabla 21. Diseño de investigación experimental	62
Tabla 22. Distribución de cada tipo de ensayo	63
Tabla 23. Granulometría del Agregado Fino.	69
Tabla 24. Granulometría del agregado grueso	70
Tabla 25. Resistencia a la compresión requerida cuando no se dispone de data histórica.	71
Tabla 26. Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.	71
Tabla 27. Volumen unitario de agua.	72
Tabla 28. Contenido de aire atrapado.	73
Tabla 29. Relación agua/cemento por resistencia, para f'_{cr}	73
Tabla 30. Peso del agregado grueso por unidad d volumen del concreto (b/b_0).	74
Tabla 31. Metodología para hablar el peso de la Arena.	75
Tabla 32. Metodología para hablar el peso de la Arena.	76
Tabla 33. Estimación del peso del concreto.	77
Tabla 34. Análisis Granulométrico de la muestra del Agregado Grueso.	87
Tabla 35. Husos granulométricos y porcentaje que pasa del agregado grueso.	88
Tabla 36. Análisis Granulométrico de la muestra del Agregado Fino.	89
Tabla 37. Husos granulométricos y porcentaje que pasa del agregado fino.	90
Tabla 38. Muestras y promedio del contenido de humedad del agregado grueso.	92
Tabla 39. Muestras y promedio del contenido de humedad del agregado fino.	92
Tabla 40. Peso unitario seco suelto del agregado grueso	93
Tabla 41. Peso unitario seco suelto del agregado Fino	94
Tabla 42. Peso unitario seco compactado del agregado Grueso	95
Tabla 43. Peso unitario seco compactado del agregado Fino	95
Tabla 44. Muestras y promedio del peso específico y absorción del agregado grueso.	96
Tabla 45. Muestras y promedio del peso específico y absorción del agregado Fino.	97
Tabla 46. Volumen unitario de agua.	98
Tabla 47. Contenido de aire atrapado.	99
Tabla 48. Relación agua/cemento por resistencia, para f'_{cr}	99
Tabla 49. Interpolación para el cálculo de la relación agua / cemento.	100
Tabla 50. Cuadro de balance de volúmenes.	100
Tabla 51. Peso del agregado grueso por unidad d volumen del concreto (b/b_0).	101
Tabla 52. Interpolación para el cálculo del factor Agregado Grueso.	101

Tabla 53. Cuadro resumen de volúmenes	102
Tabla 54. Correcciones por absorción	102
Tabla 55. Correcciones por humedad	103
Tabla 56. Pesos para un metro cúbico de concreto de 280 kg/cm ²	103
Tabla 57. Resultados de asentamientos y asentamiento promedio	104
Tabla 58. Resultados de temperaturas y temperatura promedio	105
Tabla 59. Resultados de la resistencia a la compresión a 7 días y 28 días de curado	106
Tabla 60. Resultados de la resistencia a tracción a 7 y 28 días de curado.	108
Tabla 61. Resultados de la resistencia a flexión a 7 días y 28 días de curado.	110
Tabla 62. Resumen de los resultados de las variables de la investigación	113
Tabla 63. Análisis de los resultados del asentamiento de SikaFiberPE utilizando SPSS	114
Tabla 64. Análisis de los resultados del asentamiento de Z Aditivos utilizando SPSS	115
Tabla 65. Análisis de los resultados de la temperatura de SikaFiberPE utilizando SPSS	115
Tabla 66. Análisis de los resultados de la temperatura de Z Aditivos utilizando SPSS	116
Tabla 67. Análisis de los resultados de la resistencia a la compresión de SikaFiberPE utilizando SPSS ...	116
Tabla 68. Análisis de los resultados de la resistencia a la compresión de Z Aditivos utilizando SPSS	117
Tabla 69. Análisis de los resultados de la resistencia a la tracción de SikaFiberPE utilizando SPSS	117
Tabla 70. Análisis de los resultados de la resistencia a la tracción de Z Aditivos utilizando SPSS	118
Tabla 71. Análisis de los resultados de la resistencia a la flexión de SikaFiberPE utilizando SPSS	118
Tabla 72. Análisis de los resultados de la resistencia a la flexión de Z Aditivos utilizando SPSS	119
Tabla 73. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Asentamiento con SikaFiberPE utilizando SPSS.....	119
Tabla 74. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Asentamiento con Z Aditivos utilizando SPSS.....	120
Tabla 75. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Temperatura con SikaFiberPE utilizando SPSS.....	120
Tabla 76. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Temperatura con Z Aditivos utilizando SPSS.....	120
Tabla 77. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable de la Resistencia a la Compresión con SikaFiberPE utilizando SPSS	120
Tabla 78. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Resistencia a la Compresión con Z Aditivos utilizando SPSS.....	121
Tabla 79. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable de la Resistencia a la Tracción con SikaFiberPE utilizando SPSS	121
Tabla 80. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Resistencia a la Tracción con Z Aditivos utilizando SPSS.....	121
Tabla 81. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable de la Resistencia a la Flexión con SikaFiberPE utilizando SPSS	121
Tabla 82. Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Resistencia a la Flexión con Z Aditivos utilizando SPSS.....	122
Tabla 83. Elección de la prueba de hipótesis	123
Tabla 84. Cálculo de la Fisher del asentamiento SikaFiberPE, usando IBM SPSS.....	124
Tabla 85. Cálculo de la Fisher del asentamiento Z Aditivos, usando IBM SPSS.....	125
Tabla 86. Cálculo de la Fisher de la temperatura SikaFiberPE, usando IBM SPSS	126
Tabla 87. Cálculo de la Fisher de la temperatura Z Aditivos usando IBM SPSS	127
Tabla 88. Cálculo de la Fisher de la resistencia a la compresión SikaFiberPE usando IBM SPSS	129
Tabla 89. Cálculo de la Fisher de la resistencia a la compresión Z Aditivos usando SPSS.....	130
Tabla 90. Cálculo de la Fisher de la resistencia a la tracción SikaFiberPE usando SPSS	131
Tabla 91. Cálculo de la Fisher de la resistencia a la tracción Z Aditivos usando SPSS	132
Tabla 92. Cálculo de la Fisher de la resistencia a la flexión SikaFiberPE usando SPSS.....	133
Tabla 93. Cálculo de la Fisher de la resistencia a la flexión Z aditivos usando SPSS	135
Tabla 94. las líneas de Tendencia del Asentamiento con SikaFiberPE	135
Tabla 95. las líneas de Tendencia del Asentamiento con Z Aditivos	136
Tabla 96. las líneas de Tendencia de la Temperatura con SikaFiberPE	136

Tabla 97. las líneas de Tendencia de la Temperatura con Z Aditivos	136
Tabla 98. las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Compresión con SikaFiberPE.....	136
Tabla 99. las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Compresión con Z Aditivos	136
Tabla 100. las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Tracción con SikaFiberPE	137
Tabla 101. las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Tracción con Z Aditivos	137
Tabla 102. las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Flexión con SikaFiberPE	137
Tabla 103. las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Flexión con Z Aditivos	137
Tabla 104. Resultados del asentamiento de SikaFiberPE del concreto	188
Tabla 105. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 01	189
Tabla 106. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 01	190
Tabla 107. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 01	190
Tabla 108. Cálculo de la F crítica de hipótesis específica 01	191
Tabla 109. Interpolación para el Cálculo de la F crítica de hipótesis específica 01	191
Tabla 110. Resultados del asentamiento de Z Aditivos del concreto	193
Tabla 111. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 02	193
Tabla 112. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 02.....	194
Tabla 113. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 02	195
Tabla 114. Resultados de la temperatura de SikaFiberPE del concreto	197
Tabla 115. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 03	197
Tabla 116. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 03.....	198
Tabla 117. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 03	199
Tabla 118. Resultados de la temperatura de Z Aditivos del concreto	201
Tabla 119. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 04.....	201
Tabla 120. Suma de cuadrados de error específica 04.....	202
Tabla 121. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 04	203
Tabla 122. Resultados de la resistencia a la compresión de SikaFiberPE del concreto	205
Tabla 123. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 05	205
Tabla 124. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 05.....	206
Tabla 125. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 05	206
Tabla 126. Calculo de F crítica de hipótesis específica 05	207
Tabla 127. Resultados de la temperatura de Z Aditivos del concreto	209
Tabla 128. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 06.....	209
Tabla 129. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 06.....	210
Tabla 130. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 06	210
Tabla 131. Resultados de la resistencia a la tracción de SikaFiberPE del concreto	213
Tabla 132. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 07	213
Tabla 133. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 07.....	214
Tabla 134. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 07	214
Tabla 135. Resultados de la resistencia a la tracción de Z Aditivos del concreto	217
Tabla 136. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 08.....	217
Tabla 137. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 08.....	218
Tabla 138. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 08	218
Tabla 139. Resultados de la resistencia a la flexión de SikaFiberPE del concreto	221
Tabla 140. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 09.....	222
Tabla 141. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 09.....	222
Tabla 142. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 09	223
Tabla 143. Cálculo de la F crítica de hipótesis específica 09	223
Tabla 144. Resultados de la resistencia a la flexión de Z Aditivos del concreto	225
Tabla 145. Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 10	225
Tabla 146. Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 10.....	226
Tabla 147. Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 10	226
Tabla 148. Valores de distribución normal estandarizada	229
Tabla 149. Datos de diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/m ³	230
Tabla 150. Datos de precios de los materiales	230

<i>Tabla 151. Datos de precios de la fibra de polipropileno.....</i>	<i>230</i>
<i>Tabla 152. Cálculo del costo de 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$.....</i>	<i>231</i>
<i>Tabla 153. Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.3 \text{ Kg/m}^3$ de SikaFiberPE</i>	<i>232</i>
<i>Tabla 154. Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.5 \text{ Kg/m}^3$ de SikaFiberPE</i>	<i>233</i>
<i>Tabla 155. Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.7 \text{ Kg/m}^3$ de SikaFiberPE</i>	<i>234</i>
<i>Tabla 156. Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.3 \text{ Kg/m}^3$ de Z Aditivos ..</i>	<i>235</i>
<i>Tabla 157. Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.5 \text{ Kg/m}^3$ de Z Aditivos ..</i>	<i>236</i>
<i>Tabla 158. Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f_c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.7 \text{ Kg/m}^3$ de Z Aditivos ..</i>	<i>237</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Molde para elaboración de probetas. Autores.....	33
Figura 2. Falla Tipo 1. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.	33
Figura 3. Falla Tipo 2. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.	34
Figura 4. Falla Tipo 3. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.	34
Figura 5. Falla Tipo 4. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.	34
Figura 6. Falla Tipo 5. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.	35
Figura 7. Falla Tipo 6. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.	35
Figura 8. Molde de probeta. Autores	36
Figura 9. Fallas por Tracción Normal y Triple Hendimiento. Muñoz (2015). Reimpreso con permiso.	37
Figura 10. Fallas por compresión y corte. Muñoz (2015). Reimpreso con permiso.	37
Figura 11. Molde de Viga. Autores.	39
Figura 12. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios de la luz. Manuel de Ensayo de Materiales (2016). Reimpreso con permiso.	39
Figura 13. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga cargada en el centro de la luz. Manuel de Ensayo de Materiales (2016). Reimpreso con permiso.	40
Figura 14. Tipos de fibras. Perez (2016). Reimpreso con permiso.	42
Figura 15. Concreto Proyectado (2016). MACCAFERRI. Reimpreso con permiso.	43
Figura 16. Pisos y pavimentos (2016). MACCAFERRI. Reimpreso con permiso.	44
Figura 17. Elementos Prefabricados. MACCAFERRI. Reimpreso con permiso.	44
Figura 18. Fibra de SikaFiberPE. Autores (2018)	45
Figura 19. Fibra de Z Aditivos. Autores (2018)	46
Figura 20. Desarrollo de la resistencia a la compresión en porcentaje de la resistencia a los 28 días, para los cementos sin adiciones. ICG, 2013. Reimpreso con permiso.	48
Figura 21. Procedimiento experimental del proyecto. Elaboración propia.....	64
Figura 22. Tamaño del agregado grueso en comparación. Autores.	72
Figura 23. Diseño del cono de Abrams. Elaboración propia (2018)	79
Figura 24. Procedimiento del ensayo.	80
Figura 25. Curva granulométrica del Agregado Grueso. Elaboración Propia.	88
Figura 26. Curva granulométrica del Agregado Grueso y sus Husos. Elaboración Propia.	88
Figura 27. Curva granulométrica del Agregado Fino. Elaboración Propia.	90
Figura 28. Curva granulométrica del Agregado Fino y sus Husos. Elaboración Propia.	91
Figura 29. Línea de tendencia del Asentamiento con SikaFiberPE. Elaboración propia.	138
Figura 30. Línea de tendencia del Asentamiento con Z Aditivos. Elaboración propia.	138
Figura 31. Línea de tendencia del Temperatura con SikaFiberPE. Elaboración propia.	138
Figura 32. Línea de tendencia del Temperatura con Z Aditivos. Elaboración propia.	139
Figura 33. Línea de tendencia del Resistencia a la Compresión con SikaFiberPE. Elaboración propia. ...	139
Figura 34. Línea de tendencia del Resistencia a la Compresión con Z Aditivos. Elaboración propia.	139
Figura 35. Línea de tendencia del Resistencia a la Tracción con SikaFiberPE. Elaboración propia.	140
Figura 36. Línea de tendencia del Resistencia a la Tracción con Z Aditivos. Elaboración propia.	140
Figura 37. Línea de tendencia del Resistencia a la Flexión con SikaFiberPE. Elaboración propia.	140
Figura 38. Línea de tendencia del Resistencia a la Flexión con Z Aditivos. Elaboración propia.	141
Figura 39. Asentamiento del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos. Elaboración Propia	143
Figura 40. Temperatura del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.	144
Figura 41. Resistencia a la compresión del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos. Elaboración propia	145
Figura 42. Resistencia a la tracción del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos. Elaboración propia	147
Figura 43. Resistencia a la flexión del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos. Elaboración propia	148
Figura 44. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 01. Elaboración propia.....	191
Figura 45. Prueba post hoc de la hipótesis específica 01. Base de datos – SPSS. Elaboración propia	192

<i>Figura 46. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 01. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	192
<i>Figura 47. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 02. Elaboración propia</i>	195
<i>Figura 48. Prueba post hoc de la hipótesis específica 02. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	196
<i>Figura 49. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 02. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	196
<i>Figura 50. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 03. Elaboración propia.</i>	199
<i>Figura 51. Prueba post hoc de la hipótesis específica 03. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	200
<i>Figura 52. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 03. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	200
<i>Figura 53. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 04. Elaboración propia.</i>	203
<i>Figura 54. Prueba post hoc de la hipótesis específica 04. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	204
<i>Figura 55. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 04. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	204
<i>Figura 56. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 05. Elaboración propia</i>	207
<i>Figura 57. Prueba post hoc de la hipótesis específica 05. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	208
<i>Figura 58. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 05. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	208
<i>Figura 59. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 06. Elaboración propia</i>	211
<i>Figura 60. Prueba post hoc de la hipótesis específica 06. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	212
<i>Figura 61. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 06. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	212
<i>Figura 62. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 07. Elaboración propia</i>	215
<i>Figura 63. Prueba post hoc de la hipótesis específica 07. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	216
<i>Figura 64. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 07. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	216
<i>Figura 65. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 08. Elaboración propia</i>	219
<i>Figura 66. Prueba post hoc de la hipótesis específica 08. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	220
<i>Figura 67. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 08. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	220
<i>Figura 68. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 09. Elaboración propia</i>	224
<i>Figura 69. Prueba post hoc de la hipótesis específica 09. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	224
<i>Figura 70. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 09. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	224
<i>Figura 71. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 10. Elaboración propia (editado)</i>	227
<i>Figura 72. Prueba post hoc de la hipótesis específica 10. Base de datos – SPSS. Elaboración propia</i>	228
<i>Figura 73. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 10. Base de datos – SPSS. Elaboración propia..</i>	228
<i>Figura 74. Extracción de los agregados en la cantera San Martin. Fuente Propia.....</i>	239
<i>Figura 75. Moldes de especímenes viga. Fuente Propia</i>	239
<i>Figura 76. Llenado y vibrado de probetas cilíndricas. Fuente Propia.....</i>	240
<i>Figura 77. Desencofrado de especímenes cilíndricos. Fuente Propia</i>	240
<i>Figura 78. Curado de especímenes cilíndricas Fuente propia</i>	241
<i>Figura 79. Secado de especímenes para rotura. Fuente propia</i>	241
<i>Figura 80. Rotura de especímenes cilíndricas a compresión. Fuente propia.....</i>	242
<i>Figura 81. Ensayo a la compresión diametral - Tracción. Fuente propia.....</i>	242
<i>Figura 82. Llenado y vibrado de la mezcla en los moldes de vigas. Fuente propia</i>	243
<i>Figura 83. Conformación de las vigas. Fuent: propia</i>	243
<i>Figura 84. Curado de los especímenes de vigas en la poza. Fuente propia.....</i>	244
<i>Figura 85. Secado de vigas para posterior rotura. Fuente propia</i>	244
<i>Figura 86. Rotura de vigas con el apoyo del jefe de laboratorio. Fuente propia</i>	245

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la ciudad Trujillo, en las instalaciones de la Universidad Privada del Norte – Laboratorio de Concreto y Estructuras. de tal manera la investigación tuvo como propósito fundamental estudiar los efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico - mecánico de un concreto convencional para pavimentos, diseñando según el manual de “Suelos, Geología, geotecnia y pavimentos” una mezcla de concreto 280 Kg/cm^2 a partir del método ACI. Debido a que el rubro de la construcción vial se caracteriza por el uso de grandes cantidades de concreto; surgiendo así la necesidad de mejorar y optimizar diversas propiedades del concreto.

Las propiedades físicas del concreto fueron el asentamiento y la temperatura la cual se realizaron 9 tipos de mezcla en diferentes proporciones (0.3 kg/m^3 , 0.5 kg/m^3 y 0.7 kg/m^3) con 2 tipos de adiciones SikaFiberPE y Z Aditivos de manera independiente.

Las propiedades mecánicas del concreto fueron la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión la cual se realizaron 84 probetas tipo viga de $15 \text{ cm.} \times 15 \text{ cm.} \times 45 \text{ cm.}$ y 84 probetas cilíndricas de $\varnothing 15 \text{ cm.} \times 30 \text{ cm.}$

Se desarrollaron los ensayos de caracterización de agregados para la elaboración del diseño de mezcla, luego se procedió a conformar las probetas con una proporción de 0 kg/m^3 , 0.3 kg/m^3 , 0.5 kg/m^3 y 0.7 kg/m^3 de fibras de polipropileno por metro cubico de concreto y dejarlas en el molde por 24 horas, transcurrido este tiempo se trasladaron a una poza de curado por 7 días y 28 días para luego ser ensayadas a compresión, tracción y flexión.

En cuanto a los resultados, la mayor resistencia se obtuvo con la aplicación de la fibra de polipropileno en la resistencia a compresión con SikaFiberPE fue de 0.7 kg/m^3 alcanzando una resistencia máxima de 384 Kg/cm^2 , así mismo con Z aditivos fue de 0.7 kg/m^3 alcanzando una resistencia máxima de 385 Kg/cm^2 , la incorporación de la fibra de polipropileno en la máxima resistencia a la tracción con SikaFiberPE fue de 0.7 kg/m^3 tomando un valor de 31.2 Kg/cm^2 , respecto a Z aditivos que fue de 0.7 kg/m^3 obteniendo una resistencia a la tracción de 29.5 Kg/cm^2 , por ultimo a la resistencia a la flexión los resultados con fibras de polipropileno de SikaFiberPE fue de 0.7 kg/m^3 alcanzando una resistencia máxima a la flexión de 60.7 Kg/cm^2 , por otra parte la incorporación de Z Aditivos con 0.7 kg/m^3 se obtuvo la máxima resistencia, alcanzando un 57.8 Kg/cm^2 .

Fibras de polipropileno, propiedades físicas, propiedades mecánicas, concreto.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the city of Trujillo, in the facilities of the Universidad Privada del Norte - Concrete and Structures Laboratory. The main purpose of the research was to study the effects of polypropylene fibers on the physical - mechanical properties of a conventional concrete for pavements, designing a concrete mixture according to the manual of "Soils, Geology, Geotechnics and Pavements", a concrete mixture 280 Kg/Cm² from the ACI method. Because the road construction sector is characterized by the use of large amounts of concrete; thus emerging the need to improve and optimize various properties of concrete.

The physical properties of the concrete were the settlement and the temperature which were made 9 types of mixture in different proportions (0.3 kg/m³, 0.5 kg/m³ and 0.7 kg /m³) with 2 types of additions SikaFiberPE and Z Aditivos independently . The mechanical properties of the concrete were the compression resistance, tensile strength and flexural strength, which were carried out with 84 beams of 15 cm. x 15 cm x 45 cm and 84 cylindrical test tubes of Ø 15 cm. x 30 cm.

The tests of characterization of aggregates for the elaboration of the design of mixture were developed, then proceeded to form the test pieces with a proportion of 0 kg/m³, 0.3 kg/m³, 0.5 kg/m³ and 0.7 kg/m³ of polypropylene fibers per cubic meter of concrete and leaving them in the mold for 24 hours, after this time they were transferred to a cured pond for 7 days and 28 days to be tested by compression, traction and bending. As for the results, the highest resistance was obtained with the application of polypropylene fiber in the compression resistance with SikaFiberPE was 0.7 kg/m³ reaching a maximum resistance of 384 Kg/cm², also with Z Aditivos was 0.7 kg/m³ reaching a maximum strength of 385 Kg/cm², the incorporation of the polypropylene fiber in the maximum tensile strength with SikaFiberPE was 0.7 kg/m³ taking a value of 31.2 Kg/cm², compared to Z additives that was 0.7 kg/m³ obtaining a tensile strength of 29.5 Kg/cm², finally to the flexural strength the results with polypropylene fibers of SikaFiberPE was of 0.7 kg/m³ reaching a maximum resistance to bending of 60.7 Kg/cm², on the other hand the incorporation of Z Aditivos with 0.7 kg/m³ the maximum resistance was obtained, reaching 57.8 Kg/cm².

Polypropylene fibers, physical properties, mechanical properties, concrete.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El concreto es uno de los materiales más utilizados por el hombre en la industria de la construcción. Esto se debe a su gran versatilidad, durabilidad, trabajabilidad y resistencia que proporciona en sus diferentes estados físicos. La utilización del concreto se da en un variado campo de aplicación, entre los cuales están edificios, carreteras, losas industriales, presas, puentes, etc. (Montalvo, 2015).

En España, se realizó un estudio, donde se hizo uso de concreto de pavimento rígido con fibras de acero en proporciones de refuerzo adecuadas, realizando una evaluación bajo las normas UNE en sus propiedades físicas (asentamiento y mecánicas como la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión). (Mármol, 2010).

En Ecuador, se realizó un estudio donde se evaluó un concreto reforzado; cuyo objetivo fue determinar el comportamiento del concreto de pavimento rígido reforzado en sus propiedades físicas como el asentamiento, evidenciando los resultados de la trabajabilidad; y en las propiedades mecánicas, como la resistencia a la compresión en bloques cilíndricos y la resistencia a la flexión en vigas. (Millan, 2013).

En el Perú, se realizó un estudio correspondiente a las pistas de concreto en la etapa de construcción; haciendo un análisis en sus propiedades físicas (asentamiento); y en sus propiedades mecánicas, principalmente (resistencia a la compresión y resistencia a la flexión); usando en los estudios, materiales de las canteras cercanas a la capital del Perú (De la Cruz & Quispe, 2014).

El Perú vive desde fines del siglo XX un sostenido crecimiento de la industria de la construcción, impulsado, sobre todo, por el aumento de los ingresos económicos de los hogares, las mayores inversiones públicas y privadas, ambas consecuencias directas del crecimiento económico y, asimismo, por la mejora de las condiciones de financiamiento para la adquisición de vivienda públicas.

Se trata, sin duda, del duradero boom del sector inmobiliario peruano empezando por Lima Metropolitana y sus principales ciudades aledaños. (Comercio, 2015).

“Por la excelente relación entre su desempeño y su precio, el polipropileno ha sustituido gradualmente a materiales como el vidrio, los metales o la madera, así como polímeros de amplio uso general”. (García, 2007, p.12).

En el Perú, la empresa (Acocret, 2018), empresa dedicada a la producción de concretos y prefabricados, ha realizado estudios sobre la influencia de las adiciones de materiales como refuerzo, sobre las propiedades mecánicas y físicas del concreto. Encontrando así, las proporciones óptimas de fibra metálica en el concreto, controlando su influencia en las propiedades físicas y mejorando las propiedades mecánicas, a fin de vender concreto premezclado con fibras para la construcción de pavimentos rígidos, losas de piso, losas industriales, techos de azotea y canales.

En la actualidad el crecimiento del área industrial, minería y construcción requiere concretos mejorados debido a que estos sectores someten a esfuerzos elevados a dicha estructura, es por eso que nos vemos en la necesidad de cada día tratar de mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

Asimismo, con el aumento del tránsito, surge la necesidad de la construcción de vías tanto principales como secundarias, que soporten grandes cargas con un prolongado tiempo y a su vez muestren mayor durabilidad. Por ello, la construcción de pavimento rígidos va en aumento, siendo un componente fundamental, la mejora de sus propiedades mecánicas influyentes en el diseño (resistencia a la compresión y resistencia a la flexión); y también lo que concierne a sus propiedades físicas (asentamiento), ya que trabajabilidad es un punto clave para el encajado perfecto u la forma que se le pretenda dar al concreto (Oliveira, 2018).

En consecuencia, con el desarrollo sostenible y la posibilidad de utilizar materiales alternativos de construcción, que permitan reducir la extracción y uso de materiales convencionales, se presenta la necesidad de continuar investigando en el campo de

materiales que permitan no solamente reducir costos, sino que brinden seguridad en cuanto a sus propiedades y necesidades de resistencia según sus usos.

Los Concretos reforzados con fibras de polipropileno se definen como aquellos concretos que incluyen en su composición fibras cortas, discretas y aleatoriamente distribuidas en su masa. El concreto reforzado con fibras, según la definición del ACI- American Concrete Institute, no es más que concreto hecho a partir de cementos hidráulicos, conteniendo agregados finos y gruesos, y fibras discretas discontinuas. (Juárez, 2002 pg.10).

Actualmente, muchas empresas dedicadas a proveer y distribuir fibras, como las de polipropileno, para la fabricación de concretos reforzados, realizan investigaciones en sus propios laboratorios con el fin de conocer las propiedades y evaluar la incidencia de su producto en el control de fisuramiento y desgaste de elementos constructivos. Sin embargo, ningún estudio se ha hecho con el fin de analizar el comportamiento de las fibras de polipropileno en el concreto con agregados de nuestro medio.

Simplemente se rigen a estándares y recomendaciones internacionales, lo que lo hace menos eficiente a su trabajo de investigación. Así se ve la necesidad de conocer en nuestro país las dosificaciones adecuadas de fibra de polipropileno en nuestro caso, para un agregado de la zona de El Milagro y así optimizar económica y técnicamente el uso de recursos y conseguir satisfacer las especificaciones que en obra se requieran (Cotrina, 2014 p.07).

Ante las evidencias mencionadas en la mayor parte de la presente redacción, se pretende investigar las proporciones de fibra de polipropileno en las propiedades físico-mecánico, tales como la resistencia a la compresión, tracción, flexión y asentamiento.

En el caso de la Resistencia a la Flexión, se elaborarán especímenes tipo viga (50cm x 15 cm), basados en la norma (NTP 339.079), pretendiéndose medir y determinar el grado de variación de su resistencia mencionada por las fibras de polipropileno, sabiendo que esta propiedad, es muy favorecida por la incorporación de fibras de refuerzo.

En cuanto al Asentamiento, se realizarán los ensayos con el concreto en estado fresco, basados en la norma (NTP 339.035), donde se medirá el grado de trabajabilidad del concreto en estado fresco, al ser afectado por las fibras de refuerzo; ya conociéndose que este pierde la trabajabilidad, debido a la incorporación de cualquier tipo de fibras.

La evaluación del concreto en las propiedades mecánicas antes mencionadas es de suma importancia, si el objetivo principal de la investigación es obtener un concreto con final de uso de Pavimento Rígido. Ya que unos de los principales parámetros de diseño es la Resistencia a la Flexión, así como en menor medida la Resistencia a la Compresión; considera que, a mayor resistencia a la flexión del concreto, tiende a disminuir el espesor de carpeta de rodadura de un pavimento rígido al ser diseñado por el método (AASHTO, 1993).

1.2. ANTECEDENTES

El Instituto de Ingeniería-Estructuras y Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México (2011), el cual su investigación y desarrollo denominada **“Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado plástico y endurecido”**; se estudia el efecto que tiene la incorporación de fibras cortas de polipropileno en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Se clasificaron 8 mezclas y a las edades de 7 y 28 días. Se adicionaron 4 contenidos de fibras de polipropileno (0,1,3, 5 kg/m³). Al final de la investigación se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1.

Resistencia a compresión de los concreto con y sin fibras.

Identificación	Resistencia a compresión, Fc, Kg/cm ²		Fc 7 días / 28 días
	7 días	28 días	
Mezcla con gravas de 19.0 mm y arena sin lavar			
M1 (0 Kg de fibra/m³)	238	366	0.65
M2 (1 Kg de fibra/m³)	241	346	0.70
M3 (3 Kg de fibra/m³)	230	334	0.69
M4 (5 Kg de fibra/m³)	252	365	0.69
Mezcla con gravas de 19.0 mm y arena lavada			
M5 (0 Kg de fibra/m³)	251	350	0.72
M6 (1 Kg de fibra/m³)	264	352	0.75
M7 (3 Kg de fibra/m³)	243	336	0.72
M8 (5 Kg de fibra/m³)	247	334	0.73

Nota. Recuperado de UNAM 2011.Reimpreso con permiso

Tabla 2.

Resistencia a tensión por flexión.

Identificación	Resistencia a compresión, F_c Kg/cm ²	Resistencia a flexión, F_c , Kg/cm ²	$F_f, F_c, \%$	$F_f / \text{raíz} (F_c)$
Mezcla con gravas de 19.0 mm y arena sin lavar				
M1 (0 Kg de fibra/m ³)	366	35	9.6	1.83
M2 (1 Kg de fibra/m ³)	346	39	11.3	2.10
M3 (3 Kg de fibra/m ³)	334	39	11.7	2.13
M4 (5 Kg de fibra/m ³)	365	40	11.0	2.10
Mezcla con gravas de 19.0 mm y arena lavada				
M5 (0 Kg de fibra/m ³)	350	48	13.7	2.56
M6 (1 Kg de fibra/m ³)	352	35	9.9	1.89
M7 (3 Kg de fibra/m ³)	336	41	12.2	2.22
M8 (5 Kg de fibra/m ³)	334	43	12.9	2.34

Nota. Recuperado de UNAM 2011. Reimpreso con permiso

Tabla 3.

Resistencia a tensión por compresión diametral.

Identificación	Resistencia a compresión, F_c Kg/cm ²	Resistencia a flexión, F_c , Kg/cm ²	$F_f, F_c, \%$	$F_f / \text{raíz} (F_c)$
Mezcla con gravas de 19.0 mm y arena sin lavar				
M1 (0 Kg de fibra/m ³)	366	29	7.9	1.52
M2 (1 Kg de fibra/m ³)	346	30	8.7	1.61
M3 (3 Kg de fibra/m ³)	334	29	8.7	1.59
M4 (5 Kg de fibra/m ³)	365	32	8.8	1.67
Mezcla con gravas de 19.0 mm y arena lavada				
M5 (0 Kg de fibra/m ³)	350	34	9.6	1.80
M6 (1 Kg de fibra/m ³)	352	31	8.7	1.63
M7 (3 Kg de fibra/m ³)	336	30	9.1	1.66
M8 (5 Kg de fibra/m ³)	334	33	9.9	1.80

Nota. Recuperado de UNAM 2011. Reimpreso con permiso

La tesis de Millán Castillo María Fernanda (2013), el cual tiene como título **Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de polipropileno y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua**, esta investigación tiene como propósito determinar el comportamiento del concreto reforzado con fibras de polipropileno y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua.

Al final de la Investigación el Autor concluyó obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Una vez realizadas las dosificaciones con distintos porcentajes de fibra de polipropileno se concluye que el 0,23% es el porcentaje óptimo tanto para compresión como para tracción, mientras que para flexión el porcentaje óptimo fue de 0,25%, sin embargo, considerando que la flexión es una combinación de la resistencia a la compresión y tracción, se recomienda utilizar el 0,23% de fibra de polipropileno.
- ✓ A medida que se incrementa la concentración de fibra en el concreto después del porcentaje óptimo de fibra de polipropileno determinado, se pudo apreciar que la resistencia a compresión y tracción disminuye debido a que aumenta el contenido de aire en la mezcla, el cual crea menor adherencia entre el matriz cementante y la fibra.
- ✓ Durante la inclusión de fibra de polipropileno en el concreto se observó que influye en la trabajabilidad de la mezcla y en su consistencia a través de la disminución de su asentamiento en al menos 15 mm. Este fenómeno se produce debido a que las fibras proveen mayor cohesión entre las partículas del concreto dándole mayor resistencia a la segregación. Este efecto de unión es más notorio mientras se incrementa el contenido de fibras.

En la tesis de Marco Eduardo Montalvo Guevara (2015), la cual tiene como título **“pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”**, El fin principal de este documento es presentar el concreto reforzado con fibras como alternativa de solución para mejorar el comportamiento del concreto; ya que sus diversas aplicaciones hacen que sea uno de los productos más solicitados por las ventajas que aportan al concreto.

Las principales mejoras que proporciona la adición de fibras al concreto son la disminución de fisuras en la contracción plástica como endurecida y la resistencia a tracción aumenta de manera considerable.

Al final de la Investigación el Autor concluyó diciendo y obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ Las fibras tienen una ventaja con respecto a las losas de concreto simple, ya que contribuyen en todo su espesor gracias a la distribución tridimensional de las fibras dándole al piso una mayor resistencia a las solicitaciones de carga durante su vida útil.
- ✓ No se necesita mano de obra calificada para agregar la fibra al concreto premezclado, solo se requiere de un técnico que instruya al personal la primera semana para la adecuada utilización de la fibra, la cual es muy simple.
- ✓ El procedimiento constructivo del pavimento reforzado con mallas de acero es más tedioso que el del pavimento reforzado con fibras de acero, ya que se debe verificar que la malla este nivelada y bien colocada en toda su área por ello al utilizar fibras se ahorra tiempo de construcción.
- ✓ Al ahorrar tiempo, este se puede reflejar en la programación master de la obra, ya que la construcción del pavimento es una actividad crítica.

En la tesis de Ivan Quispe Soncco y Elmer Isaí Ticona Cutipa (2017),” **influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$** ”, esta investigación nos dice; Las fibras de polipropileno son productos sintéticos que se añade al concreto para proveer un refuerzo adicional, principalmente la reducción del agrietamiento, aumento importante de tenacidad, mejora de la resistencia al impacto, tracción y compresión entre otros beneficios.

Al final de la Investigación el Autor concluyó obteniendo los siguientes resultados:

- ✓ 7, 14 y 28 días desarrollado por el concreto permeables elaborado con agregado grueso Huso 7 (1/2 in – N° 4), es mayor que la resistencia desarrollada con agregado grueso Huso 8 (3/8 in – N° 8), es decir el diseño de mezcla optimo según el tamaño de agregado grueso, es el que contiene agregado grueso de mayor tamaño.

- ✓ De igual modo en la fase II, se concluye con un margen de error de 0.05, que la adición de fibras de polipropileno en un 10, 25, 40 y 55% respecto al peso del cemento, incrementa la resistencia a la compresión y el desgaste de abrasión e impacto del concreto permeable, los resultados se encuentran entre 187.57 – 216.77 kg/cm² y 28.12 – 22.89 % respectivamente, a su vez la óptima adición de fibras de polipropileno es de 40 % con una resistencias a compresión media alcanzada de 216.77 kg/cm² y desgaste de abrasión e impacto de 25.12 %; por otra lado la adición de fibras de polipropileno en diseño de mezcla; al evaluar las propiedades de contenido de vacío, permeabilidad no incrementan sus resultados, los resultados de dichas propiedades se encuentran entre 17.21 – 18.62 %, 0.285 – 0.354 cm/s, respectivamente.
- ✓ Y por último en la fase III al evaluar la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días desarrollado por el concreto permeable, se concluye con una margen de error de 0.05, que la mezcla 7 con agregados naturales es mayor que la mezcla 5 con agregados artificiales, en ambos casos se adiciona 40 % de fibras de polipropileno, dado que con esta cantidad de fibras presenta el resultado más óptimo con agregados artificiales en la fase II, la resistencia a la compresión máxima alcanzada por la mezcla 7 a los 28 días es de 229.11 kg/cm².

En la tesis de (Cadima, Rodroguiz, & Aguirre, 2005). “**comportamiento de hormigones reforzado con y sin fibras**”, Tuvieron como objetivo investigar las propiedades físico - mecánicas del concreto, reforzando a éste con fibras sintéticas (stealth y inforce), ambas de homopolímero virgen en multifilamentos gradados con longitudes de ¼’’ – ¾’’ en proporciones de cuantía a 0.60 kg/m³, 1.00 kg/m³ y 1.80 kg/m³. Para la ejecución se elaboraron probetas cilíndricas y vigas, las dosificaciones para un concreto de resistencia de 280 kg/cm². Se realizaron ensayos donde el asentamiento del concreto patrón se calculó 8 cm, mientras que con la cuantía de 0.60 kg/m³ se obtuvo 6 cm, en el caso de la cuantía de 1.00 kg/m³ se obtuvo 4.5 cm y en la máxima de 1.80 kg/m³ se obtuvo 3.5 cm; por lo tanto, se comprobó que al aumentar la cuantía de refuerzo en fibras se pierde asentamiento; en este caso se perdió con la cuantía máxima, con referencia al concreto patrón la cantidad de 4.5 cm.

En lo referente a la resistencia a la compresión, los resultados que presentaron fueron los siguientes: se obtuvo una variación de -0.37% entre el concreto patrón (487 kg/cm^2) y el reforzado (485.2 kg/cm^2) con cuantías de 0.60 kg/m^3 ; en el reforzado de 1.00 kg/m^3 que obtuvo una resistencia 500.2 kg/cm^2 se evidenció un aumento de 2.71% respecto al patrón; y finalmente en la cuantía de 1.80 kg/m^3 con resistencia de 487.4 kg/cm^2 fue casi nula la variación con un 0.08% con referencia al concreto convencional.

En lo que concierne a la resistencia a la flexión, se presentaron los siguientes resultados: al reforzar el concreto con una cuantía de 0.60 kg/m^3 se obtuvo ganancias de 1.06% , al hacer lo propio con un 1.00 kg/m^3 se obtuvo un logro de 4.78% y reforzando con una cuantía 1.80 kg/m^3 se obtuvo un menor aumento respecto a la cuantía anterior, con tan sólo un 3.01% ; evidenciándose en los siguientes resultados que la mayor ganancia se obtiene con una cuantía de 1.00 kg/m^3 . Concluyéndose que la incorporación de fibras a modo de refuerzo disminuye el asentamiento, mejora ligeramente la resistencia a la compresión y aumente en mayor magnitud la resistencia a la flexión.

1.3. BASES TEÓRICAS

1.3.1. El Concreto

El concreto es un material que se puede considerar constituido por dos partes: una es un producto pastoso y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta. A su vez, la pasta está constituida por agua y un producto aglomerante o conglomerante, que es el cemento. El agua cumple la doble misión de dar fluidez a la mezcla y de reaccionar químicamente con el cemento dando lugar, a su endurecimiento (Romero y Salazar, 2013, p. 3).

El concreto el cual es de mucho uso en la construcción de obras civiles cuyos componentes básicos son cemento, arena, grava y agua, ofrece una resistencia que depende en gran medida de la calidad y proporción de los componentes de las mezclas y de las condiciones de humedad y temperatura durante los procesos de fabricación, compactación y de fraguado. A los efectos se requiere conocer: (Absalón y Salas, 2008, p.15).

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado en algunos lugares; comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas sollicitaciones.

Además, para poder modificar algunas de sus características o comportamiento, se pueden añadir aditivos y adiciones, existiendo una gran variedad de ellos: colorantes, aceleradores, retardadores de fraguado, fluidificantes, impermeabilizantes, fibras, etc.

Su empleo es habitual en obras de arquitectura e ingeniería, tales como edificios, puentes, diques, puertos, canales, túneles, etc. Incluso en aquellas edificaciones cuya estructura principal se realiza en acero, su utilización es imprescindible para conformar la cimentación (Romero y Salazar, 2013, p.03).

1.3.2. Diseño de mezcla

La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica del concreto, conocida usualmente como diseño de mezcla, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y de la combinación más conveniente y económica de los mismos, con la finalidad de obtener un producto que en el estado fresco tenga la trabajabilidad y consistencia adecuadas; y que en el endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicados en los planos y/o especificaciones de la obra (Mayta, 2014).

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

1.3.2.1. Requisitos de los diseños de mezclas

Las mezclas de concreto deberán cumplir con los siguientes requisitos básicos; la mezcla deberá ser fácilmente trabajable en los encofrados y especialmente en sus esquinas y ángulos, utilizando los procedimientos de colocación y consolidación disponibles en obra. La mezcla endurecida tendrá las propiedades requeridas por los planos y/o las especificaciones de obra. (Mayta, 2014, p.73).

1.3.2.2. Procedimiento del diseño de mezcla

Mayta (2014) “Considera fundamentales los siguientes pasos en el proceso de selección de las proporciones de mezcla para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto. Ellos deben efectuarse independientemente del procedimiento de diseño seleccionado”. (p.74).

Tabla 4.

Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.

Tipo de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatillas y muros de	3”	1”
Cimentaciones simples y	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas	4”	2”
Muros y pavimentos	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Nota. Recuperado de ACI 211.1 (2015). Reimpreso con permiso

1.3.2.3. Indicadores de medición

Para la caracterización del concreto es fundamental la medida de su grado de trabajabilidad, considerado según el ensayo de la norma ASTM C143 como asentamiento. Mide la trabajabilidad mediante un ensayo donde es utilizado un instrumento denominado cono de Abrams, en centímetros o pulgadas.

El concreto en estado fresco mide la temperatura, considerando el ensayo de la norma ASTM C 1064. Con un termómetro calibrada con una variación de $\pm 0,5$ °C, dentro de un rango entre 0°C a 50°C.

En el concreto en estado endurecido es importante la medición de la resistencia a la compresión, ya que esta dimensiona la capacidad de carga sobre un área específica, según el ensayo avalado 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 *psi*.

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

Así mismo el concreto en estado endurecido es la resistencia a la tracción, avalado por la norma ASTM C496, que consiste en media la falla de ruptura en forma indirecta la resistencia a tracción uniaxial del concreto en un espécimen tipo cilíndricos. La medida de la resistencia a la tracción se expresa en *kg/cm²*.

1.3.3. Propiedades Físicas

1.3.3.1. Asentamiento del concreto (NTP 339.035/ASTM C 143)

1.3.3.1.1 Concepto

El asentamiento es una propiedad física del concreto, siendo de vital importancia en lo que corresponde a la trabajabilidad, que tiene parámetros como la fluidez. La trabajabilidad es que el concreto sea mezclado, manipulado, transportado, colocado y consolidado con una pérdida mínima de su homogeneidad, y una pequeña porción de aire atrapado (López, 2015).

1.3.3.1.2 Tipos de Asentamiento

Se caracterizan según su consistencia, entre ellos tenemos:

- Seco
- Convencional
- Rango Medio
- Rango Alto

1.3.3.1.3 Importancia

El ensayo de concreto en estado fresco debe ser más que preventivo, es decir correctivo; por ello resulta de suma importancia la realización de ensayos de asentamiento lo que busca garantizar el cumplimiento de las especificaciones en estado endurecido (UNICON, 2016).

1.3.3.1.4 Usos

Usado en su mayoría para verificar en campo la calidad del concreto en estado fresco, siendo este un primer indicio de calidad del concreto. Ya que de no cumplir con los parámetros de diseño el concreto es rechazado al no satisfacer las expectativas que demanda una determinada construcción.

1.3.3.1.5 Indicadores de medición

Tabla 5.
Consistencia del concreto

Consistencia	Asentamiento (mm)
Seca	0 a 25
Semiplástica	25 a 75
Plástica	75 a 125
Alta plástica	125 a 200
Fluida	200 a más

Nota. Recuperado de ACI 211.1 (2015). Reimpreso con permiso

Tabla 6.
Concreto según su consistencia

TIPOS DE CONCRETOS	SLUMP
Estándar	0" a 4"
Plastificante	4" a 6"
Súper plastificante	6" a 8"
Rheoplástico	>8"

Nota. Recuperado de ACI 211.1 (2015). Reimpreso con permiso

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

- El concreto deberá ser lo suficientemente trabajable para que con el procedimiento de compactación seleccionado adecuadamente utilizado, se obtenga la consolidación deseada.
- El exceso de fluidez puede ser indeseable debido a que se puede incrementar el costo de la mezcla y reducir la calidad del concreto endurecido. Cuando el exceso de fluidez es el resultado de la utilización de demasiada agua en la mezcla, está generalmente inestable y muy posiblemente ha de segregarse durante el proceso de consolidación.
- Mezclas que tienen un asentamiento altamente moderado, agregado grueso de pequeño tamaño máximo y exceso de agregado fino, son frecuentemente empleadas debido a que su exceso de flujo permite un menor trabajo en el proceso de colocación.
- Los ensayos de asentamiento o “slump”, del concreto, deberán estar comprendidos dentro de los límites indicados en las especificaciones, aceptándose una tolerancia 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, p.82).

1.3.3.2. Temperatura de la mezcla de concreto (NTP 339.184/ASTM C 1064)

1.3.3.2.1 Concepto

La temperatura medida representa la temperatura al momento del ensayo y puede no indicar la temperatura del concreto recién mezclado un momento más tarde. Se puede usar para verificar el cumplimiento con un requisito específico de la temperatura del concreto (ASTM C 1064, 1999).

1.3.3.2.2 Importancia

Este método de ensayo trata sobre la determinación de la temperatura de concreto de cemento hidráulico recién mezclado.

Los valores indicados en unidades pulgada-libra o en unidades SI deben ser considerados separadamente como los estándares.

Los valores indicados en cada sistema pueden no ser exactamente equivalentes; por eso, cada sistema debe ser utilizado independientemente del otro (ASTM C 1064, 1999).

1.3.3.2.3 Usos

Esta norma no pretende dirigir todas las inquietudes sobre seguridad, si las hay, asociadas con su utilización.

Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicabilidad de las limitaciones reguladoras antes de su uso.

(Advertencia—Las mezclas cementicias hidráulicas son cáusticas y pueden causar quemaduras químicas en la piel y los tejidos frente a la exposición prolongada).

1.3.3.2.4 Indicadores de medición

Medidor de temperatura debe de ser calibrado para medir la temperatura del hormigón recién mezclado con una variación de $\pm 0,5$ °C, dentro de un rango entre 0°C a 50°C. El dispositivo que mide la temperatura (sensor) requerirá la inmersión de 3 pulgadas (75 mm) o más en el hormigón, durante la operación.

Cierre desde la izquierda presionando con delicadeza el concreto alrededor del medidor de temperatura en la superficie del concreto para así prevenir que la temperatura ambiente afecte la lectura en el instrumento así completar la medición de la temperatura dentro de 5 minutos siguientes a la obtención de la muestra compuesta. (ASTM C 1064)

1.3.4. Propiedades Mecánicas

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

1.3.4.1.1 Concepto

El ensayo consiste en aplicar una carga axial de compresión a cilindros moldeados o a núcleos, a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste. (ASTM C39, 2005)

La resistencia a la compresión se considera un concreto de resistencia normal cuando no supera los 420 Kg/cm². Por otra parte, se considera que un concreto es de alta resistencia cuando esta es superior a 420 Kg/cm² e inferior a 1000 Kg/cm², a 28 días. Cuando tiene resistencias superiores a 1000 Kg/cm² se considera como de ultra alta resistencia. (Mayta, 2014, p.70)

1.3.4.1.2 Importancia

Se debe tener cuidado en la interpretación del significado de las determinaciones de la resistencia a la compresión mediante este método de ensayo, por cuanto la resistencia no es una propiedad intrínseca fundamental del concreto elaborado con determinados materiales. Los valores obtenidos dependen del tamaño y forma del espécimen, de la tanda, de los procedimientos de mezclado, de los métodos de muestreo, moldes y fabricación, así como de la edad, temperatura y condiciones de humedad durante el curado. (ASTM C39, 2005).

Resulta de suma importancia, ya que los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión son usados fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, f'_c , del proyecto. (Instituto mexicano del cemento y el concreto Imcyc, 2006)

1.3.4.1.3 Usos

Los resultados de este ensayo se pueden usar como base para el control de calidad de las operaciones de dosificación, mezclado y colocación del concreto; para el cumplimiento de especificaciones y como control para evaluar la efectividad de aditivos y otros usos similares. (ASTM C 39,2005)

Esta norma no pretende considerar los problemas de seguridad asociados con su uso, si los hay, es responsabilidad de quien la emplee establecer prácticas apropiadas de seguridad y salubridad y determinar la aplicación de limitaciones regulatorias antes de su empleo. (ASTM C 39, 2005).

1.3.4.1.4 Indicadores de medición

Tabla 7.
Tolerancia del curado de concreto

<i>Edad de Ensayo</i>	<i>Edad de ensayo</i>
12 horas	0,25 o 2,1%
24 horas	± 0,5 horas o 2,1 %
3 dias	2 horas ó 2,28%
7 dias	6 horas ó 3,6%
28 dias	20 horas 3,0%
56 dias	40 horas ó 3,0%
90 dias	2 días ö 2,2%

Nota. Recuperado de Manual de ensayo de materiales (2016, pag 794). Reimpreso con permiso.

1.3.4.1.5 Especímenes cilíndricos (Moldes)



Figura 1. Molde para elaboración de probetas. Autores

1.3.4.1.6 Tipos de fallas

Se considera como referencia a la resistencia a la compresión según: (NTP 339.035, 2009) especifica 6 tipos de fallas:

- ❖ Falla Tipo 1: conos razonablemente bien formados en ambos extremos, con fisura a través de los cabezales de menos de 25mm.

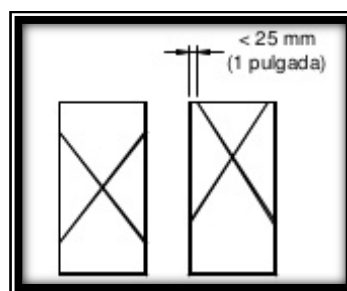


Figura 2. Falla Tipo 1. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.

- ❖ Falla Tipo 2: conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo.

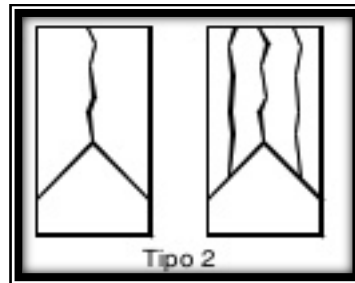


Figura 3. Falla Tipo 2. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.

- ❖ Falla Tipo 3: Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos mal formados.

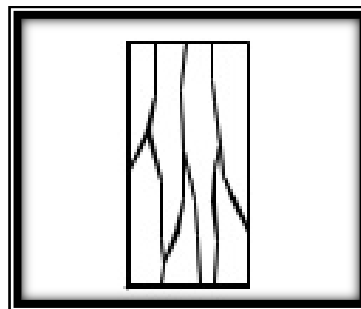


Figura 4. Falla Tipo 3. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.

- ❖ Falla Tipo 4: Fractura diagonal sin fisura a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1.

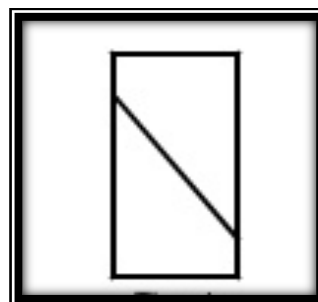


Figura 5. Falla Tipo 4. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.

- ❖ Falla Tipo 5: Fracturas en los lados en las partes superiores o inferior (ocurre) comúnmente con cabezales no adheridos.

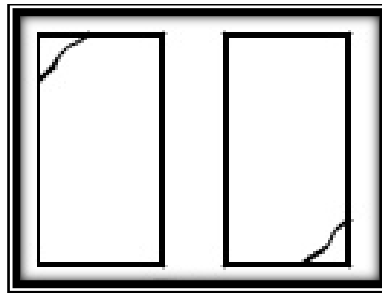


Figura 6. Falla Tipo 5. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.

❖ Falla Tipo 6: similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es puntiagudo.

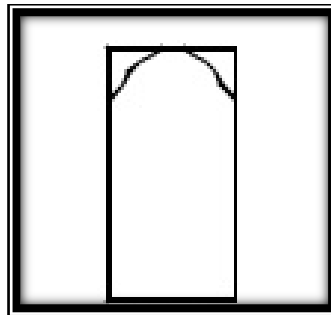


Figura 7. Falla Tipo 6. NTP 339.034. Reimpreso con permiso.

1.3.4.2. Resistencia a la Tracción (NTP 339.084/ASTM C 496)

1.3.4.2.1 Concepto

En 1948, Fernando Luis Lobo Barbosa Carneiro en Brasil y, casi simultáneamente Tsuneo Akazawa en Japón, idearon un procedimiento de ensayo indirecto para evaluar la resistencia a la tracción del hormigón. Más tarde se masificó su uso tanto en rocas como en suelos compactados o cementados. Además, es un procedimiento muy simple y ha sido especificado por varias normas y recomendaciones, entre las que cabe señalar ASTM C - 496, UNE 83306, NCh 1170 y Rilem CPC6 (Muñoz, 2015, p. 47.)

1.3.4.2.2 Importancia

Éste es un método ampliamente aceptado para determinar en forma indirecta la resistencia a tracción uniaxial del hormigón, principalmente debido a que se puede ejecutar sobre probetas cilíndricas, moldeadas o testigos, cúbicas o prismáticas. (Muñoz, 2015, p. 47.)

1.3.4.2.3 Usos

El siguiente procedimiento de curado será utilizado para la evaluación de concretos livianos: el espécimen ensayado a los 28 días estará bajo condición de aire seco durante 21 días a $23,0^{\circ} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ y $50 \pm 5\%$ de humedad relativa, después de 7 días de curado húmedo. (Manual Ensayo de Materiales, 2016, p.823).

1.3.4.2.4 Indicadores de medición

No se ha realizado ningún estudio multilaboratorio de este método de ensayo. Datos de investigaciones disponibles, sin embargo, sugieren que el coeficiente de variación para un mismo lote es de 5% para muestras cilíndricas de 152 mm \times 305 mm (6 pulg \times 12 pulg) con un esfuerzo a la tracción indirecta promedio de 2,8 Mpa (405 psi). Los resultados de dos ensayos en el mismo material adecuadamente dirigidos, por consiguiente, no deberían diferir en más de 14% del promedio para esfuerzos a la tracción indirecta de 2,8 Mpa (400 psi). (Manual Ensayo de Materiales, 2016, p.823).

1.3.4.2.5 Molde



Figura 8. Molde de probeta. Autores

1.3.4.2.6 Tipos de Fallas

Falla de compresión y corte Falla de Tracción Normal

En la falla de tracción normal, la probeta se divide a lo largo del diámetro de carga (Ver figura 12). Esta es la falla ideal y se puede utilizar para calcular la tensión de tracción indirecta. Inicialmente, la fractura no está completamente extendida entre ambos bloques de carga. La carga que inicia la fracturase utiliza para calcular la tensión de rotura (Muñoz, 2015, p. 47).

Falla de Triple Hendimiento

La falla de triple hendimiento es una variación en la falla de tracción normal en que la muestra se divide en cuatro trozos de igual tamaño, dos a cada lado del diámetro con carga (ver figura 12). Las pruebas que presenta este fallo también producen valores válidos de resistencia a la tracción. Se puede producir fragmentación adicional cuando la fractura se ha iniciado en el plano diametral (Muñoz, 2015, p. 48).

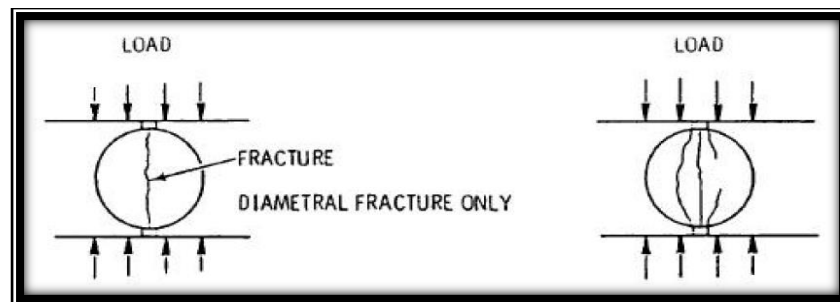


Figura 9. Fallas por Tracción Normal y Triple Hendimiento. Muñoz (2015). Reimpreso con permiso.

Falla de Compresión y Corte

En la falla de compresión y de corte, la muestra se tritura cerca de los bloques de carga sin agrietarse a través del diámetro, o la muestra puede fallar cerca de la plataforma de carga, debido a un aplastamiento local o por fracturamiento en cualquier ángulo lejos de la carga diametral (Ver figura 13). En algunos casos, la muestra puede cambiar de forma antes de la fractura o no se puede fracturar en absoluto. Las pruebas con este tipo de falla o deformación no se pueden utilizar para calcular la resistencia a la tracción, y las tensiones calculadas a partir de estas pruebas no son reportadas como resistencia a la tracción. La elección del plato de carga puede evitar este tipo de falla en algunos casos. (Muñoz, 2015, p. 48).

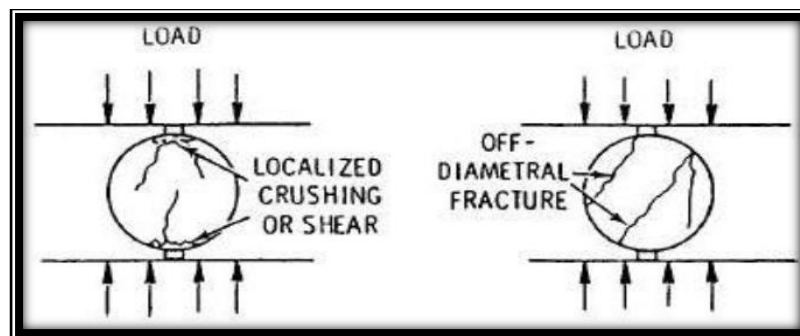


Figura 10. Fallas por compresión y corte. Muñoz (2015). Reimpreso con permiso.

1.3.4.3. Resistencia a la Flexión (NTP 339.059/ ASTM C42)

1.3.4.3.1 Concepto

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto 6 x 6 pulgadas (150 mm. x 150 mm.) de sección transversal y como luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgadas cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayos NPT 339.078 (cargada en los puntos tercios) o NPT 339.079 (cargada en el punto medio) (NRMCA, 2014, p.01).

Establecer el procedimiento que se debe seguir para la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, por medio del uso de una viga simple cargada en los tercios de la luz (Manual Ensayo de Materiales, 2016, p.825).

1.3.4.3.2 Importancia

Los diseñadores de pavimentos utilizan una teoría basada en la resistencia a la flexión, por lo tanto, puede ser requerido el diseño de la mezcla en el laboratorio, basado en una experiencia pasada para obtener el Módulo de Rotura de diseño.

Las Agencias y empresas que no utilizan la resistencia a la flexión para el control de campo, generalmente hallaron conveniente y confiable el uso de la resistencia a compresión para juzgar la calidad del concreto entregado. (NRMCA, 2014, p.02)

1.3.4.3.3 Usos

Se utiliza también el Módulo de Rotura para el control de campo y de aceptación de los pavimentos. (NRMCA, 2014, p.02)

Establecer los procedimientos que deben seguirse en la determinación de la resistencia a la flexión de un pequeño espécimen de concreto por medio del uso de una viga simple cargada en el punto central. (Manual Ensayo de Materiales, 2016, p.825).

1.3.4.3.4 Indicadores de medición

El módulo de rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de mezcla. El módulo de rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15% (NRMCA, 2014, p.01).

1.3.4.3.5 Molde

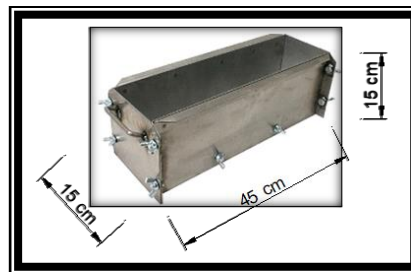


Figura 11. Molde de Viga. Autores.

1.3.4.3.6 Tipos de ensayo de Roturaos

Carga en los puntos tercios (ASTM C78)

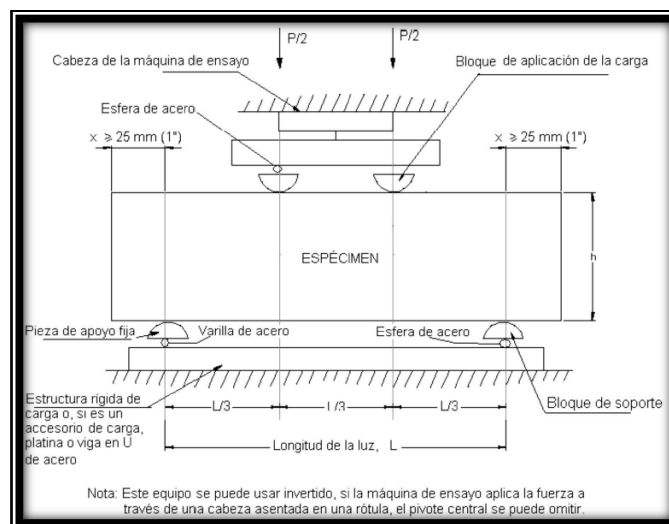


Figura 12. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios de la luz. Manual de Ensayo de Materiales (2016). Reimpreso con permiso.

Tabla 8.
Modelos para relacionar la resistencia a la compresión con la flexión.

FÓRMULA	FUENTE
$f_r = 9,50 \sqrt{f'c}$ (esfuerzo en psi)	Modelo de la PCA
$f_r = 0,62 \sqrt{f'c}$ (esfuerzo en MPa)	ACI
$f_r = 8,30 \sqrt{f'c}$ (esfuerzo en psi)	Teychenne
$f_r = 0,30 (f'c)^{0.66}$ (esfuerzo en MPa)	Comité Europeen du Beton
$f_r = K_2 (f'c)^{k1}$ (k2 oscila de 3 a 6, k1 de 0,3 a 0,8, esfuerzo en psi)	Neville
$f_r = 8,3/(4 + 12000/f'c)$ (esfuerzo en psi)	Sozen, et al.

f_r = resistencia a la flexión del concreto en Mpa o psi.

$f'c$ = resistencia a la compresión.

Nota. Recuperado de NRMCA (2014). Reimpreso con permiso.

Carga en el punto medio (ASTM C42)

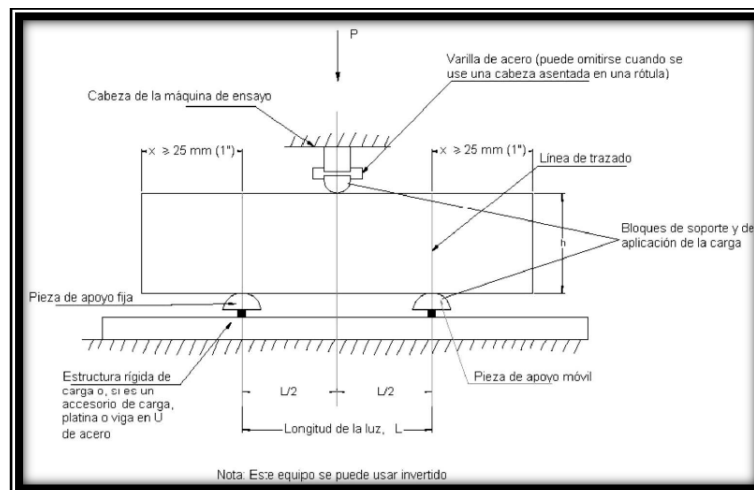


Figura 13. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga cargada en el centro de la luz. Manual de Ensayo de Materiales (2016). Reimpreso con permiso.

1.3.5. Fibras

1.3.5.1. Concepto

Las fibras son estructuras unidimensionales, largas y delgadas cuya longitud es muy superior a su diámetro y están orientadas a lo largo de un solo eje. Se doblan con facilidad y en las últimas tres décadas ha existido un crecimiento por el interés en el uso de fibras en concreto premezclado, concreto prefabricado y concreto lanzado. Las fibras de acero, polipropileno, vidrio y materiales naturales (celulosa de madera) están disponibles en una amplia variedad de formas, tamaños y espesor; pueden ser cilíndricas, llanas, onduladas (rizadas) y deformadas (conformadas en los extremos) con longitud típica de 60 mm a 150 mm y espesor variando de 0,005 mm a 0,75 mm (López, 2015, p.23).

1.3.5.2. Importancia

Durante los últimos cincuenta años el empleo y estudio de las fibras en la construcción ha llevado al desarrollo y fabricación de tipos específicos de fibras que responden a diferentes necesidades. Hoy, existen, y se usan dentro de la composición del concreto, fibras de vidrio (especialmente resistentes a los álcalis), polipropileno, polivinilos, polietilenos, acero, carbono, entre otros.

El uso de las fibras en materiales de construcción se remonta hasta antes de la aparición del cemento Portland y del concreto. Fibras naturales como pasto, fique, junco y pelo animal han sido tradicionalmente agregadas al adobe para disminuir su tendencia a la fisuración y mejorar el desempeño del material a esfuerzos de tensión. La introducción de “agregados” de forma específica y una resistencia a la tracción superior a la matriz en la que están embebidos, ha conferido cualidades adicionales que no alcanzarían, sin dicho refuerzo, el adobe, el yeso, el estuco, la cerámica o el concreto (López, 2015, p.23).

1.3.5.3. Tipos de fibras

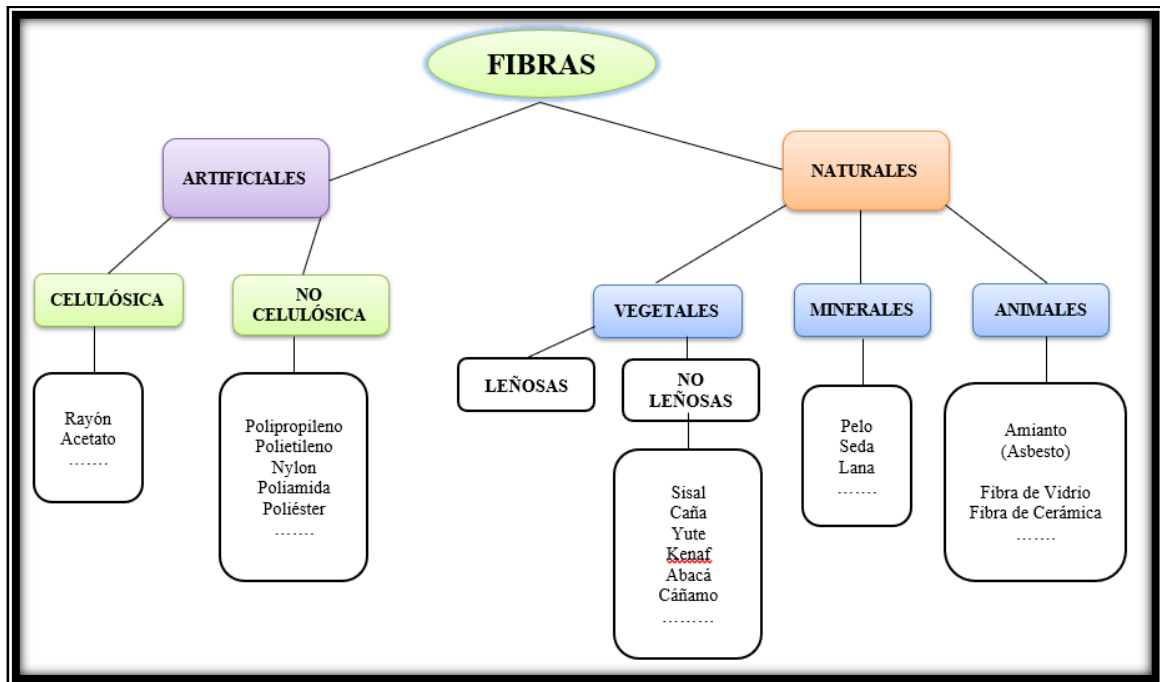


Figura 14. Tipos de fibras. Perez (2016). Reimpreso con permiso.

1.3.5.3.1 Fibras de polipropileno

1.3.5.3.1.1 Concepto

El polipropileno es un polímero de hidrocarburo sintético cuya fibra está hecha usando procesos de extrusión por medio de estiramiento en caliente del material a través de un troquel.

Las fibras de polipropileno son producidas por estiramiento de polímeros sintéticos, ya sea en monofilamentos de sección circular o en finas láminas planas, las cuales pueden ser cortadas en longitudes deseadas. Las láminas son cortadas longitudinalmente en forma de fajas muy finas, las que son unidas para formar mallas o redes, manteniendo la misma forma de la sección a lo largo de su longitud. (Martínez, 2000).

1.3.5.3.1.2 Importancia

Este tipo de fibras tienen ciertas propiedades, que las hacen más favorables para su mezclado en el concreto. No tienen reacción química y son muy estables, presentan una superficie impermeable por lo cual no quita agua de mezclado, son livianas y pueden alcanzar medianas resistencias a la tensión,

sin embargo, son tenaces. Pueden ser fabricadas en diversas formas y con costos más bajos que otros tipos de fibras.

La eficiencia del reforzamiento fibroso depende no solamente de las propiedades mecánicas de la fibra, sino también de la adherencia que existe entre la fibra y la matriz. Se conoce que la fibra de polipropileno no tratada tiene pobres características de adherencia. (Martínez, 2000)

1.3.5.3.1.3 Usos

Al referirse al tema de los usos de las fibras en el concreto (MACCAFERRI, s.f.) sostiene que: Basado en las publicaciones de ACI sobre el tema, que ya tenía una comisión de estudios organizada en 1966 (comité 544), un factor muy importante a ser aclarado es que las fibras agregadas al hormigón no tiene por finalidad sustituir la armadura convencional, sin embargo, eso es posible en las estructuras donde se puedan garantizar una significativa redistribución de esfuerzos, como por ejemplo pisos apoyados sobre suelo, túneles, dovelas, etc.(p. 23).

Para mejorar esta propiedad física, se han probado ciertos tratamientos de las fibras de polipropileno, como recubrir su superficie para hacerla impermeable, producir ensanchamientos en los extremos de las fibras o torcer y formar mallas con las mismas. El uso de las mallas de polipropileno en mezclas de concreto o mortero, es diferente con respecto a las fibras de vidrio y acero, debido a su tamaño, forma y propiedades físico–mecánicas.

Especialmente estas dos últimas técnicas mejoran sustancialmente la adherencia de 6 kg/cm² para la fibra de polipropileno no tratada, a 35 kg/cm² para la fibra tratada. (Martínez, 2000) Los principales usos:



Figura 15. Concreto Proyectado (2016). MACCAFERRI. Reimpreso con permiso.

Pisos y Pavimentos



Figura 16. Pisos y pavimentos (2016). MACCAFERRI. Reimpreso con permiso.

Elementos Prefabricados



Figura 17. Elementos Prefabricados. MACCAFERRI. Reimpreso con permiso.

1.3.5.3.1.4 Marcas de fibras sintéticas

En fibra sintética tenemos a las marcas:

- Sika: con SikaCem, SikaFiberPE y Fiber Force PP-48
- Z Aditivos: con “fibra Z Polipropileno”
- Maccaferri: con su fibra FibroMac
- Chema: con “Chema Fibra Ultrafina”.

1.3.5.3.1.5 Fichas de fibra de polipropileno

Fibra de polipropileno SikaFiberPE: Fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros, con usos a losas de concreto (placas, pavimentos, techo, etc). A los concretos a los que se agregado SikaFiberPE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116.

➤ **Información técnica:**

- ✓ densidad real aprox.: 1.17 kg/l
- ✓ absorción de agua: < 2%
- ✓ módulo de elasticidad: 15,000 kg/cm²
- ✓ alargamiento de rotura: 26%
- ✓ resistencia a tracción: 468 kg/cm²
- ✓ resistencia química: inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales.
- ✓ Durabilidad: indefinida
- ✓ transición vítrea: 310 °c
- ✓ longitud: 20 mm.



Figura 18. Fibra de SikaFiberPE. Autores (2018)

Fibra de polipropileno Z Aditivos: Fibra inerte de polipropileno 100% vírgenes químicamente para la prevención de las rajaduras en el concreto. Cumple con las Normas ASTM C1116 Tipo I – II, ASTM C 1399 y resistencia residual. ASTM C 1116-95.

➤ **Información técnica:**

- ✓ Absorción: Ninguna.
- ✓ Gravedad específica: 0.9.
- ✓ Temperatura de encendido: 590°C.
- ✓ Conductividad térmica: Menor de 1 BTU-in/hr-ft²-°F.
- ✓ Conductividad eléctrica: Mayor de 1e + 10 ohm-cm.
- ✓ Ácido acético al 10% durante 28 días: Resistente.
- ✓ Salmuera durante 28 días: Resistente.
- ✓ Punto de fusión: 160 – 170°C.
- ✓ Resistencia antialcalina: 100% resistente.
- ✓ Módulo de elasticidad: 15,000 Kg/cm.
- ✓ Alargamiento a la rotura: 20 – 30%.
- ✓ Resistencia a la tracción: 560 – 765 MPA.



Figura 19. Fibra de Z Aditivos. Autores (2018)

1.3.6. Diseño de pavimentos

1.3.6.1. Concepto

Es el proceso por el cual los componentes estructurales (superficie de rodadura, base, subbase, relleno, subrasante, mejoramientos, etc.) de un segmento de carretera o vías son determinados para que la vía tenga un comportamiento adecuado para el usuario. Para el diseño se toma en consideración la naturaleza del suelo de fundación, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento y construcción. (M.Sc. Ing. José Rafael Menéndez Acurio, 2012, p.12).

1.3.6.2. Tipos de pavimentos

Se tiene principalmente los siguientes tipos de pavimentos: asfálticos o flexibles, de concreto portland o rígido, compuestos: semirrígidos o segmentados, afirmados y de tierra. Los pavimentos se denominan flexibles o rígidos por la forma en que transmiten los esfuerzos y deformaciones a las capas inferiores que dependen de la relación de rigides relativas de las capas. Un pavimento flexible trasmite esfuerzos concentrados en una pequeña área, mientras que un pavimento rígido distribuye los esfuerzos en una mayor área. (M.Sc. Ing. José Rafael Menéndez Acurio, 2012, p.13-14).

1.3.6.3. Importancia

Resulta sumamente importante el uso del concreto, debido a su manejabilidad, le permite adaptarse a cualquier molde utilizado en la construcción. Contando con resistencia al fuego y siendo muy económico, le permite ser el material de construcción más utilizado en el mundo.

El concreto también se caracteriza por ser un material muy resistente a la congelación y el agua, lo que lo convierte un material ideal para obras como pavimentos, canales, presas, etc. La resistencia al desgaste del concreto, lo convierte en un material que no se ve perjudicado por altas temperaturas, intensas lluvias, frío o granizo. (Noticias 2D, 2017).

1.3.6.4. Usos

Se utiliza para construir muchos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, presas, grandes edificios, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, silos o bodegas, factorías, casas e incluso barcos. (Rodríguez, s.f.).

1.3.7. Cemento

1.3.7.1. Concepto

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009), el cemento Portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente

una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir: $\text{Cemento Portland} = \text{Clinker Portland} + \text{Yeso}$

1.3.7.2. Tipos de cemento

Tipos especificados en norma NTP 334.009, y ASTM C-150. (ICG, 2015, p. 66)

- **Tipo I:** Para no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- **Tipo II:** Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- **Tipo III:** Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- **Tipo IV:** Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- **Tipo V:** Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

La Norma Técnica Peruana (NTP 334.090), especifica las características de los cementos adicionados, los que contienen además de los compuestos mencionados, escorias, puzolanas y materiales calizos que modifican el comportamiento. Entre los tipos de cementos y el porcentaje añadido, tenemos: (ICG, 2015, p. 66)

- **Tipo IS:** Contenido de escoria entre 25% y 70%.
- **Tipo ISM:** Contenido de escoria menor a 25%
- **Tipo IP:** Contenido de puzolana entre 15% y 40%.
- **Tipo IPM:** Contenido de escoria menor a 15%
- **Tipo I (CO):** Cemento adicionado obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland y materiales calizos (travertino), hasta un 30% de peso.

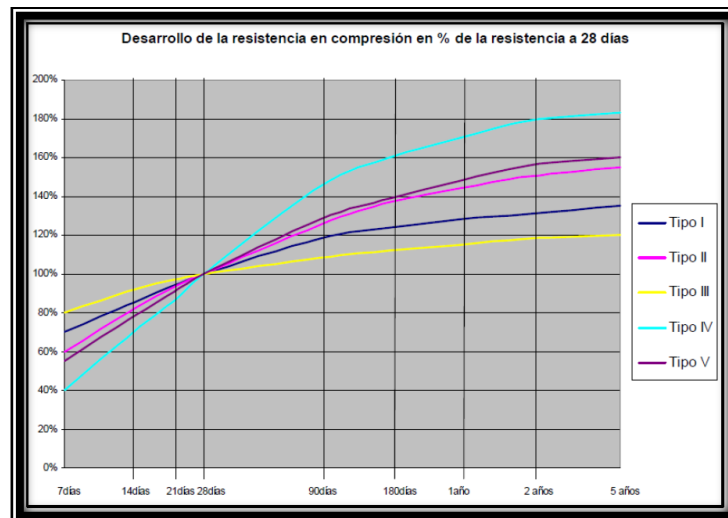


Figura 20. Desarrollo de la resistencia a la compresión en porcentaje de la resistencia a los 28 días, para los cementos sin adiciones. ICG, 2013. Reimpreso con permiso.

Requisitos calidad del cemento

Las normas NTP 334.009 señalan que los cementos portland indicados en la sección anterior, deberán satisfacer los requisitos físicos-químicos, obligatorios y opcionales prescritos en la norma, estos requerimientos exigidos por la norma, tiene como finalidad proveer un producto que cumpla con los estándares de calidad.

Tabla 9.

Requisitos físicos del cemento.

Requisitos Físicos	Tipos					
	I	II	V	MS	IP	ICo
Resistencia a la compresión mín. <i>Kg/cm²</i>						
3 Días	120	100	80	100	130	130
7 Días	190	170	150	170	200	200
7 Días	280*	280*	210	280*	250	250
Tiempo de fraguado, minutos						
Inicial, mínimo	45	45	45	45	45	45
Final, máximo	375	375	375	420	420	420
Expansión en autoclave, %	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Resistencia a los sulfatos	....	....	0,04*	0,1	0,10*	....
% máximo de expansión			14 Días	6 Meses	6 Meses	
Calor de hidratación, máx., KJ/Kg						
7 Días	....	290*	....	....	290*	....
28 Días	....	....	....	....	330*	....

* Opcionales

Nota. Recuperado de NTP 334.009. Reimpreso con permiso.

1.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Concreto:** Es un material de construcción constituido por agregados de tamaño máximo limitado, que cumplen con ciertas condiciones mecánicas, químicas y granulométricas que son unidas por una pasta aglomerante formada por cemento y agua.
- **Fibras de Polipropileno:** Polímero de hidrocarburo sintético cuya fibra está hecha usando procesos de extrusión por medio de estiramiento en caliente del material a través de un troquel.
- **Propiedades Físicas:** Son aquellas propiedades inherentes a la materia y cuyas características o cualidades son expresadas por teorías y leyes de la física y son matemáticamente representadas por funciones de magnitudes físicas.

Asentamiento: Es la propiedad física del concreto, que mide el grado de trabajabilidad del concreto recién mezclado, considerando la distancia vertical ente la posición inicial y la desplazada, medida desde el centro de la superficie superior del concreto.

Temperatura: La temperatura es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente

- **Propiedades Mecánicas:** son las que describen el comportamiento de un material ante las fuerzas aplicadas sobre él, por eso son especialmente importantes al elegir el material del que debe estar construido un determinado objeto.

Resistencia a la Compresión: Esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a comprimirlo, disminuyendo su longitud y aumentando su sección.

Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral: Esfuerzo a que está sometido un cuerpo en sentido longitudinal por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a comprimirlo, disminuyendo su sección y aumentando su longitud.

Resistencia a la Flexión: Esfuerzo que tiende a doblar el objeto. Las fuerzas que actúan son paralelas a las superficies que sostienen el objeto. Siempre que existe flexión también hay esfuerzos de tracción y compresión.

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efectos causan las fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos sobre las Propiedades físico mecánico de una concreto convencional para pavimentos utilizando cemento Qhuna, Trujillo – La Libertad 2018?

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Los grandes volúmenes de concreto que se producen actualmente en la industria de la Construcción hacen que se realicen mejoras y optimizaciones en la tecnología del mismo, ya que los recursos para la producción del concreto aumentan su valor cada vez más. Es por esto que diferentes investigaciones relacionadas a la aplicación de concreto reforzado con fibras de polipropileno para pavimentos implican aportes para la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto y, a su vez optimizan costos en producción y diseño, algo que es muy apreciado en este mercado competitivo.

Es indiscutible que la industria de la construcción requiere cada día de concretos de mejor calidad para la ejecución de sus obras, lo cual hace inevitable la necesidad de utilizar aditivos. Existen distintos tipos de fibras; el uso del concreto reforzado con fibras de plástico está avanzando a una gran velocidad debido a varios factores, al constante incremento del precio del acero estructural y de sus derivados para el refuerzo del concreto durante los últimos años, a las nuevas tendencias constructivas, a las exigencias actuales de la industria de la construcción y a la gran variedad de tipos de fibras aparecidas en los últimos años que ha entrado en competencia con las fibras de acero más tradicionales, es por todo lo expuesto que las fibras de polipropileno son una buena alternativa para obtener un concreto mejorado.

La adición de polipropileno, aportando las siguientes ventajas: Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación, aumento importante del índice de tenacidad del concreto, mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad, en mayor cuantía mejora la resistencia a la tracción y a la compresión y la acción del polipropileno es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

Los pavimentos rígidos no se comportan de manera constante al transcurso del tiempo ya que, al ir deteriorándose, disminuye la serviciabilidad y podría darse el caso de comprometer estructuras a las cuales está soportando dicho pavimento, es por eso que no vemos en la necesidad de usar pavimentos reforzados con fibras de polipropileno los cuales nos brindan mejoras en las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Es por todo lo expuesto que parte la necesidad de esta investigación, con la que se pretende aportar información referente al uso de fibras de polipropileno como refuerzo en concretos mejorados y versátiles que pueden resistir distintas solicitudes de uso dando una muy buena funcionalidad y durabilidad.

Cabe mencionar la diversidad de uso que tienen estas fibras en concretos destinados para diferentes estructuras tales como pavimentos, canales, revestimiento, concreto prefabricado, losas, etc.

En la ciudad de Trujillo las constante fallas en sus vías, surge la necesidad de generar un concreto con mejores propiedades físico-mecánicas y ser durable a través del tiempo, desde ese punto de vista la investigación desarrollada, permite demostrar la eficiencia de la utilización de las fibras de polipropileno con diversas dosificaciones para la mejora, del concreto convencional para pavimentos.

LIMITACIONES

- La obtención de normas técnicas peruanas involucradas en este proyecto.
- Disponibilidad de los equipos de laboratorio a usar, debido a que son escasos.
- Disponibilidad de las fibras de polipropileno en el mercado de La Libertad en cantidades menores para la investigación, ya que normalmente su compra es por pedidos mayores de empresa a empresa.
- También en la ciudad de existe muy poca información relacionada a estudios de canteras y las propiedades de los diversos agregados finos y gruesos.
- Dichas limitaciones serán contrarrestadas consiguiendo las normas técnicas peruanas de diferentes laboratorios de concreto, de la misma manera revisando el control de calibración de los equipos y acordando los horarios de atención del laboratorio con el encargado y realizando los diversos ensayos para la información de las propiedades de los agregados.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. Objetivo General

- Determinar los efectos sobre las propiedades físico mecánico que alcanza un concreto reforzado con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos respecto a un concreto convencional usando cemento Qhuna para pavimentos en Trujillo - La Libertad 2018.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Realizar el análisis comparativo de las propiedades físico mecánico entre un concreto reforzado con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos de un concreto convencional.
- Determinar la dosificación óptima de las fibras SikaFiberPE y Z Aditivos de polipropileno para mejorar las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos.
- Diseñar y elaborar una mezcla de concreto 280 kg/cm² a partir del método ACI ya que es el más utilizado en Perú.
- Obtener las variaciones de los asentamientos y temperatura del concreto en estado fresco, bajo la norma NTP 339.035 y NTP 339.184 respectivamente.
- Evaluar la variación de la resistencia a la compresión entre los especímenes cilíndricos de concreto patrón y los especímenes adicionados a partir de las fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos, bajo la norma NTP 339.034 / ASTM C39.
- Obtener la variación de la resistencia a la tracción entre los especímenes cilíndricos de concreto patrón y los especímenes adicionados a partir de las fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos, bajo la norma NTP 339.084 / ASTM C496.
- Evaluar la variación de la resistencia a la flexión entre las vigas de concreto patrón y los especímenes adicionados a partir de las fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos, bajo la norma NTP 339.059 / ASTM C42.

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. Hipótesis General

La incorporación de fibras de polipropileno en un concreto convencional de pavimento rígido afecta negativamente en sus propiedades físicas y positivamente en sus propiedades mecánicas, generando pérdida de asentamiento y temperatura, mejorando levemente su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y aumentando su resistencia a la flexión. En relación con el diseño de mezcla ACI 211 propuesto para la elaboración de las probetas especímenes de concreto utilizando el Cemento Qhuna Portland tipo I en el Laboratorio de Estructuras y Concreto de la Universidad Privada del Norte – sede San Isidro.

1.7.2. Hipótesis Especifica N°01:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de asentamiento.

Tabla 10.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°01

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS		COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio El tiempo
La incorporación de fibras de polipropileno SikaFiberPE en un concreto convencional de pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de asentamiento.	V.I.: Fibras de polipropileno SikaFiberPE V.D1: Propiedades físicas (asentamiento)	Probeta de Concreto	Afecta negativamente (empeora)	Laboratorio de la Universidad privada del Norte 28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.3. Hipótesis Especifica N°02:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de asentamiento.

Tabla 11.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°02

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La incorporación de fibras de polipropileno Z Aditivos en un concreto convencional de pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de asentamiento.	Variables V.I.: Fibras de polipropileno Z Aditivos V.D1: Propiedades físicas (asentamiento)	Unidad de análisis Probeta de Concreto	Conectores lógicos Afecta negativamente (empeora)	El espacio Laboratorio de la Universidad privada del Norte	El tiempo 28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.4. Hipótesis Especifica N°03:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de temperatura.

Tabla 12.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°03

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La incorporación de fibras de polipropileno SikaFiberPE en un concreto convencional de pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de temperatura.	Variables V.I.: Fibras de polipropileno SikaFiberPE V.D2: Propiedades físicas (temperatura)	Unidad de análisis Probeta de Concreto	Conectores lógicos Afecta negativamente (empeora)	El espacio Laboratorio de la Universidad privada del Norte	El tiempo 28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.5. Hipótesis Especifica N°04:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de temperatura.

Tabla 13.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°04

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La incorporación de fibras de polipropileno Z Aditivos en un concreto convencional de pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de temperatura.	Variables V.I.: Fibras de polipropileno Z Aditivos V.D2: Propiedades físicas (temperatura)	Unidad de análisis Probeta de Concreto	Conectores lógicos Afecta negativamente (empeora)	El espacio Laboratorio de la Universidad privada del Norte	El tiempo 28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.6. Hipótesis Especifica N°05:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la compresión.

Tabla 14.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°05

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La incorporación de fibras de polipropileno SikaFiberPE en un concreto convencional de pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la compresión.	Variables V.I.: Fibras de polipropileno SikaFiberPE V.D3: Propiedades mecánicas (resistencia a la compresión)	Unidad de análisis Probeta de Concreto	Conectores lógicos mejora	El espacio Laboratorio de la Universidad privada del Norte	El tiempo 28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.7. Hipótesis Especifica N°06:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la compresión.

Tabla 15.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°06

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La incorporación de fibras de polipropileno Z Aditivos en un concreto convencional de pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la compresión	V.I.: Fibras de polipropileno Z Aditivos V.D3: Propiedades mecánicas (resistencia a la compresión)	Probeta de Concreto	mejora	Laboratorio de la Universidad privada del Norte	28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.8. Hipótesis Especifica N°07:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la tracción.

Tabla 16.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°07

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La incorporación de fibras de polipropileno SikaFiberPE en un concreto convencional de pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la tracción.	V.I.: Fibras de polipropileno SikaFiberPE V.D4: Propiedades mecánicas (resistencia a la tracción)	Probeta de Concreto	mejora	Laboratorio de la Universidad privada del Norte	28 días de curado

Nota. Elaboración propia.

1.7.9. Hipótesis Especifica N°08:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la tracción.

Tabla 17.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°08

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La incorporación de fibras de polipropileno Z Aditivos en un concreto convencional de pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la tracción.	V.I.: Fibras de polipropileno Z Aditivos	Probeta de Concreto	mejora	Laboratorio de la Universidad privada del Norte	28 días de curado
	V.D4: Propiedades mecánicas (resistencia a la tracción)				

Nota. Elaboración propia.

1.7.10. Hipótesis Especifica N°09:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la flexión.

Tabla 18.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°09

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La incorporación de fibras de polipropileno SikaFiberPE en un concreto convencional de pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la flexión.	V.I.: Fibras de polipropileno SikaFiberPE	Probeta de Concreto	mejora	Laboratorio de la Universidad privada del Norte	28 días de curado
	V.D5: Propiedades mecánicas (resistencia a la flexión)				

Nota. Elaboración propia.

1.7.11. Hipótesis Específica N°10:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la flexión.

Tabla 19.

Componentes Metodológicos y Referenciales de la Hipótesis específica N°10

HIPÓTESIS	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La incorporación de fibras de polipropileno Z Aditivos en un concreto convencional de pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando la resistencia a la flexión.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	V.I.: Fibras de polipropileno Z Aditivos	Probeta de Concreto	mejora	Laboratorio de la Universidad privada del Norte	28 días de curado
	V.D5: Propiedades mecánicas (resistencia a la flexión)				

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Operacionalización de variables

Variable Independiente:

✓ **Fibras de Polipropileno**

Proporciones de incorporación SikaFiberPE y Z Aditivos (0.3kg/m³,
0.5kg/m³ y 0.7kg/m³)

Variables dependientes:

✓ **Propiedades Físicas**

Asentamiento (NTP 339.035/ASTM C143)

Temperatura (NTP 339.184/ASTM C1064)

✓ **Propiedades Mecánicas**

Resistencia a la compresión (NTP 339.034/ASTM C39)

Resistencia a la tracción (NTP 339.084/ASTM C78)

Resistencia a la flexión (NTP 339.059/ASTM C496)

Tabla 20.

Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
1. <i>Propiedades físicas</i>	Son aquellas que se pueden medir sin que se afecte la composición o la identidad de la sustancia.	Se ejecutará en una mezcla representativa de concreto en estado fresco.	Asentamiento	Diferencia entre la altura del molde y la altura sobre el centro original de la base superior del espécimen.
			Temperatura	Temperatura de la mezcla del concreto en estado fresco.
2. <i>Propiedades Mecánicas</i>	Son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza, que refiere a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas.	Se ejecutará en las 42 probetas cilíndricas de 15cmx30cm	Resistencia a la compresión	- Carga - Área
			Resistencia a la tracción	- Carga - Área
			Resistencia a la flexión	- Carga - Luz entre apoyos - Ancho de sección - Alto de sección

Nota. Elaboración propia.

2.2. Diseño de investigación

Corresponde a una investigación del tipo Cuasiexperimental, ya que no existe aleatoriedad al momento de seleccionar una muestra, por lo que contiene un control patrón, ya que tiene repeticiones.

En este tipo de investigación se comparan dos grupos de observación: uno afectado por un estímulo y un grupo intacto.

Tabla 21.

Diseño de investigación experimental

GRUPO	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
GE:		01	X	02
GC:		03	-	04

Nota. Recuperado de Curso de Proyecto de Tesis (UPN-T). Reimpreso con permiso.

Teniendo en cuenta, que:

- GE: Grupo de estudio
- GC: Grupo de control
- O1, O3: Pre test
- O2, O4: Post test

2.3. Unidad de estudio

En la presente investigación, la unidad de estudio son las probetas de cilíndricas (15 cm x 30 cm) y prismáticas tipo viga (15 cm x 15 cm x 50 cm).

2.4. Población

Todas las probetas de concreto incorporados con Fibras de Polipropileno, de resistencia de 280 kg/cm².

2.5. Muestra (muestreo o selección)

Para el cálculo de las muestras, se hará uso de la fórmula correspondiente a variables cuantitativas con una población infinita.

$$n \geq \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

- n = Muestra.
- Z = Valor de distribución normal estandarizada (nivel de confianza).
- S = Desviación estándar de la variable de estudio.
- E = Error de estimación.

Siendo los valores:

- $Z =$ Confianza al 95%=1.96 (Ver Anexo N°39)
- $S=6.24$ (tomado de antecedente)
- $E =$ Error de estimación 5%.

$$n = \frac{1.96^2 * 6.24^2}{5^2} = 6$$

$Z=$ se determinó mediante tablas; $S=$ antecedente del Instituto de Ingeniería-Estructuras y Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México (2011), el cual su investigación y desarrollo denominada **“Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado plástico y endurecido”**.

Por lo tanto, se realizarán 6 probetas para resistencia a la Flexión, 3 probetas para resistencia a la compresión y 3 probetas para resistencia a la tracción, teniendo un total de 12 probetas, por cada adición en cada tipo de ensayo.

Tabla 22.

Distribución de cada tipo de ensayo

Adición	Resistencia a flexión		Resistencia a compresión		Resistencia a tracción		TOTAL		
	7días	28días	7días	28días	7días	28días	7días	28días	
0 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
Ensayos con “SikaFiberPE”									
0.3 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
0.5 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
0.7 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
Ensayos con “Z Aditivos”									
0.3 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
0.5 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
0.7 Kg de fibra/m ³	6	6	3	3	3	3	12	12	
TOTAL					168	84	84		

Nota. Elaboración propia

2.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

2.6.1. Técnicas de recolección de datos

Mediante una rigurosa selección de los investigadores, se aplicará la Observación directa. Que se desarrollara en todos los ensayos realizados en la presente investigación, considerando que cumplan con las normativas ASTM y/o NTP según corresponda.

2.6.2. Instrumento para la recolección de datos

El instrumento utilizado fue la guía de observación, la cual fue planteada en función a las variables de la investigación (propiedades físico mecánico). Ver anexo 22 al anexo 30.

2.6.3. El procedimiento para la recolección de datos

El procedimiento en la recolección de datos de la presente tesis será representado por un diagrama, tal como se detalle en la Figura 21

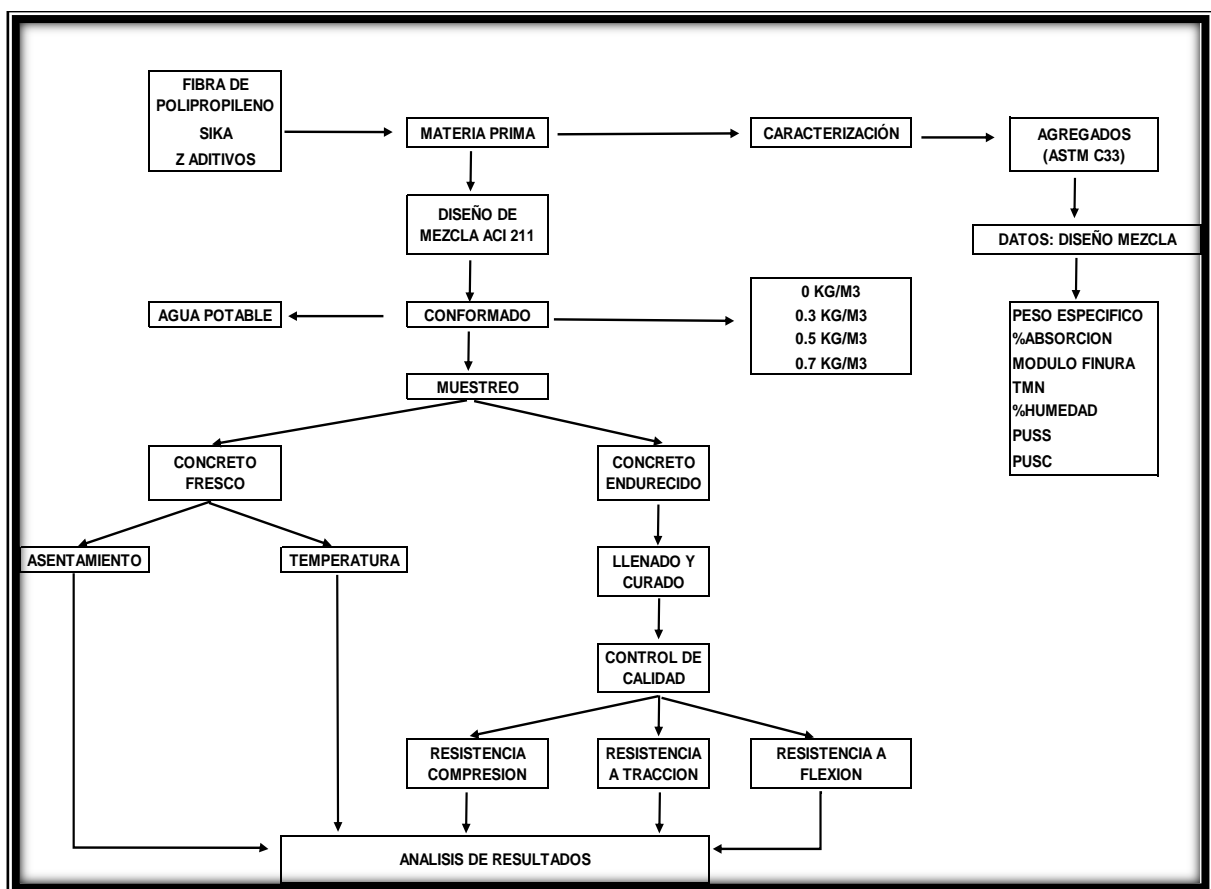


Figura 21. Procedimiento experimental del proyecto. Elaboración propia

2.6.3.1. Materia prima

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

- El agregado grueso $\frac{3}{4}$ " (piedra chancada).
- El agregado fino (arena gruesa).

El cemento utilizado para la investigación fue Qhuna Portland 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.

Las fibras de polipropileno serán obtenidas directamente de la empresa Z Aditivos y SikaFiberPE, que se encuentra ubicada en la ciudad de Trujillo.

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.

2.6.3.2. Caracterización de agregados

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

2.6.3.2.1 Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino (ASTM C566/NTP 339.185)

Procedimiento y actividades

- Pesar una muestra de arena en estado natural (P_h).
- Colocar en el Horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, hasta peso constante (P_s) y Determinar el peso seco de la muestra.
- Determinar el contenido de humedad use la siguiente expresión:

$$w\% = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

Donde:

$w\%$ =Contenido de humedad

P_h =Peso de la muestra en estado natural.

P_s =Peso de la muestra en seco.

2.6.3.2.2 Peso Unitario del Agregado Fino y Agregado Grueso (ASTM C29/NTP 400.017)

Procedimiento y actividades

El procedimiento para este ensayo se realiza en dos pasos, siendo los siguientes:

PESO UNITARIO SUELTO

- Pesar el recipiente o molde vacío.
- Determinar el volumen interno del recipiente en m³.
- Verter la muestra a una altura aproximada de 15 centímetros sobre el borde superior del recipiente, de agregado hasta llenarlo.
- Enrazar la superficie.
- Pesar la muestra y el molde.
- El procedimiento se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor de 1%.
- Determinación de peso volumétrico unitario:

$$M = (G - T)/V \quad \text{ó} \quad M = (G - T) \times F$$

Dónde: M = Peso unitario de los agregados (Kg/m^3)

G = Peso del agregado más el recipiente (Kg)

T = Peso del recipiente (Kg)

V = Volumen del recipiente (m^3)

F = Factor para el recipiente (m^{-3})

PESO UNITARIO COMPACTADO

- Pesar el recipiente o molde vacío.
- Determinar el volumen interno del recipiente en m³.
- Llenar en 3 capas iguales el recipiente y cada capa se debe compactar con la varilla 25 veces distribuyendo la penetración en toda el área y posteriormente golpear uniformemente en todo el recipiente con el martillo de goma 15 veces. No golpear fuerte el fondo.
- Enrazar la superficie con la varilla.
- Pesar la muestra dentro del molde.

- El procedimiento de compactar y pesar el agregado, se debe repetir mínimo 3 veces, verificando una variación menor de 1%.
- Determinación de peso volumétrico unitario:

$$M = (G - T)/V \quad \text{o} \quad M = (G - T) \times F$$

- Dónde:
- M = Peso unitario de los agregados (Kg/m^3)
 - G = Peso del agregado más el recipiente (Kg)
 - T = Peso del recipiente (Kg)
 - V = Volumen del recipiente (m^3)
 - F = Factor para el recipiente (m^{-3})

2.6.3.2.3 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128/NTP 400.022)

Procedimiento y actividades

- Lavar aproximadamente 1000 gr del material seleccionado por cuarteo.
- Sumergir la muestra con agua y dejarla en reposo por mínimo 24 horas.
- Decantar con mucho cuidado sobre una bandeja, e iniciar un proceso de secado con una suave corriente de aire caliente, hasta que las partículas puedan fluir libremente, también se puede secar haciendo uso de una pequeña cocina.
- En el cono, rellenar con tres capas compactando con 25 golpes por capa con el pisón.
- Si se derrumba al primer intento hay que volver a repetir el proceso con una nueva arena y tener mayor cuidado al secado hasta que se derrumbe una cantidad considerable para tomarlo como aceptable. Esto demostrará que el agregado habrá alcanzado su condición Saturada.
- Posteriormente colocamos esta muestra de 500 gr. (haciendo uso del embudo) en una fiola antes pesada, y colocamos agua hasta 500 ml después de colocar el agregado haciendo rodar la fiola sobre una superficie plana, tratando de eliminar todas las burbujas de aire, durante un minuto.
- Pesar la fiola con el agua y la muestra mezclada.
- Con cuidado saque el agregado fino del frasco y seguido secar en el horno a $100^{\circ}C$ hasta peso constante y obtenga su peso seco.

- ✓ V = Volumen de la fiola cm^3 .
- ✓ W_o = Peso de la muestra secada en el horno (gr).
- ✓ V_a = Peso del agua añadida al frasco (gr).

$$P. \text{ Específico de Masa} = W_o / (V - V_a)$$

$$P. \text{ Específico Saturado} = 500 / (V - V_a)$$

$$P. \text{ Específico Aparente} = W_o / [(V - V_a) - (500 - W_o)]$$

$$\% \text{ Absorción} = [(500 - W_o) / W_o] \times 100$$

2.6.3.2.4 Peso específico del agregado grueso (ASTM C127/NTP 400.021)

Procedimiento

- Lavar la muestra de material.
- Sumergir dentro de agua el material por espacio de mínimo 24 horas.
- Luego sacar, extender y secar con un paño la superficie de cada las partículas. Pesar en el aire en condición Saturada. (B)
- Colocar en una cesta de alambre el material y pesar dentro del agua a una temperatura de 20°C . Cuidar de no topar ningún elemento de la cesta, para que la medida sea exacta.
- Finalmente secarla muestra a peso constante a temperatura de $100^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, luego déjelo enfriar y determine su peso seco a temperatura ambiente.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)}$$

$$\%Abs = \frac{(B - A)}{A}$$

Siendo:

- A: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)
- B: Peso en el aire de la muestra saturada (gr)
- C: Peso en el agua de la muestra sumergida (gr)

2.6.3.2.5 Ensayo Granulométrico de Agregados (ASTM C 136/NTP 400.012)

Agregado fino

Procedimiento y actividades

- Obtener una muestra representativa de agregado fino, la cual deberá estar secada al aire y pesarla.
- Colocar las mallas de diámetro mayor a menor (desde la N°4 hasta la N°100).
- Colocar el material por partes (para evitar que el exceso de peso rompa a la malla).
- Realizar el proceso de vibración de las mallas (tamizado).
- Pesar el contenido de cada malla.
- Determinar Módulo de finura mediante la siguiente fórmula:

Tabla 23.
Granulometría del Agregado Fino.

Tamiz	Diámetro de la abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% Que pasa
N° 4						
N° 8						
N° 16						
N° 30						
N° 50						
N° 100						
N° 200						
Fondo						
TOTAL						

Nota. Elaboración Propia

$$MF = \frac{(\% \text{Total Peso retenido acumulado} - 100)}{100} = ??$$

$$MF = \Sigma \% \text{ retenido acumulados en las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50, 100} / 100$$

Agregado Grueso

Procedimiento

- Obtener una muestra representativa de grava, la cual deberá estar secada al aire.
- Pesar la muestra.
- Colocar las mallas estándar de diámetro mayor a menor.
- Colocar el material por partes y tamizar (esto para evitar que el exceso de peso rompa a la malla).
- Realizar el proceso de vibración de las mallas (tamizado), girando 5° cada 25 segundos.
- Pesar el contenido de cada malla.
- Determinar TM y TMN

Tabla 24.

Granulometría del agregado grueso

Tamiz	Diámetro de la abertura (mm)	Peso retenido (gr)	Peso retenido acumulado (gr)	% Peso retenido	% Peso retenido acumulado	% Que pasa
3''						
1 1/2 ''						
3/4 ''						
3/8 ''						
N° 4						
N° 200						
Fondo						
TOTAL						

Nota. Elaboración Propia

TM = ¿?

TMN = ¿?

2.6.3.3. Diseño de Mezcla

Procedimiento del diseño de mezcla: El siguiente procedimiento corresponde al American Concrete Institute ACI-211.

PASO 1: Selección de la resistencia a la compresión ($f'c$)

Se elegí la resistencia a la compresión de diseño del proyecto.

Resistencia de diseño ($F'c$)=?

Se utilizará la siguiente tabla para calcular la Resistencia a la Compresión Requerida.

Tabla 25.

Resistencia a la compresión requerida cuando no se dispone de data histórica.

Resistencia a compresión específica, F_c , Kg/cm ²	Resistencia a compresión requerida, kg/cm ²
Menos de 210	$F'c + 70$
210 a 350	$F'c + 84$
Más de 350	$1.10 F'c + 50$

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

PASO 2: Asentamiento de diseño

Tabla 26.

Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras.

Tipo de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

PASO 3: Selección del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado.

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

El TMN del agregado grueso no deberá ser mayor de:

- a) $1/5$ de la menor dimensión entre caras de encofrados;
- b) $1/3$ del peralte de las losas; o
- c) $3/4$ del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras.

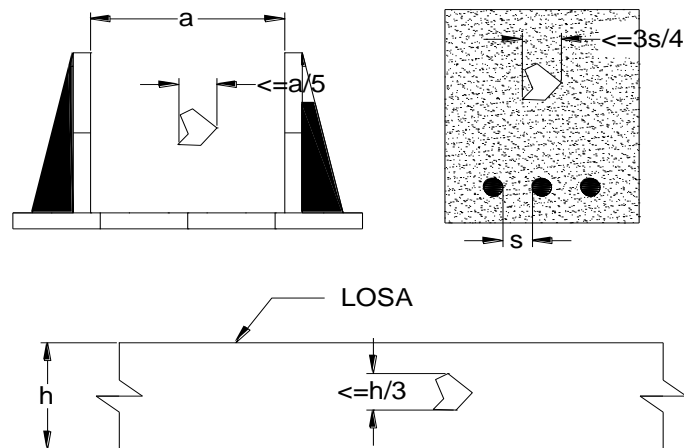


Figura 22. Tamaño del agregado grueso en comparación. Autores.

PASO 4: Seleccionar el contenido de agua Tabla 27 y seleccionar el contenido del aire atrapado Tabla 28.

Tabla 27.

Volumen unitario de agua.

Asentamiento (1'')=25 mm.	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencia indicada							
	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	-

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	187	184	174	166	154	-

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

Tabla 28.

Contenido de aire atrapado.

TNM del Agregado	% Aire Atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
4"	0.2

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

PASO 5: Selección de la relación agua/cemento sea por resistencia a compresión

Tabla 29.

Relación agua/cemento por resistencia, para f'_{cr} .

F'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
210	0,68	0,59
250	0,62	0,53
280	0,57	0,48
300	0,55	0,46
350	0,48	0,4
400	0,43	
420	0,41	
450	0,38	

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

PASO 6: Cálculo del contenido del cemento: Paso3/Paso4

Dividiendo entre 42,5 se obtiene el número de bolsas de cemento por metro cúbico de concreto.

PASO 7: Seleccionar el peso del agregado grueso Tabla 21 proporciona el valor de b/b_0 , donde b y b_0 son los pesos unitarios secos con y sin compactar respectivamente del agregado grueso.

Se halla mediante la siguiente fórmula. b/b_0 Se interpola en Tabla 30

$$Piedra = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado de la piedra})$$

Tabla 30.

Peso del agregado grueso por unidad d volumen del concreto (b/b_0).

TMN Tamaño Máx. Nominal del Agregado Grueso	Módulo de Finura del Agregado Fino			
	2,4	2,6	2,8	3,00
3/8" 9,5 mm.	0,5	0,48	0,46	0,44
1/2" 12,5 mm.	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4" 19,0 mm.	0,66	0,64	0,62	0,60
1" 25,0 mm.	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2" 37,5 mm.	0,76	0,74	0,72	0,70
2" 50,0 mm.	0,78	0,76	0,74	0,72
3" 75,0 mm.	0,81	0,79	0,77	0,75
6" 150,0 mm.	0,87	0,85	0,83	0,81

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

Calcular la suma de los volúmenes absolutos de todos los materiales sin considerar el agregado fino.

PASO 8: Cálculo del volumen del agregado fino: Arena.

Se utilizarán los siguientes métodos para hallar la cantidad de arena.

- a) Volumen absoluto.
- b) Primera estimación del peso del concreto de diseño.

1. Método del Volumen Absoluto

Haciendo un recuento de los materiales y sus pesos ya hallados, y son los siguientes:

- ✓ Cemento (de paso 5)
- ✓ Agua (de paso 3)
- ✓ Piedra (de paso 6)
- ✓ Aire (de paso 3)

Para hallar la arena seguimos la siguiente metodología: Hallamos el volumen de los materiales que forman en metro cúbico de concreto, esto se logra dividiendo el peso de los materiales entre su peso específico y para el aire entre 100 y por diferencia del metro cúbico de concreto, hallamos el volumen de arena, luego multiplicándolo por su peso específico logramos obtener el peso de la Arena por metro cúbico de concreto.

Tabla 31.

Metodología para hallar el peso de la Arena.

Materiales	Peso Seco Kg.	Peso Específico Kg/m³.	Vol. Absoluto m³
Cemento	P. Cemento	/ P.E Cemento	= Vol. Cemento.
Agua	P. Agua	/P.E Agua	= Vol. Agua
P. Arena = P.E. Arena x Vol. Arena			
Arena	$\sum (VOL. Cemento + Agua + Aire)$		
		1 - \sum	
Piedra	P. Piedra	/P.E. Piedra	= Vol. Piedra
Aire	% Aire	/100	=Vol. Aire

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

2. Método de la Primera estimación del concreto fresco

Haciendo un recuento de los materiales y sus pesos ya calculados, son los siguientes:

- Cemento (de paso 5)
- Agua (de paso 3)
- Piedra (de paso 6)

Para hallar la arena seguimos la siguiente metodología: Hallamos la sumatoria de pesos de los materiales que forman el metro cúbico del concreto, y por diferencia del Peso Total del metro cúbico del concreto (Tabla 32), hallamos el peso de la Arena por metro cúbico del concreto.

Tabla 32.

Metodología para hallar el peso de la Arena.

Materiales	Peso Seco Kg.
Cemento	P. Cemento
Agua	P. Agua
Arena	P. Arena
Piedra	% Piedra
Aire	% Aire

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

$$\sum (P. Cemento + Agua + Piedra)$$

$$PUCF - \sum$$

Tabla 33.

Estimación del peso del concreto.

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Pulgadas (mm)		Primera estimación del peso del concreto, Kg/m ³	
		Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
3/8"	9,5	2280	2200
1/2"	12,5	2310	2230
3/4"	19	2345	2275
1"	25	2380	2290
1 1/2"	37,5	2410	2350
2"	50	2445	2395
3"	75	2490	2405
6"	150	2530	2435

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

PASO 9: Ajustes por humedad del agregado.

- Cálculo del peso en estado fresco.
- Presentación del diseño en estado fresco.
- Corrección del diseño por el aporte de humedad de los agregados.
- Presentación del diseño en estado húmedo.

PASO 10: Ajustes con mezclas de prueba.

Conformación de materiales

Se mezclan todos los materiales que fueron caracterizaron (agregado fino y agregado grueso), el cemento Qhuna tipo I de uso general, el agua potable y según el tipo de concreto, las fibras de polipropileno de SikaFiberPE y Z Aditivos en las diversas proporciones de 0.3 Kg/m³, 0.5 Kg/m³ y 0.7 Kg/m³.

Toma de muestras de concreto fresco

Se incluyen los procedimientos correspondientes netamente a la toma de muestras en mezcladoras estacionarias, mezclas de pavimentación y en camiones mezcladores o mixeres y en equipos agitadores y no agitadores usados para transportar concreto mezclado de una planta de producción (NTP 339.036, 2017).

Respecto a la muestra, el tiempo transcurrido entre la primera muestra individual y la última no deberá exceder los 15 minutos. (NTP 339.036, 2017).

Para el asentamiento del concreto se debe iniciar el ensayo dentro de los 5 minutos siguientes a la obtención final de la muestra compuesta o la terminación de muestras individuales (NTP 339.036, 2017).

En lo correspondiente a la elaboración de especímenes de ensayos de resistencia se debe iniciar dentro de los 15 minutos siguientes a la terminación de la muestra compuesta, teniendo en cuenta que el tiempo transcurrido entre obtención y utilización de la muestra compuesta será lo más corto posible, y esta debe estar protegida elementos contaminantes, el sol y el viento (NTP 339.036, 2017).

2.6.3.4. Concreto fresco

Se realizará el ensayo de asentamiento y temperatura con el concreto en estado fresco, una prueba con el concreto patrón y otras tres con el concreto reforzado a las cantidades de fibra de polipropileno antes descritas.

2.6.3.4.1 Asentamiento (NTP 339.035 / ASTM C 143)

Una determinada cantidad de concreto recién mezclada, se coloca en el instrumento denominado cono de Abrams, compactándose en tres capas de igual volumen. Después se retira el cono, dejando que el concreto se asiente. Por último, se mide la distancia entre la posición inicial y final del concreto, desde el centro de la superficie superior del concreto (NTP 339.035, 2009).

Instrumentos, según norma:

- Cono de Abrams
 - Con un espesor de metal de 1.5 mm.
 - Con diámetro de base interior de 200 mm.
 - Con un diámetro de base exterior de 100 mm.
 - Con una altura de cono de 300 mm.
- Barra compactadora
 - Con un diámetro de 16 mm.
 - Con una longitud de 600 mm.

- Con extremos redondeados a una semiesfera de diámetro de 16 mm.
- Cinta métrica
 - Con medición de incrementos de mínimo 5mm.
 - Con una longitud mínima de 300 mm.
- Cucharón
 - Con tamaño y forma adecuada.

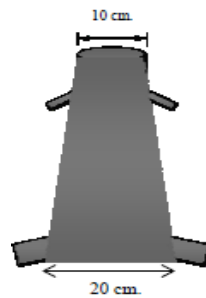


Figura 23. *Diseño del cono de Abrams. Elaboración propia (2018)*

Procedimiento:

1. Colocar el cono en una base plana, no absorbente.
2. Humedecer todos los aparatos a utilizar.
3. Mantener el cono firme contra la base, parándose sobre las dos aletas.
4. Llenar el concreto en 3 capas de aproximadamente $\frac{1}{3}$ del volumen del cono cada una.
5. Compactar con la varilla cada capa con 25 golpes. Distribuirlos en toda el área y aplicarlos comenzando cerca del molde y acercándose en espiral hacia el centro de la sección. Mantener la misma intensidad en todos los golpes.
6. Levantar el cono verticalmente de 5 a 7 segundos.
7. Medir la distancia entre la altura del molde y el centro de la cara superior del concreto, con una aproximación de $\frac{1}{4}$ " ($\frac{1}{2}$ cm.).
8. El tiempo máximo del ensayo debe durar 2 minutos y medio.

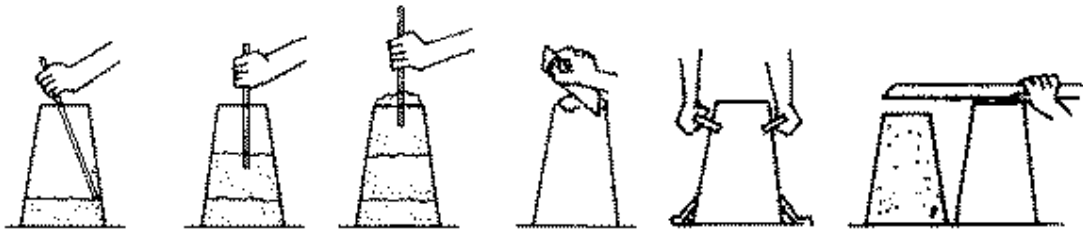


Figura 24. Procedimiento del ensayo.

2.6.3.4.2 Temperatura de la mezcla (NTP 339.184 / ASTM C1064)

Determina la temperatura de la muestra de concreto en estado fresco y puede ser utilizado para verificar conformidad con un requerimiento específico.

Instrumentos, según norma:

- Recipiente
 - no ser un material absorbente
 - Dimensiones de recubrimiento mayores a 3 pulgadas (75mm).
- Medidor de temperatura
 - Con una variación ± 0.5 °C, dentro del rango de 0°C a 5°C.
 - se requiere inmersión de 3 pulgadas (75mm) o más.

Procedimiento:

1. Obtener una muestra de concreto en un contenedor no absorbente.
2. Utilizar un termómetro con una exactitud de ± 0.5 °C.
3. Colocar el sensor en la mezcla con inserción de 3 pulgadas (75mm) en todas las direcciones.
4. Tomar la lectura de temperatura después de un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice, luego lea y registre.
5. Completar la medición de la temperatura dentro de 5 minutos siguientes a la obtención de la muestra de concreto.

2.6.3.5. Concreto en estado endurecido

Las técnicas de recolección de información de la presente investigación serán obtenidas de los ensayos experimentales de laboratorio con la metodología planteada, cumpliendo con las normas para cada ensayo que nos ayudará a asegurar una adecuada investigación.

Los instrumentos cuantitativos empleados en la ejecución de nuestro estudio experimental son los siguientes:

- Pruebas estandarizadas. Normas NTP y ASTM, dónde encontramos los procedimientos de los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.
- Instrumentos o aparatos de medición. Tales como termómetro ambiental, termómetro para líquidos y sólidos, equipos para medir las propiedades del concreto en estado fresco (Cono de Abrams y Penetrómetro) y endurecido (prensa de concreto).

Resistencias de diseño

Se realizará un diseño de mezcla, con una resistencia a compresión de diseño de 280kg/cm^2 , esto con la intención de observar mejor el comportamiento mecánico del concreto a una sola resistencia.

Programa de ensayos

Para cuantificar la influencia de las fibras de polipropileno sobre la resistencia a compresión, flexión y tracción indirecta, se efectuarán ensayos comparativos entre un concreto simple convencional y un concreto reforzado con fibra de polipropileno.

Se realizará 1 diseños de mezcla, de estas mezclas se realizarán 6 probetas cilíndricas de concreto para ser ensayadas a compresión y tracción y 6 probetas tipo viga al 0Kg/m^3 , $0,3\text{Kg/m}^3$, $0,5\text{Kg/m}^3$ y $0,7\text{Kg/m}^3$ y así analizar las propiedades del concreto.

Parámetros de comparación

Los parámetros de comparación a utilizar en esta investigación permitirán evaluar la resistencia a compresión, flexión y tracción que es capaz de adquirir el concreto en su estado endurecido.

2.6.3.5.1 Elaboración y curado de probetas cilíndricas (NTP 339.183 / ASTM C192)

La preparación y el curado de los especímenes cilíndrico y tipo viga, consideradas como muestras representativas del concreto para su posterior construcción (NTP 339.183 ,2009)

Elaboración de probetas-Cilíndricos y vigas

En el caso de los cilíndricos, se utilizará aquellos de diámetro 150 mm.

En lo correspondiente a las vigas de concreto, se utilizará aquellas que cuenten con un ancho de 150 mm y un largo de 450 mm.

Vibración externa. Cuando se use un vibrador externo debe tenerse el cuidado de que el molde este rígidamente unido a la superficie o elemento vibrante.

La vibración se debe transmitir al cilindro durante el tiempo suficiente para lograr la adecuada compactación del concreto, pues un exceso de vibrado puede causar segregación.

El molde se debe llenar y vibrar en capas iguales aproximadamente. Todo el concreto para cada capa se debe colocar en el molde antes de iniciar el vibrado.

La duración del vibrado depende de la manejabilidad del concreto y la efectividad del vibrador. Se considera suficiente el vibrado, cuando el concreto presente una superficie relativamente lisa.

Curado de probetas

El curado es el mismo para los cilindros como para vigas. Estos especímenes, deben de completar un curado inicial, por ello después

de 30 minutos de haber sido removidos de sus moldes, deben de ser curado, siendo sumergidos totalmente en agua con cal, en recipientes que cumplan con la NTP 334.077, A una temperatura de $23.0 \pm 2.0^{\circ}\text{C}$ (NTP 339.033, 2009).

2.6.3.5.2 Resistencia a Compresión del concreto (NTP 339.034 / ASTM C39) Equipo

La máquina de ensayo deberá tener capacidad conveniente, debe ser operada por energía (no manual) y debe permitir una velocidad de carga sobre la probeta de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s, de forma continua sin intermitencia ni detenimiento.

La máquina de ensayo será equipada con dos bloques de acero con caras resistentes, uno de los cuales se asentará sobre una rótula, que le permita acomodarse a la parte superior de la probeta, y el otro se apoya sobre una sólida base en el que se asienta la parte inferior de la misma. Las caras de los bloques serán paralelas durante el ensayo y deben tener una dimensión mínima de al menos 3% mayor que el diámetro de las probetas a ser ensayadas.

Procedimiento de ensayo

1. En el caso de probetas cilíndricas, curadas y moldeadas, se pueden tener dimensiones de 6" x 12", el diámetro de la probeta a utilizar debe ser como mínimo 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado utilizado en la preparación del concreto.
2. Según la NTP 339.034 las probetas deben ser ensayadas tan pronto como sea práctico luego de ser retiradas de la condición de curado, es decir, se ensayarán en condiciones húmedas superficialmente secas.
3. Medir el diámetro de la probeta con el vernier en dos posiciones que estén en ángulo recto entre sí, a la altura media de la misma, estos diámetros deben promediarse para poder calcular el área de la sección.

4. Antes de colocar la probeta entre los cabezales de la máquina de ensayo, se limpiarán las caras de contacto de los bloques de acero, superior e inferior, y las de la probeta, evaluar si es conveniente aplicar capping, refrentado o usar pads de neopreno.
5. Se alinearán los ejes de la probeta a ensayar con el centro de empuje de la máquina a manera de evitar excentricidades.
6. Verificar que el indicador de carga de la maquina esté en cero, de no ser así se deberá ajustar. Luego aplicar la carga de manera continua y uniforme, hasta el momento de la falla de la probeta, por último, registrar el tipo de falla y la carga máxima soportada por la probeta antes de fracturarse.
7. Calcular la Resistencia a Compresión (R_c) dividiendo la carga máxima entre el área promedio de la sección.

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

R_c = Resistencia de rotura a la compresión, (Kg/cm^2)

G = Carga máxima de rotura. (Kg)

d = Diámetro de la probeta cilíndrica. (cm)

2.6.3.5.3 Resistencia a Tracción por Compresión Diametral del concreto (NTP 339.084 / ASTM C496)

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para la determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de concreto, tales como cilindros moldeados y testigos diamantinos.

Resumen del método

Este ensayo consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, igual a la definida en el ensayo Marshall, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura.

La carga se aplicará en forma continua y evitando impactos, a una velocidad constante dentro del rango de 689 Kpa/min a 1380 Kpa/min hasta que falle el espécimen por el esfuerzo de tracción por compresión diametral.

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

T = Resistencia a la tracción por compresión diametral (Kpa).

P = Máxima Carga aplicada (KN.)

l = Longitud (m)

d = Diámetro (m)

2.6.3.5.4 Resistencia a Flexión del concreto (NTP 339.059 / ASTM C42)

La Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar la resistencia a la flexión de probetas en forma de vigas simplemente apoyadas, moldeadas con concreto o de probetas cortadas extraídas de concreto endurecido y ensayadas con cargas en el punto central de la luz.

Resumen del método

Este método de ensayo consiste en aplicar una carga en el centro de la luz en una probeta de ensayo en forma de vigueta, hasta que la falla ocurra.

Se calcula el módulo de rotura con la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Mr = Es el módulo de rotura. (Kg/cm²)

P = Es la carga máxima de rotura. (Kg)

L = Es la luz libre entre apoyos. (cm)

b = Es el ancho en la sección de falla. (cm)

h = Es la altura en la sección de falla. (cm)

2.7. Métodos, instrumentos y procedimiento de análisis de datos

2.7.1. Método para el análisis de datos:

Los métodos usados para el procedimiento de datos son:

- Estadística descriptiva: porque se usó la medida de tendencia central como la media, es decir, el promedio aritmético de la distribución de los datos usados. Esto es importante porque luego verificar con el cálculo manual la hipótesis.
- Estadística inferencial: porque a partir de una toma de muestras, se pudo obtener conclusiones estadísticamente válidas y significativas de una población.

Para ellos se usó las pruebas de Normalidad y de Hipótesis.

2.7.2. Instrumento para el análisis de datos:

Los instrumentos estadísticos utilizados son las hojas de cálculo en Microsoft Excel y el SPSS Vrs. 24.0. 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 si la normalidad de los datos es mayor a cinco centésimos, desarrollamos el contraste de hipótesis mediante la prueba de hipótesis (Anova) y verificado por el cálculo manual.

2.7.3. Procedimiento de análisis de datos:

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

1. Normalidad de datos- prueba de shapiro wilk, $N < 50$, datos normales.
2. Prueba de hipótesis Anova, verificando la significancia sea menor a 0.05.
3. Comparamos los resultados y a través de la prueba post anova (tukey) representado en los anexos de cada hipótesis específica.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS

3.1. Caracterización de los Agregados

3.1.1. Ensayo Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012 / NTP 400.012)

- Se pesó tres muestras de agregado grueso que estuvieron entre los 500 y los 1000 gr.
- Se pesó cada tamiz para obtener el peso de cada uno. (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4).
- Se colocó los tamices de diámetro mayor a menor (desde la 2" hasta la N°4), para luego ser colocada en la mesa vibratoria.
- Se colocó la muestra en los tamices y en la mesa vibratoria por 4 minutos.
- Se pesó cada tamiz con la muestra retenida, así se pudo obtener el peso retenido.

Tabla 34.

Análisis Granulométrico de la muestra del Agregado Grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	P. Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% P. Retenido	% P. Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2	37,50	553,24	553,24	0,00	0,00	0,00	100,00
1	25,00	539,00	539,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,00	566,00	1013.67	447.67	8.95	8.95	91.05
1/2	12,50	538,00	3335.00	2797.00	55.94	64.89	35.11
3/8	9,50	546,00	1861.33	1315.33	26.31	91.20	8.80
N° 4	4,75	509,00	949.00	440.00	8.80	100.00	0,00
N° 8	2,36	491,00	491,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 16	1,18	413,00	413,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 30	0,60	403,00	403,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 50	0,30	370,00	370,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 100	0,15	346,00	346,00	0,00	0,00	100.00	0,00
N° 200	0,08	300,00	304,00	0,00	0,00	100,00	0,00
FONDO	0,00	371,00	371,00	0,00	0,00	100,00	0,00
				5000,00	100,00		

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

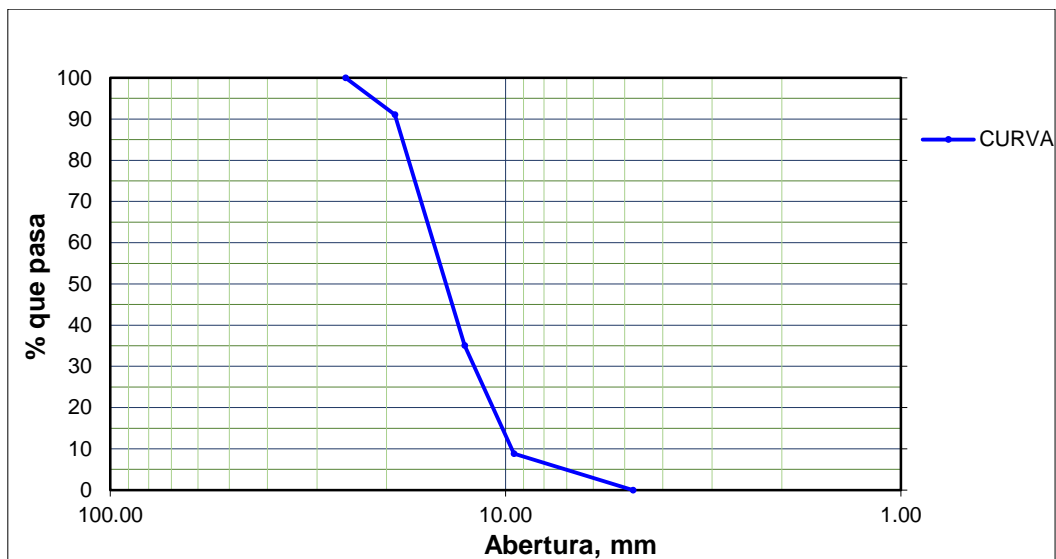


Figura 25. Curva granulométrica del Agregado Grueso. Elaboración Propia.

Tabla 35.

Husos granulométricos y porcentaje que pasa del agregado grueso.

Tamiz	Abertura	Mínimo (%)	Máximo (%)	C. AG (%)
1	25.00	100	100	100,00
3/4	19.00	90	100	91.05
1/2	9.50	20	55	35.11
3/8	4.75	0	10	8.80
Nº 4	2.36	0	5	0,00

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

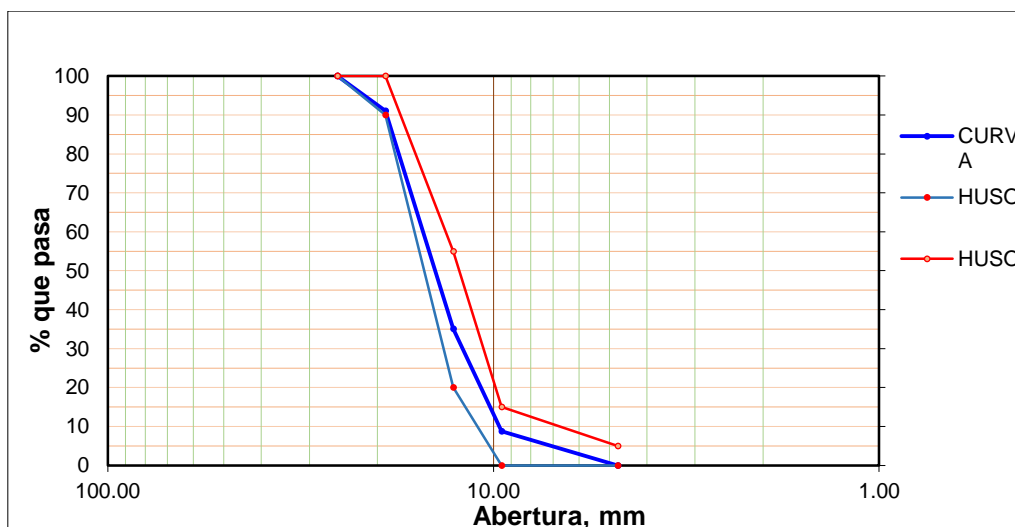


Figura 26. Curva granulométrica del Agregado Grueso y sus Husos. Elaboración Propia.

Composición de la muestra:

% Grava (de 3" a 3/8"):	91.2 %
% Arena Gruesa (N°4 a N°8):	8.8 %
% Arena Media (N°16 a N°30):	0 %
% Arena Fina (N°50 a N°200):	0 %
% Limo-arcilloso (< N°200)	0 %
Total	100,00 %

- TM= 1" TMN =3/4"

3.1.2. Ensayo Granulométrico del Agregado Fino (NTP 400.012 7 ASTM C136)

- Se pesó una muestra de agregado fino representativa de 500 gr.
- Se colocó en el horno a una temperatura de 110 +- 5°C durante 24 horas.
- Se pesó cada tamiz para obtener el peso de cada uno. (N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y malla ciega)
- Se colocó los tamices de diámetro mayor a menor (desde la N°4 hasta la N°200), para luego ser colocada en la mesa vibratoria.
- Se pesó cada tamiz con la muestra retenida, así se pudo obtener el peso retenido en cada tamiz.

Tabla 36.

Análisis Granulométrico de la muestra del Agregado Fino.

Tamiz	Abertura (mm)	P. Malla (gr.)	P. Malla + Muestra (gr.)	Peso Retenido (gr.)	% P. Retenido	% P. Retenido Acumulado	% Pasa
2	50.00	538.74	538.74	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2	37.50	553.24	553.24	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	546.31	546.31	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.00	558.09	558.09	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2	12.50	542.20	542.20	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.50	544.76	544.76	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	508.90	511.90	3.00	0.60	0.60	99.40
N° 8	2.36	490.32	581.80	91.50	18.30	18.90	81.10
N° 16	1.18	411.40	533.10	121.70	24.34	43.24	56.76

N° 30	0.60	402.75	445.75	43.00	8.60	51.84	48.16
N° 50	0.30	370.42	475.42	105.00	21.00	72.84	27.16
N° 100	0.15	345.58	448.58	103.00	20.60	93.44	6.56
N° 200	0.08	300.52	325.52	25.00	5.00	98.44	1.56
FONDO	0.00	368.16	375.90	7.80	1.56	100.00	0.00
				500.00	100.00		

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

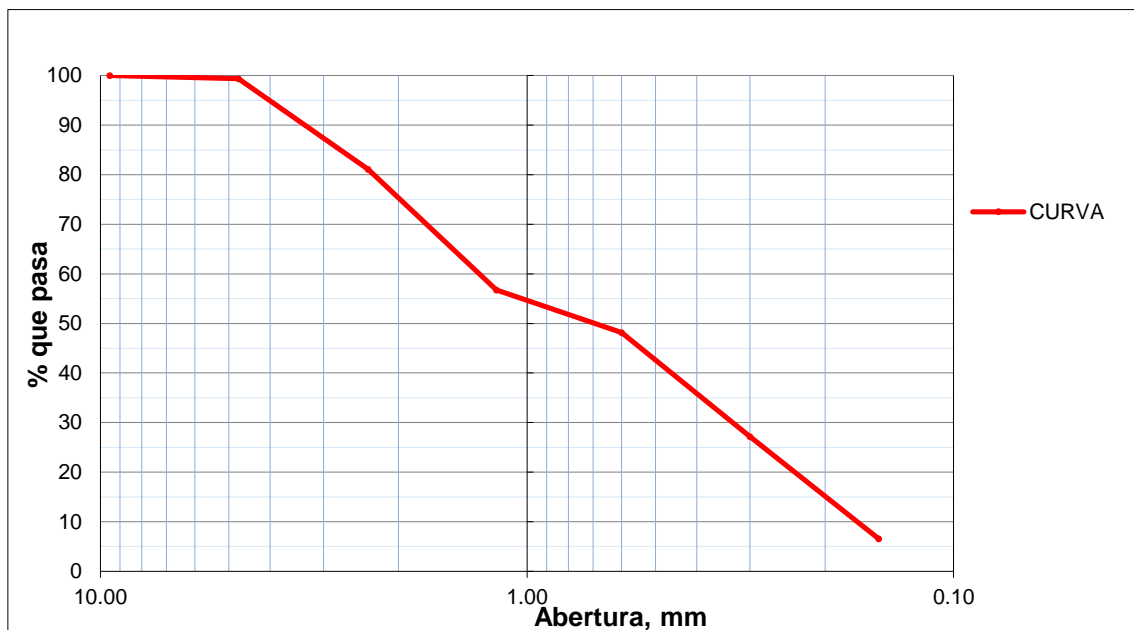


Figura 27. Curva granulométrica del Agregado Fino. Elaboración Propia.

Tabla 37.

Husos granulométricos y porcentaje que pasa del agregado fino.

Tamiz	Abertura (mm)	% pasa Mínimo	% pasa Máximo	% Pasa AF
3/8	9.50	100	100	100.00
N° 4	4.75	95	100	99.40
N° 8	2.36	80	100	81.10
N° 16	1.18	50	85	56.76
N° 30	0.60	25	60	48.16
N° 50	0.30	10	30	27.16
N° 100	0.15	2	10	6.56

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

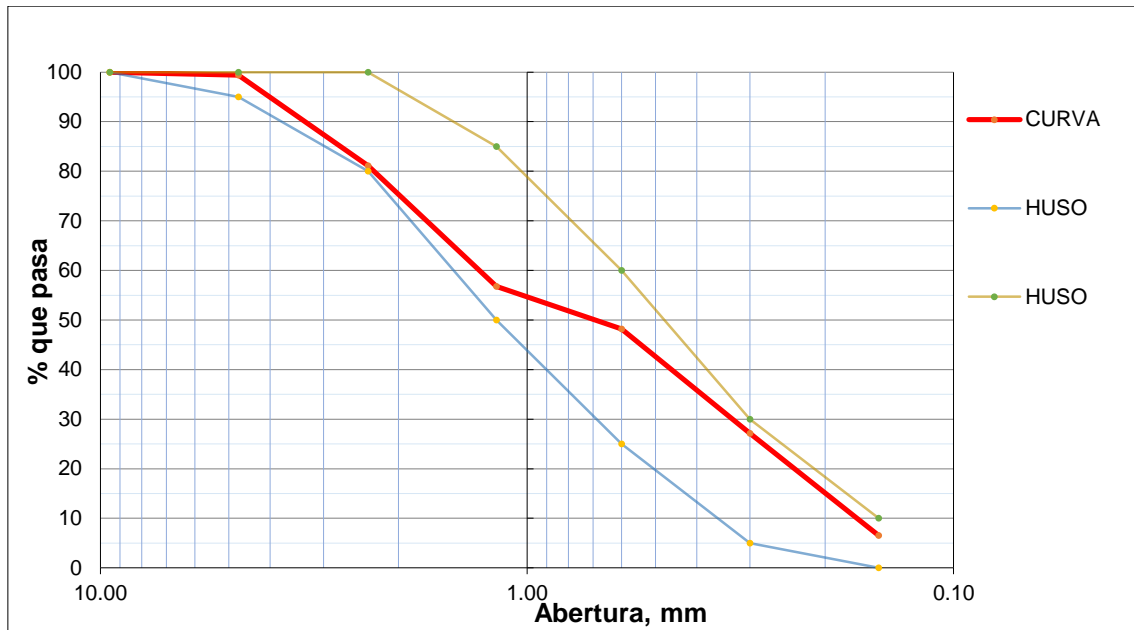


Figura 28. Curva granulométrica del Agregado Fino y sus Husos. Elaboración Propia.

Composición de la muestra:

% Grava (de 3" a 3/8"):	0 %
% Arena Gruesa (N°4 a N°8):	18.90 %
% Arena Media (N°16 a N°30):	32.94 %
% Arena Fina (N°50 a N°200):	46.60 %
% Limo-arcilloso (< N°200)	1.56 %
Total	100,00%

Módulo de Finura: 2,81 $2,3 < MF < 3,1$ (Según la norma NTP 400.037).

3.1.3. Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino (NTP 339.185/ASTM C566)

- Se pesó tres muestras de agregado fino y tres de agregado grueso en estado natural (Ph).
- Se colocaron las muestras en el horno a una temperatura de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, hasta peso constante (Ps) y luego se pesaron las muestras secas.
- Se determinó el contenido de humedad de los datos obtenido previamente.

Contenido de Humedad del Agregado Grueso (NTP 339.185/ASTM C566)

Tabla 38.

Muestras y promedio del contenido de humedad del agregado grueso.

Recipiente (g)	Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g)	Muestra Húmeda (g)	Peso recipiente + Masa seca (g.)	Masa Seca (g)	% Humedad	% Humedad promedio
M-1	1108	1028	1102	1022	0.59	
M-2	1164	1082	1158	1076	0.56	0.60
M-3	1112	1032	1106	1026	0.58	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

Contenido de Humedad del Agregado Fino (NTP 339.185/ASTM C566)

Tabla 39.

Muestras y promedio del contenido de humedad del agregado fino.

Recipiente (g)	Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g)	Muestra Húmeda (g)	Peso recipient e + Masa seca (g.)	Masa Seca (g)	% Humedad	% Humedad promedio
N-1	542	502	536	496	1.21	
N-2	562	528	556	522	1.15	1.20
N-3	562	522	556	516	1.16	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

3.1.4. Peso Unitario Seco Suelto y Compactado del Agregado Grueso y Agregado Fino (NTP400.017/ ASTM C29)

PESO UNITARIO SUELTO (NTP400.017/ ASTM C29)

- Se toma una muestra representativa de agregados por cuarteo.
- Se seleccionó 125% al 200% de la cantidad suficiente para llenar el recipiente del ensayo.
- Se pesó el molde vacío, se llenó el mismo con agua a temperatura ambiente y se cubrió con una placa de vidrio para eliminar el exceso de líquido.
- Una vez lleno, se anotó el peso del recipiente más agua, luego se determinó el volumen del recipiente (m³), donde se dividió el peso agua sobre la densidad de la misma.
- Por otro lado, se colocó el recipiente vacío sobre la balanza y se llenó con agregado grueso hasta que rebose.
- Se pesó el molde con la muestra y mediante esta fórmula se determinó el peso unitario compactado.

$$M = (G - T)/V$$

- M = Peso unitario de los agregados.
- G = Peso del agregado más el recipiente (Kg)
- T = Peso del recipiente (Kg)
- V = Volumen del recipiente (m³)

Tabla 40.

Peso unitario seco suelto del agregado grueso

	Volumen del Recipiente (m³)	Peso recipiente (kg)	Peso recipiente + Masa (kg)	Peso muestra (kg)	PUSS (Kg/m³)	PUSS FINAL (Kg/m³)
M-1	0.01394	5.5	25.30	19.80	1420.37	
M-2	0.01394	5.5	25.36	19.86	1424.68	1430
M-3	0.01394	5.5	25.48	19.98	1433.29	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

Tabla 41.

Peso unitario seco suelto del agregado Fino

	Volumen del Recipiente (m³)	Peso recipiente (kg)	Peso recipiente + Masa (kg)	Peso muestra (kg)	PUSS (Kg/m³)	PUSS FINAL (Kg/m³)
N-1	0.01394	5.5	28.27	22.77	1633.43	
N-2	0.01394	5.5	28.36	22.86	1639.89	1640
N-3	0.01394	5.5	28.31	22.81	1636.30	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

PESO UNITARIO COMPACTADO (NTP400.017/ ASTM C29)

- Para este ensayo, se seleccionó una muestra representativa de agregados
- Se redujo el material por cuarteo, y se seleccionó del 125% al 200% de la cantidad suficiente para llenar el recipiente del ensayo.
- Después, se llevó la cantidad de material al horno por un lapso de 24 horas a una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Se colocó el recipiente en la balanza, se llevó el mismo con agua a temperatura ambiente y se cubrió con una placa de vidrio para eliminar el exceso de líquido y burbujas.
- Por último, se calculó el volumen del recipiente (m³), donde se dividió el peso del agua sobre la densidad de la misma.
- Por otro lado, se colocó agregado grueso, hasta cubrir la tercera parte de la capacidad del recipiente, emparejando la superficie.
- Se compactó con una varilla 25 veces uniformemente en toda la superficie.
- Se llenó en 3 capas iguales de material en el recipiente y cada capa se compactó uniformemente en todo el recipiente con el martillo de goma 25 veces.
- Se pesó el molde con la muestra y mediante esta fórmula se determinó el peso unitario compactado.

$$M = (G - T)/V$$

- M = Peso unitario de los agregados. (Kg/m^3)
- G = Peso del agregado más el recipiente (Kg)
- T = Peso del recipiente (Kg)
- V = Volumen del recipiente (m^3)

Tabla 42.

Peso unitario seco compactado del agregado Grueso

	Volumen del Recipiente (m^3)	Peso recipiente (kg)	Peso recipiente + Masa (kg)	Peso muestra (kg)	PUSC (Kg/m^3)	PUSC FINAL (Kg/m^3)
M-1	0.01394	5.5	27.20	21.70	1556.67	
M-2	0.01394	5.5	27.50	27.50	1578.19	1560
M-3	0.01394	5.5	27.10	27.60	1549.50	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

Tabla 43.

Peso unitario seco compactado del agregado Fino

	Volumen del Recipiente (m^3)	Peso recipiente (kg)	Peso recipiente + Masa (kg)	Peso muestra (kg)	PUSC (Kg/m^3)	PUSC FINAL (Kg/m^3)
N-1	0.01394	5.5	29.95	24.45	1753.95	
N-2	0.01394	5.5	29.98	24.48	1756.10	1760
N-3	0.01394	5.5	30.01	24.51	1758.25	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

3.1.5. Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021/ASTM C127)

- Se seleccionó una cantidad de agregado grueso, se cuarteó y eligió los extremos opuestos.
- Se lavó la muestra de grava, luego se sumergió dentro de agua el material por 24 horas.
- Se sacó la muestra, se extendió y se secó con un paño la superficie. Se pesó en el aire en condición Saturada. (B)
- Después se colocó en una cesta de alambre el material y se pesó dentro del agua a una temperatura de 20°C. (C)
- Finalmente se secó la muestra a peso constante a temperatura de 100°C ± 5°C, luego se dejó enfriar y se determinó su peso seco a temperatura ambiente. (A)
- Finalmente se determina el peso específico y la absorción con las siguientes fórmulas.

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \quad \%Abs = \frac{(B - A)}{A}$$

A: Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)

B: Peso en el aire de la muestra saturada (gr)

C: Peso en el agua de la muestra sumergida (gr)

Tabla 44.

Muestras y promedio del peso específico y absorción del agregado grueso.

	Peso recipiente (g)	Peso recipiente + Muestra seca (g)	Peso recipiente + Muestra Parcialmente saturada (g)	A) Peso muestra seca (g)	B) Peso muestra + parcialmente saturada (g)	C) Peso muestra sumergida (g)	Peso específico (Kg/m ³)	Absorción (%)
M-1	456	3446	3482	2990	3026	1921	2.71	1.20
M-2	456	3460	3496	3004	3040	1965	2.79	1.20
M-3	456	3446	3488	3032	3032	1924	2.70	1.40
					Promedio		2730	1.30

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

3.1.6. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022/ASTM C128)

- Se seleccionó una cantidad representativa de material, Se sumergió con agua por 24 horas.
- Luego se tomó la muestra y se colocó encima de una cocina pequeña para secarla, moviendo en ocasiones para tener un secado uniforme.
- En el cono, se rellenó con tres capas compactando con 25 golpes por capa con el pisón.
- Si al quitar el cono la muestra se derrumba 1/3 de la parte de encima, esto demostrará que el agregado habrá alcanzado su condición saturada superficialmente seca.
- Posteriormente se colocó esta muestra (haciendo uso del embudo) en una fiola antes pesada, y se colocó agua hasta 500 ml después de colocar el agregado, se hizo rodar la fiola sobre una superficie plana, tratando de eliminar todas las burbujas de aire, durante un minuto.
- Se pesó la fiola con el agua y la muestra mezclada. Por último, se sacó el agua y se secó la muestra en el horno a 100°C hasta peso constante y se obtuvo su peso seco.

$V =$ Volumen de la fiola cm^3 .

$W_o =$ Peso de la muestra secada en el horno (gr).

$V_a =$ Peso del agua añadida al frasco (gr).

$$Pe = \frac{W_o}{v - V_a} \quad \%Abs = \left[\frac{500 - W_o}{W_o} \right] \times 100$$

Tabla 45.

Muestras y promedio del peso específico y absorción del agregado Fino.

	Peso recipiente (g)	Peso recipiente + Muestra seca (g)	Peso recipiente + Muestra Parcialmente saturada (g)	A) Peso muestra seca (g)	B) Peso fiola + agua (g)	C) Peso Fiola + Agua + Muestra (g)	S) Peso muestras parcialmente saturada (g)	Peso específico (Kg/m ³)	Absorción (%)
N-1	120	614	620	494	670	982	500	2.63	1.21
N-2	82	576	582	494	666	984	500	2.71	1.21
N-3	102	596	602	494	670	984	500	2.66	1.21
					Promedio			2670	1.20

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia.

3.2. Elaboración del Diseño de Mezcla según ACI-211

Paso 1: Selección del $f'c$

En este primer paso, se eligió la resistencia a la compresión de diseño; tomando un valor de 280 Kg/cm^2 , siendo la mínima resistencia para el diseño de pavimentos rígidos, según el manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

$$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Si: } 210 \text{ Kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'rc = f'c + 84$$

$$f'rc = 364 \text{ Kg/cm}^2$$

Paso 2: Asentamiento de diseño

Por tratarse de un concreto de pavimento rígido se utilizó un concreto de consistencia ajustándose a las tablas de diseño del ACI.

Asentamiento de 3" a 4"

Paso 3: Tamaño máximo nominal (TMN) del agregado.

Tamaño Máximo Nominal (TMN)= 3/4"

Paso 4: Contenido de agua y contenido de aire atrapado.

Tabla 46.

Volumen unitario de agua.

Asentamiento (1")=25 mm.	Agua en lt/m ³ , para TNM agregados y consistencia indicada							
	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	-
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	187	184	174	166	154	-

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

Asentamiento = 3'' a 4''

TMN = 3/4''

Agua = 205 lt/m^3

Tabla 47.

Contenido de aire atrapado.

TNM del Agregado Grueso	% Aire Atrapado
3/8''	3
1/2''	2,5
3/4''	2
1	1,5
1 1/2''	1
2''	0,5
3''	0,3
4''	0,2

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

TMN = 3/4''

% Aire = 2%

Paso 5: Relación agua/cemento sea por resistencia a compresión.

Tabla 48.

Relación agua/cemento por resistencia, para f'_{cr} .

F'c (Kg/cm ²)	Relación agua/cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
210	0,68	0,59
250	0,62	0,53
280	0,57	0,48
300	0,55	0,46
350	0,48	0,40
400	0,43	0,34
450	0,38	0,31

Nota. Recuperado de ACI 211.1. Reimpreso con permiso.

Tabla 49.

Interpolación para el cálculo de la relación agua / cemento.

R. A/C	F'c
0.48	350
x	364
0.43	400

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

$$\text{Log } x = \text{Log}(0.48) - \left(\frac{(350-364)}{(350-400)} \right) \cdot (\text{Log } (0.48) - \text{Log } (0.43))$$

$$x = 10^{-0.3321} = 0.47$$

$$x = \mathbf{0.47}$$

Paso 6: Contenido de Cemento.

$$c = \frac{a}{r} = \frac{205}{0.47} = 436 \text{ Kg.}$$

$$c = 11 \text{ bolsas aprox.}$$

Tabla 50.

Cuadro de balance de volúmenes

Materiales	Peso seco (Kg)	Volumen (m3)
Cemento Tipo I	436	0.1385
Agua	205	0.2050
Agregado Fino	-	-
Agregado Grueso	-	-
Aire	2%	0.0200
Balance Volumen		0.3635
Saldo Volumen		0.6365

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Paso 7: Cantidad de Agregado Grueso.

Tabla 51.

Peso del agregado grueso por unidad d volumen del concreto (b/b_0).

TMN Tamaño Máx. Nominal del Agregado Grueso	Módulo de Finura del Agregado Fino			
	2.4	2.6	2.8	3.00
3/8"	0,5	0,48	0,46	0,44
9.5 mm.				
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
12.5 mm.				
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,60
19.0 mm.				
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
25.0 mm.				
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,70
37.5 mm.				
2"	0,78	0,76	0,74	0,72
50.0 mm.				

Nota. Recuperado de ACI 211.1.

Tabla 52.

Interpolación para el cálculo del factor Agregado Grueso.

R. A/C	F'c
0.62	2.80
X	2.81
0.60	3.00

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

X=0.619. Es el factor del Agregado Grueso

Por lo tanto, Peso seco Agregado Grueso= PUSC AG x Factor AG =1560*0.619

Peso seco Agregado Grueso=966 Kg/m³

Volumen del Agregado Grueso=0.3539 m³

Paso 8: Cantidad de Agregado Fino.

$$\text{Vol}_{AF} = \text{Saldo Volumen} - \text{Volumen Agregado Grueso}$$

$$\text{Vol}_{AF} = 0.6365 - 0.3539, \text{Vol}_{AF} = 0.2826$$

$$\text{Peso seco Agregado Fino} = 755 \text{ Kg/m}^3$$

Tabla 53.

Cuadro resumen de volúmenes

Materiales	Peso seco (Kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento Tipo I	436	0.1385
Agua	205	0.2050
Agregado Fino	755	0.2826
Agregado	966	0.3539
Aire	2%	0.0200
Total	2362	1.0000

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Paso 9: justes por humedad de los agregados.

$$\text{Corrección Peso Agregado Grueso}_{SSS} = \text{Peso AGseco} \times \left(1 + \frac{\%abs}{100}\right)$$

$$\text{Corrección Peso Agregado Fino}_{SSS} = \text{Peso AFseco} \times \left(1 + \frac{\%abs}{100}\right)$$

Tabla 54.

Correcciones por absorción

Materiales	Peso seco	Volumen (m³)	%absorción	Corrección por % absorción	Peso SSS
Cemento Tipo I	436	0.1385	-	-	436
Agua	205	0.2050	-	-	205
Agregado Fino	755	0.2826	1.20	755*(1+1.2/100)	764
Agregado	966	0.3539	1.30	966*(1+1.3/100)	979
Aire	2%	0.0200	-	-	2%
Total	2362	1.0000	-	-	2384

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

$$\text{Corrección Peso Agregado Grueso Humedo} = \text{Peso AGseco} \times \left(1 + \frac{\%hum}{100}\right)$$

$$\text{Corrección Peso Agregado Fino Humedo} = \text{Peso AFseco} \times \left(1 + \frac{\%hum}{100}\right)$$

$$\text{Aporte de Agua Agregado Grueso} = \text{Peso AGseco} \times \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

$$\text{Aporte de Agua Agregado Fino} = \text{Peso AFseco} \times \left(\frac{\%hum - \%abs}{100}\right)$$

Tabla 55.

Correcciones por humedad

Materiales	Peso seco (Kg/m³)	Peso SSS (Kg/m³)	%Humedad	Agua de Humedad	Peso Húmedo
Cemento Tipo	436	436	-	-	436
Agua	205	205	-	-	212
Agregado	755	764	1.20	0	765
Agregado	966	979	0.60	-6.76	972
Aire (%2)	-	-	-	-	2%
Total	2362	2384	-	-	2377

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 56.

Pesos para un metro cúbico de concreto de 280 kg/cm²

Materiales	Peso seco (Kg)	Peso SSS (Kg/m³)	Peso Húmedo (Kg/m³)
Cemento Tipo I	436	436	436
Agua	205	205	212
Agregado Fino	755	764	765
Agregado	966	979	972
Aire (2%)	-	-	-
Total	2362	2384	2385

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.3. Ensayos físicos

3.3.1. Asentamiento del concreto (NTP 339.035/ASTM C143)

- ✓ Se colocó el cono en una base plana, no absorbente.
- ✓ Se humedeció todos los aparatos a utilizar.
- ✓ Se mantuvo el cono firme contra la base, parándose sobre las dos aletas.
- ✓ Se llenó el concreto en 3 capas de aproximadamente 1/3 del volumen del cono cada una.
- ✓ Se compactó con la varilla cada capa con 25 golpes.
- ✓ Se levantó el cono verticalmente.
- ✓ Se midió la distancia entre la altura del molde y el centro de la cara superior del concreto (asentamiento).
- ✓ Se evaluaron los asentamientos al:

Tabla 57.

Resultados de asentamientos y asentamiento promedio

Muestra	Asentamientos N°:									Asentamiento	Asentamiento
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Promedio	Promedio
	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	(cm)	(in)
Patrón	10.1	9.9	9.6	9.6	9.9	9.6	10.1	10.1	9.9	9.9	4"
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE											
0.3 Kg/m³	9.2	9.1	9.0	9.1	9.1	9.0	9.2	9.2	9.1	9.1	4"
0.5 Kg/m³	8.4	8.5	8.4	8.6	8.5	8.4	8.4	8.6	8.6	8.5	3 ½"
0.7 Kg/m³	7.8	7.9	7.7	7.9	8.0	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	3"
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos											
0.3 Kg/m³	9.0	8.9	8.8	8.9	8.9	8.8	9	8.9	8.9	8.9	4"
0.5 Kg/m³	8.3	8.5	8.4	8.4	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.4	3 ½"
0.7 Kg/m³	7.6	7.7	7.6	7.6	7.7	7.5	7.6	7.7	7.7	7.7	3"

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.3.2. Temperatura de la mezcla de concreto (NTP 339.184/ASTM C1064)

- ✓ Se colocó el termómetro en muestra de concreto en un contenedor no absorbente.
- ✓ Se utilizó un termómetro con una exactitud de $\pm 0.5^\circ$. Con una variación $\pm 0.5^\circ$, dentro del rango de 0° a 5° .
- ✓ Se colocó el sensor en la mezcla recubierta de 3 pulgadas (75mm) en todas las direcciones.
- ✓ Luego de la inserción del termómetro en un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la lectura del termómetro se estabilice.
- ✓ Se tomó la medida y se registró.

Tabla 58.

Resultados de temperaturas y temperatura promedio

Muestra	Temperatura N°:									Temperatura Promedio (°)
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	
	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	(°)	
Patrón	22.6	25.7	25.5	25.6	25.5	25.7	25.6	25.6	25.5	25.6
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE										
0.3 Kg/m³	25.1	25.0	24.9	24.8	25.2	25.3	24.8	24.7	24.5	24.9
0.5 Kg/m³	23.6	23.7	23.5	23.7	23.8	23.9	23.6	23.5	23.2	23.6
0.7 Kg/m³	22.5	22.6	22.5	22.4	22.8	22.7	22.5	22.4	22.3	22.5
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos										
0.3 Kg/m³	24.5	24.4	24.4	24.6	24.7	24.8	24.4	24.3	24.0	24.5
0.5 Kg/m³	23.5	23.6	23.4	23.9	24.3	24.5	24.2	23.9	23.6	23.9
0.7 Kg/m³	21.8	21.9	22.2	22.3	22.6	22.7	22.4	22.1	21.9	22.2

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.4. Ensayos mecánicos

3.4.1. Resistencia a Compresión del concreto (NTP 339.034/ASTM C39)

- Las probetas de la poza de curado se retiraron después de 7 días y 28 días.
- Luego se midió el diámetro de la probeta con el micrómetro con la aproximación de 0,1mm, estos diámetros se promediaron para poder calcular el área de la sección.
- Se limpió las superficies planas del contacto de los bloques superior e inferior de la máquina y también ambas bases de cada probeta.
- Se verificó que el marcador de la máquina de ensayo haya estado en cero.
- Se aplicó la carga a una velocidad de movimiento correspondiente a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta de 0.25 ± 0.05 MPa/s.
- Se aplicó la carga de manera constante, hasta que el marcador de carga de la máquina haya fracturado bien la probeta.

Por último, se anotó el tipo de rotura y el valor de la carga máxima. Se calculó la resistencia a compresión mediante la siguiente fórmula:

$$R_c = \frac{4G}{\pi d^2}$$

Tabla 59.

Resultados de la resistencia a la compresión a 7 días y 28 días de curado

Muestra	Curado	Espécimen	Dimensiones		Tipo de falla	Carga (kg)	Resistencia compresión F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Área (cm)				
PATRÓN	7 Días	P-1	15.1	179.08	5	42376	236.63	237
		p-2	15.1	179.08	5	43105	240.70	
		p-3	15.1	179.08	5	41977	234.40	
	28 Días	P-4	15.1	179.08	5	64204	358.52	356
		P-5	15.1	179.08	4	63571	354.99	
		P-6	15.1	179.08	5	63357	353.79	
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE								
0.3 Kg/m³	7 Días	PS(0.3)-1	15	176.71	5	47407	268.28	268
		PS(0.3)-2	15	176.71	5	47477	268.67	
		PS(0.3)-3	15	176.71	5	47315	267.76	

0.5 Kg/m³	28 Días	Ps(0.3)-4	15	176.71	5	63954	361.92	363
		Ps(0.3)-5	15	176.71	5	64068	362.56	
		Ps(0.3)-6	15	176.71	5	64353	364.17	
	7 Días	Ps(0.5)-1	15	176.71	5	49170	278.25	278
		Ps(0.5)-2	15	176.71	4	49303	279.01	
		Ps(0.5)-3	15	176.71	5	48980	277.18	
0.7 Kg/m³	28 Días	Ps(0.5)-4	15	176.71	5	65587	371.16	371
		Ps(0.5)-5	15	176.71	5	65378	369.97	
		Ps(0.5)-6	15	176.71	5	65945	373.18	
	7 Días	Ps(0.7)-1	15	176.71	4	50336	284.85	287
		Ps(0.7)-2	15	176.71	5	51937	293.91	
		Ps(0.7)-3	15	176.71	5	49905	282.41	
28 Días	Ps(0.7)-4	15	176.71	5	67312	380.92	384	
	Ps(0.7)-5	15	176.71	4	68234	386.14		
	Ps(0.7)-6	15	176.71	5	67770	383.51		

Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos

0.3 Kg/m³	7 Días	Pz(0.3)-1	15	176.71	5	46634	263.90	262
		Pz(0.3)-2	15	176.71	5	46208	261.49	
		Pz(0.3)-3	15	176.71	5	46174	261.30	
	28 Días	Pz(0.3)-4	15	176.71	4	63296	358.19	357
		Pz(0.3)-5	15	176.71	5	63124	357.22	
		Pz(0.3)-6	15	176.71	5	62941	356.18	
0.5 Kg/m³	7 Días	Pz(0.5)-1	15.1	179.08	5	47900	267.48	266
		Pz(0.5)-2	15.1	179.08	5	47978	267.91	
		Pz(0.5)-3	15.2	181.46	5	47749	263.14	
	28 Días	Pz(0.5)-4	15	176.71	5	67336	381.05	382
		Pz(0.5)-5	15	176.71	5	67873	384.09	
		Pz(0.5)-6	15	176.71	5	67237	380.49	
0.7 Kg/m³	7 Días	Pz(0.7)-1	15	176.71	5	48399	273.89	273
		Pz(0.7)-2	15	176.71	5	48672	275.43	
		Pz(0.7)-3	15.1	179.08	4	48523	270.96	
	28 Días	Pz(0.7)-4	15	176.71	5	67993	384.77	385
		Pz(0.7)-5	15	176.71	5	68341	386.74	
		Pz(0.7)-6	15	176.71	5	67724	383.25	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.4.2. Resistencia a Tracción por Compresión Diametral (NTP 339.084/ASTM C496)

- Las probetas de la poza de curado se retiraron después de 7 días y 28 días.
- Luego se midió el diámetro y la longitud de la probeta con el micrómetro con la aproximación de 0,1mm.
- Antes de realizar la rotura de la probeta, se verificó que el marcador de la máquina de ensayo haya estado en cero.
- Luego se colocó la probeta en sentido longitudinal y se centró sobre la superficie del mismo, se trató que la probeta quede centrada.
- Después de aplicó la carga en forma continua con una velocidad de carga que estuvo entre los 689 Kpa/min a 1380 Kpa/min.
- La carga se aplicó contante desde el inicio hasta que se produjo la rotura de la probeta.
- Por último, se anotó el tipo de rotura y el valor de la carga máxima.
- La resistencia a tracción se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$T = \frac{2P}{\pi ld}$$

Tabla 60.

Resultados de la resistencia a tracción a 7 y 28 días de curado.

Muestra	Curado	Dimensiones			Carga (kg)	Resistencia	F'c Promedio (Kg/cm ²)
		Espécimen	Diámetro (cm)	Longitud (cm)		tracción F'c (Kg/cm ²)	
PATRÓN	7 Días	P-1	15.2	30.48	12831	17.63	17.9
		p-2	15.1	30.48	12937	17.89	
		p-3	15.1	30.48	13246	18.32	
	28 Días	P-4	15.0	30.48	14176	19.74	19.7
		P-5	15.1	30.48	14375	19.88	
		P-6	15.0	30.48	13956	19.43	
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE							
0.3 Kg/m³	7 Días	PS(0.3)-1	15.0	30.48	15276	21.27	20.7
		PS(0.3)-2	15.0	30.48	14741	19.13	
		PS(0.3)-3	15.0	30.48	14550	20.26	

28 Días	PS(0.3)-4	15.0	30.48	17926	24.96	26.7
	PS(0.3)-5	15.0	30.48	20175	28.09	
	PS(0.3)-6	15.0	30.48	19415	27.03	
7 Días	PS(0.5)-1	15.1	30.48	20064	27.75	27.2
	PS(0.5)-2	15.1	30.48	19670	27.21	
	PS(0.5)-3	15.1	30.48	19321	26.73	
28 Días	PS(0.5)-4	15.1	30.48	21756	30.09	30.3
	PS(0.5)-5	15.0	30.48	21865	30.45	
	PS(0.5)-6	15.1	30.48	22013	30.45	
7 Días	PS(0.7)-1	15.0	30.48	15274	21.27	21.3
	PS(0.7)-2	15.0	30.48	15063	20.97	
	PS(0.7)-3	15.0	30.48	15476	21.55	
28 Días	PS(0.7)-4	15.0	30.48	23024	32.06	31.2
	PS(0.7)-5	15.0	30.48	22915	31.91	
	PS(0.7)-6	15.0	30.48	21354	29.73	

Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z aditivos

7 Días	PZ(0.3)-1	15.0	30.48	15854	22.08	22.2
	PZ(0.3)-2	15.0	30.48	15407	21.45	
	PZ(0.3)-3	15.0	30.48	16487	22.96	
28 Días	PZ(0.3)-4	15.0	30.48	19430	27.05	26.6
	PZ(0.3)-5	15.0	30.48	19049	26.52	
	PZ(0.3)-6	15.0	30.48	18915	26.34	
7 Días	PZ(0.5)-1	15.1	30.48	18222	25.37	25.9
	PZ(0.5)-2	15.1	30.48	18541	25.82	
	PZ(0.5)-3	15.2	30.48	19128	26.63	
28 Días	PZ(0.5)-4	15.0	30.48	19591	27.28	27.6
	PZ(0.5)-5	15.0	30.48	20399	28.40	
	PZ(0.5)-6	15.0	30.48	19452	27.09	
7 Días	PZ(0.7)-1	15.0	30.48	17289	24.07	24.2
	PZ(0.7)-2	15.0	30.48	17413	24.25	
	PZ(0.7)-3	15.1	30.48	17391	24.22	
28 Días	PZ(0.7)-4	15.0	30.48	21766	30.31	29.5
	PZ(0.7)-5	15.0	30.48	21349	29.73	
	PZ(0.7)-6	15.0	30.48	20429	28.45	

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.4.3. Resistencia a Flexión del concreto (NTP 339.079/ASTM C42)

- Se retiraron las vigas de la poza de curado después de 7 días y 28 días. Donde se verificó la perpendicularidad de las caras inferiores y superiores.
- Se tomó tres medidas a lo largo de cada dimensión (una de cada extremo y al centro) con aproximación a 1mm.
- se determinó el ancho promedio, altura promedio y la ubicación de la línea de fractura de la viga en la sección de falla.
- Las medidas se realizaron con el micrómetro con la aproximación de 0,1mm.
- Se verificó que el marcador de la máquina de ensayo haya estado en cero.
- Luego se aplicó la carga a una velocidad constante que estuvo entre 0,86 y 1,21 Mpa/s hasta que se produjo la rotura de la viga.
- Se anotó el máximo valor de carga de rotura; el cual generó la falla del espécimen prismático, Por último, se anotó el valor de la carga máxima.
- La resistencia a flexión se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

- Si la carga ocurrió dentro del centro medio de la luz.

Tabla 61.

Resultados de la resistencia a flexión a 7 días y 28 días de curado.

Muestra	Curado	Espécimen	Dimensiones			Carga (Kg)	Resistencia	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Alto (mm)	Ancho (mm)	Luz libre mm)		tracción F'c (Kg/cm ²)	
Patrón	7 Días	P-1	15.2	15.2	45.0	2063	39.65	40.7
		P-2	15.0	15.0	45.0	2154	43.08	
		P-3	15.2	15.1	45.0	2048	39.89	
		P-4	15.2	15.1	45.0	2078	40.47	
		P-5	15.1	15.1	45.0	2096	41.09	
		P-6	15.1	15.1	45.0	2038	39.96	
	28 Días	P-7	15.1	15.3	45.0	2503	47.80	48.3
		P-8	15.1	15.2	45.0	2478	47.94	
		P-9	15.2	15.1	45.0	2489	48.48	
		P-10	15.2	15.2	45.0	2554	49.09	
		P-11	15.1	15.2	45.0	2547	49.28	
		P-12	15.3	15.1	45.0	2452	47.44	

Aplicación de dosificación con SikaFiberPE

0.3 Kg/m³	7 Días	PS(0.3)-1	15.2	15.1	45.0	2157	42.01	41.4
		PS(0.3)-2	15.1	15.0	45.0	2099	41.70	
		PS(0.3)-3	15.0	15.1	45.0	2075	40.95	
		PS(0.3)-4	15.1	15.2	45.0	2139	41.39	
		PS(0.3)-5	15.2	15.1	45.0	2125	41.39	
		PS(0.3)-6	15.0	15.1	45.0	2087	41.19	
	28 Días	PS(0.3)-7	15.3	15.1	45.0	2576	49.84	50.2
		PS(0.3)-8	15.2	15.1	45.0	2549	49.65	
		PS(0.3)-9	15.2	15.0	45.0	2568	50.68	
		PS(0.3)-10	15.2	15.1	45.0	2577	50.19	
		PS(0.3)-11	15.1	15.2	45.0	2596	50.23	
		PS(0.3)-12	15.0	15.2	45.0	2585	50.35	
0.5 Kg/m³	7 Días	PS(0.5)-1	15.2	15.2	45.0	2228	42.82	42.1
		PS(0.5)-2	15.1	15.2	45.0	2202	42.60	
		PS(0.5)-3	15.1	15.3	45.0	2162	41.29	
		PS(0.5)-4	15.1	15.2	45.0	2208	42.72	
		PS(0.5)-5	15.2	15.3	45.0	2212	41.96	
		PS(0.5)-6	15.2	15.3	45.0	2180	41.36	
	28 Días	PS(0.5)-7	15.4	15.3	45.0	2987	55.93	57
		PS(0.5)-8	15.3	15.4	45.0	3085	57.39	
		PS(0.5)-9	15.3	15.2	45.0	2950	56.33	
		PS(0.5)-10	15.2	15.2	45.0	2958	56.86	
		PS(0.5)-11	15.2	15.3	45.0	3045	57.76	
		PS(0.5)-12	15.3	15.2	45.0	3020	57.67	
0.7 Kg/m³	7 Días	PS(0.7)-1	15.1	15.0	45.0	2548	50.62	50.8
		PS(0.7)-2	15.1	15.1	45.0	2645	51.86	
		PS(0.7)-3	15.2	15.0	45.0	2558	50.49	
		PS(0.7)-4	15.0	15.0	45.0	2476	49.52	
		PS(0.7)-5	15.1	15.2	45.0	2678	51.81	
		PS(0.7)-6	15.2	15.1	45.0	2588	50.40	
	28 Días	PS(0.7)-7	15.3	15.0	45.0	3037	59.55	60.7
		PS(0.7)-8	15.3	15.1	45.0	3158	61.10	
		PS(0.7)-9	15.0	15.0	45.0	3142	62.84	
		PS(0.7)-10	15.2	15.1	45.0	3135	61.06	
		PS(0.7)-11	15.2	15.0	45.0	3056	60.32	
		PS(0.7)-12	15.1	15.2	45.0	3064	59.28	

Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos

0.3 Kg/m³	7 Días	PS(0.3)-1	15.1	15.1	45.0	2183	42.80	42.6
		PS(0.3)-2	15.2	15.1	45.0	2149	41.85	
		PS(0.3)-3	15.1	15.0	45.0	2204	43.79	
		PS(0.3)-4	15.0	15.1	45.0	2156	42.55	
		PS(0.3)-5	15.1	15.2	45.0	2186	42.30	
		PS(0.3)-6	15.3	15.2	45.0	2213	42.26	

0.5 Kg/m³	28 Días	Ps(0.3)-7	15.3	15.4	45.0	2549	47.42	50.1
		Ps(0.3)-8	15.3	15.1	45.0	2645	51.18	
		Ps(0.3)-9	15.0	15.2	45.0	2584	50.33	
		Ps(0.3)-10	15.2	15.1	45.0	2622	51.07	
		Ps(0.3)-11	15.1	15.2	45.0	2545	49.24	
		Ps(0.3)-12	15.2	15.2	45.0	2667	51.26	
	7 Días	Ps(0.5)-1	15.1	15.3	45.0	2528	48.27	48.9
		Ps(0.5)-2	15.1	15.3	45.0	2517	48.06	
		Ps(0.5)-3	15.1	15.2	45.0	2628	50.85	
		Ps(0.5)-4	15.2	15.2	45.0	2612	50.20	
		Ps(0.5)-5	15.1	15.3	45.0	2474	47.24	
		Ps(0.5)-6	15.1	15.3	45.0	2553	48.75	
28 Días	Ps(0.5)-7	15.3	15.2	45.0	2824	53.92	52.9	
	Ps(0.5)-8	15.2	15.1	45.0	2635	51.32		
	Ps(0.5)-9	15.4	15.2	45.0	2748	52.13		
	Ps(0.5)-10	15.3	15.1	45.0	2761	53.42		
	Ps(0.5)-11	15.1	15.0	45.0	2694	53.52		
	Ps(0.5)-12	15.2	15.1	45.0	2736	53.29		
7 Días	Ps(0.7)-1	15.1	15.0	45.0	2552	50.70	50.3	
	Ps(0.7)-2	15.2	15.0	45.0	2536	50.05		
	Ps(0.7)-3	15.1	15.0	45.0	2510	49.87		
	Ps(0.7)-4	15.0	15.1	45.0	2542	50.37		
	Ps(0.7)-5	15.1	15.2	45.0	2565	49.63		
	Ps(0.7)-6	15.0	15.2	45.0	2645	51.52		
28 Días	Ps(0.7)-7	15.5	15.0	45.0	2979	57.66	57.8	
	Ps(0.7)-8	15.4	15.1	45.0	3026	58.17		
	Ps(0.7)-9	15.3	15.0	45.0	2945	57.75		
	Ps(0.7)-10	15.3	15.2	45.0	3005	57.38		
	Ps(0.7)-11	15.2	15.2	45.0	3015	57.95		
	Ps(0.7)-12	15.3	15.1	45.0	2997	57.99		

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.5. Cuadro resumen de las variables de la investigación

Tabla 62.

Resumen de los resultados de las variables de la investigación

Muestra	Curado	Asentamiento Promedio (cm)	Temperatura Promedio (°C)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	F't Promedio (Kg/cm ²)	F'f Promedio (Kg/cm ²)
Patrón	7 Días	9.9	25.6	237	17.9	40.7
	28 Días			356	19.7	48.3
Aplicación con Fibra de polipropileno SikaFiberPE						
0.3 Kg/m³	7 Días	9.1	24.9	268	20.7	41.4
	28 Días			363	26.7	50.2
0.5 Kg/m³	7 Días	8.5	23.6	278	27.2	42.1
	28 Días			371	30.3	57.0
0.7 Kg/m³	7 Días	7.8	22.5	287	21.3	50.8
	28 Días			384	31.2	60.7
Aplicación con Fibra de polipropileno Z Aditivos						
0.3 Kg/m³	7 Días	8.9	24.5	262	22.2	42.6
	28 Días			357	26.6	50.1
0.5 Kg/m³	7 Días	8.4	23.9	266	25.9	48.9
	28 Días			382	27.6	52.9
0.7 Kg/m³	7 Días	7.7	22.2	273	24.2	50.3
	28 Días			385	29.5	57.8

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

3.6. Validación de Hipótesis

Se realizó mediante un contraste entre el patrón y las tres incorporaciones de fibras de polipropileno de SikaFiberPE y Z Aditivos, 0.3 Kg/m³, 0.5 Kg/m³, 0.7 Kg/m³ para las propiedades físicas (asentamiento y temperatura) y las propiedades mecánicas (Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión) a través de la prueba estadística de ANOVA utilizando el software IBM-SPSS. Para los contrastes es muy importante evaluar que cumpla con dos aspectos:

- La variable cuantitativa debe distribuirse Normal en cada uno de los grupos que se comparan (**CRITERIO DE NORMALIDAD**).

- Las varianzas de la distribución de la variable cuantitativa en las poblaciones de las que provienen los grupos que se comparan deben ser homogéneas (**CRITERIO DE HOMOCEASTICIDAD**).

El criterio para determinar si las variables tienen distribución normal es (α :

Porcentaje de error 0.05):

- **P-Valor ≥ 0.05** , se acepta H_0 (los datos tienen distribución normal).
- **P-Valor < 0.05** , se acepta H_1 (los datos son distinta a la distribución normal).

Donde:

- **Hipótesis Nula (H_0)**: Tiene distribución normal.
- **Hipótesis alterna (H_1)**: Es distinta a la distribución normal.

3.6.1. Prueba de Normalidad

Se realizó la prueba de Normalidad por Shapiro – Wilk, ya que la muestra fue de menor a 50 individuos.

- Análisis de los resultados de asentamiento de la tabla 57, para la prueba de normalidad mediante IBM-SPSS.

Tabla 63.

Análisis de los resultados del asentamiento de SikaFiberPE utilizando SPSS

ASENTAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Concreto Patrón	,227	9	,198	,812	9	,028
SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	,223	9	,200*	,838	9	,055
SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	,275	9	,048	,780	9	,012
SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	,248	9	,116	,913	9	,338

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 64.

Análisis de los resultados del asentamiento de Z Aditivos utilizando SPSS

ASENTAMIENTO	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,227	9	,198	,812	9	,028
Z Aditivos 0.3 kg/m ³	,278	9	,044	,833	9	,049
Z Aditivos 0.5 kg/m ³	,223	9	,200*	,838	9	,055
Z Aditivos 0.7 kg/m ³	,272	9	,054	,805	9	,024

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

En base a que todos los valores de la tabla 62 y 63 de la sección Shapiro – Wilk no todos los datos son mayores al alfa de 0.05, no se puede afirmar que todos los datos del asentamiento de SikaFiberPE y Z Aditivos provienen de una distribución normal.

- Análisis de los resultados de temperatura de la tabla 58, para la prueba de normalidad mediante IBM-SPSS.

Tabla 65.

Análisis de los resultados de la temperatura de SikaFiberPE utilizando SPSS

TEMPERATURA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,486	9	,000	,461	9	,000
SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	,129	9	,200*	,982	9	,974
SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	,181	9	,200*	,948	9	,672
SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	,223	9	,200*	,951	9	,701

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 66.

Análisis de los resultados de la temperatura de Z Aditivos utilizando SPSS

TEMPERATURA	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,486	9	,000	,461	9	,000
Z Aditivos 0.3 kg/m ³	,184	9	,200*	,955	9	,742
Z Aditivos 0.5 kg/m ³	,208	9	,200*	,930	9	,480
Z Aditivos 0.7 kg/m ³	,169	9	,200*	,946	9	,649

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

En base a que todos los valores de la tabla 64 y 65 de la sección Shapiro – Wilk son mayores al alfa de 0.05, se puede afirmar que todos los datos de la temperatura de SikaFiberPE y Z Aditivos provienen de una distribución normal.

- Análisis de los resultados de resistencia a la compresión de la tabla 59, para la prueba de normalidad mediante IBM-SPSS.

Tabla 67.

Análisis de los resultados de la resistencia a la compresión de SikaFiberPE utilizando SPSS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,291	3	.	,925	3	,471
SikaFiberPE 0,3 kg/m ³	,277	3	.	,942	3	,534
SikaFiberPE 0,5 kg/m ³	,234	3	.	,978	3	,717
SikaFiberPE 0,7 kg/m ³	,175	3	.	1,000	3	,992

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 68.

Análisis de los resultados de la resistencia a la compresión de Z Aditivos utilizando SPSS

RESISTENCIA A LA COMPRESION	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,291	3	.	,925	3	,471
Z Aditivos 0,3 kg/m ³	,177	3	.	1,000	3	,962
Z Aditivos 0,5 kg/m ³	,332	3	.	,863	3	,277
Z Aditivos 0,7 kg/m ³	,201	3	.	,994	3	,858

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

En base a que todos los valores de la tabla 66 y 67 de la sección Shapiro – Wilk son mayores al alfa de 0.05, se puede afirmar que todos los datos de la resistencia a la compresión de SikaFiberPE y Z Aditivos provienen de una distribución normal.

- Análisis de los resultados de la resistencia a la tracción de la tabla 60, para la prueba de normalidad mediante IBM-SPSS.

Tabla 69.

Análisis de los resultados de la resistencia a la tracción de SikaFiberPE utilizando SPSS

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,264	3	.	,955	3	,590
SikaFiberPE 0,3 kg/m ³	,250	3	.	,966	3	,648
SikaFiberPE 0,5 kg/m ³	,385	3	.	,750	3	,000
SikaFiberPE 0,7 kg/m ³	,365	3	.	,798	3	,110

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 70.

Análisis de los resultados de la resistencia a la tracción de Z Aditivos utilizando SPSS

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,264	3	.	,955	3	,590
Z Aditivos 0,3 kg/m ³	,291	3	.	,925	3	,470
Z Aditivos 0,5 kg/m ³	,336	3	.	,856	3	,257
Z Aditivos 0,7 kg/m ³	,264	3	.	,955	3	,591

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

En base a que todos los valores de la tabla 68 y 69 de la sección Shapiro – Wilk son mayores al alfa de 0.05, se puede afirmar que todos los datos de la resistencia a la tracción de SikaFiberPE y Z Aditivos provienen de una distribución normal.

- Análisis de los resultados de la resistencia a la flexión de la tabla 61, para la prueba de normalidad mediante IBM-SPSS.

Tabla 71.

Análisis de los resultados de la resistencia a la flexión de SikaFiberPE utilizando SPSS

RESISTENCIA A LA FLEXION	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Concreto Patrón	,205	6	,200*	,930	6	,582
SikaFiberPE 0,3 kg/m ³	,203	6	,200*	,970	6	,892
SikaFiberPE 0,5 kg/m ³	,204	6	,200*	,917	6	,481
SikaFiberPE 0,7 kg/m ³	,209	6	,200*	,932	6	,592

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 72.

Análisis de los resultados de la resistencia a la flexión de Z Aditivos utilizando SPSS

RESISTENCIA A LA FLEXION	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Concreto Patrón	,205	6	,200*	,930	6	,582
Z Aditivos 0,3 kg/m ³	,243	6	,200*	,830	6	,107
Z Aditivos 0,5 kg/m ³	,307	6	,080	,872	6	,234
Z Aditivos 0,7 kg/m ³	,183	6	,200*	,974	6	,919

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Por último, ya que todos los valores de la tabla 70 y 71 de la sección Shapiro – Wilk son mayores al alfa de 0.05, se puede afirmar que todos los datos de la resistencia a la flexión de SikaFiberE y Z Aditivos provienen de una distribución normal.

3.6.2. Criterio de homocedasticidad

Haciendo el uso de la prueba de Levene, se comprueba el criterio de homocedasticidad, la cual se ingresó los datos de las propiedades físicas (asentamiento y temperatura) y las propiedades mecánicas (Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión) de las dos fibras de polipropileno (SikaFiberPE y Z Aditivos) al software IBM-SPSS v24.0.

Tabla 73.

Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable del Asentamiento con SikaFiberPE utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Asentamiento SikaFiberPE			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
6.045	3	32	0.002

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 74.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Asentamiento con Z Aditivos utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Asentamiento Z Aditivos			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
7.748	3	32	0.001

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 75.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Temperatura con SikaFiberPE utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Temperatura SikaFiberPE			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
2.682	3	32	0.063

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 76.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Temperatura con Z Aditivos utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Temperatura Z Aditivos			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
1.695	3	32	0.188

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 77.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable de la Resistencia a la Compresión con SikaFiberPE utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la Compresión SikaFiberPE			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
0.645	3	8	0.608

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 78.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Resistencia a la Compresión con Z Aditivos utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la Compresión Z Aditivos			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
1.074	3	8	0.413

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 79.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable de la Resistencia a la Tracción con SikaFiberPE utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la Tracción SikaFiberPE			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
4.582	3	8	0.038

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 80.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable del Resistencia a la Tracción con Z Aditivos utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la Tracción Z Aditivos			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
2.584	3	8	0.126

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 81.

Prueba de homogeneidad de varianza para la variable de la Resistencia a la Flexión con SikaFiberPE utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la Flexión SikaFiberPE			
Estadístico de Levene	g1	g12	Sig.
2.542	3	20	0.085

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Tabla 82.

Prueba de homogeneidad de varianzas para la variable del Resistencia a la Flexión con Z Aditivos utilizando SPSS

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la Flexión Z Aditivos			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3.870	3	20	0.025

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Luego de haber evaluado y verificado el criterio de normalidad y homocedasticidad, que cuentan con una distribución normal de los datos de las variables dependientes por medio de la prueba de Shapiro-Wilk y Levene, se procede a utilizar la prueba paramétrica análisis de varianzas (ANOVA), para poder comprobar la igualdad o no de los promedios aritméticos de las muestras.

Por último, evaluamos el ANOVA, el cual nos sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba contrasta la hipótesis H_0 (hipótesis nula) de que “No existen diferencias significativas entre los grupos”

3.6.3. Prueba de hipótesis

Dada la hipótesis de investigación:

La Incorporación de fibras de polipropileno en un concreto convencional para pavimentos causa efectos negativamente a sus propiedades físicas y positivamente en sus propiedades mecánicas, generando pérdida de asentamiento y temperatura, mejorando levemente su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión. En la relación con el diseño de mezcla según el método ACI 211, calculado en la elaboración de las probetas especímenes de concreto utilizando el cemento Qhuna en el laboratorio de Estructuras y Concreto de la Universidad Privada del Norte – Sede San Isidro de la ciudad de Trujillo, departamento de La Libertad.

3.6.3.1. Se redacta la hipótesis específica 01:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de asentamiento.

H_1 = Afecta negativamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de asentamiento.

H_0 =No afecta negativamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de asentamiento

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \geq 9,87$

$H_1: \alpha < 9,87$

El promedio del grupo patrón es de 9,97

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Elección de la prueba estadísticas:

Tabla 83.

Elección de la prueba de hipótesis

Variable Fija \ Variable Aleatoria		PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS			PRUEBAS PARAMÉTRICAS
		NOMINAL DICOTÓMICA	NOMINAL POLITÓNICA	ORDINAL	NUMÉRICA
Estudio Transversal	un grupo	X2 Bondad de Ajuste Binominal	X2 Bondad de Ajuste	X2 Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	X2 Bondad de Ajuste Corrección de	X2 de Homogenidad	U Mann-Withney	T de Student (muestras independientes)
Muestras independientes	Más de dos grupos	X2 Bondad de Ajuste	X2 Bondad de Ajuste	H Kruskai-Wallis	ANOVA con un factor INTERsujetos
Estudio Longitudinal	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras Relacionadas)
Muestras relacionadas	Más de dos medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	Anova para medidas repetidas (INTRA sujetos)

Nota. Recuperado de bioestadístico (2011)

Se considerará una prueba paramétrica Anova con un factor INTERsujetos

Fisher=384.233

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H0

384.233 $>$ 2.27, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0

Se acepta la hipótesis alternativa H1.

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos del asentamiento del concreto con SikaFiberPE, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 84.

Cálculo de la Fisher del asentamiento SikaFiberPE, usando IBM SPSS

ANOVA					
Asentamiento SikaFiberPE					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20,172	3	6,724	384,233	,000
Dentro de grupos	,560	32	,017		
Total	20,732	35			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Revisar Anexo N° 29.

3.6.3.2. Se redacta la hipótesis específica 02:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de asentamiento.

H₁= Afecta negativamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de asentamiento.

H₀=No afecta negativamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de asentamiento

Por lo tanto:

H0: $\alpha \geq 9,87$

H1: $\alpha < 9,87$

El promedio del grupo patrón es de 9,87

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Fisher = 497.205

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H0

$497.205 > 2.27$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0

Se acepta la hipótesis alternativa H1.

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos del asentamiento del concreto con Z aditivos, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 85.

Cálculo de la Fisher del asentamiento Z Aditivos, usando IBM SPSS

ANOVA					
Asentamiento Z Aditivos					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23,721	3	7,907	497,205	,000
Dentro de grupos	,509	32	,016		
Total	24,230	35			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Revisar Anexo N°30.

3.6.3.3. Se redacta la hipótesis específica 03:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de temperatura.

H1= Afecta negativamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de temperatura.

H_0 =No afecta negativamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de temperatura.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \geq 25.26$

$H_1: \alpha < 25.26$

El promedio del grupo patrón es de 25.26

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Fisher=50.412

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H_0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H_0

$50.412 > 2.27$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0

Se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la temperatura del concreto con SikaFiberPE, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 86.

Cálculo de la Fisher de la temperatura SikaFiberPE, usando IBM SPSS

ANOVA						
Temperatura SikaFiberPE						
	Suma de	gl	Media	F	Sig.	
	cuadrados		cuadrática			
Entre grupos	42,640	3	14,213	50,412	,000	
Dentro de grupos	9,022	32	,282			
Total	51,662	35				

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N° 31.

3.6.3.4. Se redacta la hipótesis específica 04:

La incorporación de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta negativamente en sus propiedades físicas generando pérdida de temperatura.

H_1 = Afecta negativamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de temperatura.

H_0 =No afecta negativamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades físicas, generando pérdida de temperatura.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \geq 25.26$

$H_1: \alpha < 25.26$

El promedio del grupo patrón es de 25.26

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Fisher=45.925

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H_0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H_0

$45.925 > 2.27$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0

Se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la temperatura del concreto con Z Aditivos, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 87.

Cálculo de la Fisher de la temperatura Z Aditivos usando IBM SPSS

ANOVA					
Temperatura Z Aditivos					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	44,901	3	14,967	45,925	,000
Dentro de grupos	10,429	32	,326		
Total	55,330	35			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N° 32.

3.6.3.5. Se redacta la hipótesis específica 05:

La incorporación de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando levemente su resistencia a la compresión.

H_1 = Afecta positivamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la compresión.

H_0 =No afecta positivamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la compresión.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \leq 355.77$

$H_1: \alpha > 355.77$

El promedio del grupo patrón es de 355.77

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Fisher=101.684

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H_0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H_0

101.684 $>$ 4.07, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0

Se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la Resistencia a la compresión del concreto con SikaFiberPE, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 88.

Cálculo de la Fisher de la resistencia a la compresión SikaFiberPE usando IBM SPSS

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1283,914	3	427,971	101,684	,000
Dentro de grupos	33,671	8	4,209		
Total	1317,584	11			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N° 33.

3.6.3.6. Se redacta la hipótesis específica 06:

La adición de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando levemente su resistencia a la compresión.

H_1 = Afecta positivamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la compresión.

H_0 =No afecta positivamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la compresión.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \leq 355.77$

$H_1: \alpha > 355.77$

El promedio del grupo patrón es de 355.77

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Fisher=210.565

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H₀

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H₀

210.565 $>$ 4.07, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H₀

Se acepta la hipótesis alternativa H₁.

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la Resistencia a la compresión del concreto con Z Aditivos, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 89.

Cálculo de la Fisher de la resistencia a la compresión Z Aditivos usando SPSS

ANOVA					
Resistencia a la Compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2190,481	3	730,160	210,565	,000
Dentro de grupos	27,741	8	3,468		
Total	2218,222	11			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N°34.

3.6.3.7. Se redacta la hipótesis específica 07:

La adición de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando levemente su resistencia a la tracción.

H₁= Afecta positivamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la tracción.

H₀=No afecta positivamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la tracción.

Por lo tanto:

H₀: $\alpha \leq 19.68$

H1: $\alpha > 19.68$

El promedio del grupo patrón es de 19.68

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Fisher = 70.319

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H0

70.319 $>$ 4.07, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0

Se acepta la hipótesis alternativa H1.

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la Resistencia a la tracción del concreto con SikaFiberPE, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 90.

Cálculo de la Fisher de la resistencia a la tracción SikaFiberPE usando SPSS

ANOVA						
Resistencia a la Tracción						
	Suma de		Media			
	cuadrados	gl	cuadrática	F		Sig.
Entre grupos	247,910	3	82,637	76,319		,000
Dentro de grupos	8,662	8	1,083			
Total	256,573	11				

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N°35

3.6.3.8. Se redacta la hipótesis específica 08:

La adición de las fibras de polipropileno de Z Aditivo en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas mejorando levemente su resistencia a la tracción.

H_1 = Afecta positivamente las fibras de polipropileno de Z Aditivo en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la tracción.

H_0 =No afecta positivamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, mejorando levemente su resistencia a la tracción.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \leq 19.68$

$H_1: \alpha > 19.68$

El promedio del grupo patrón es de 19.68

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Fisher=137.767

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H_0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H_0

137.767 $>$ 4.07, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0

Se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la Resistencia a la tracción del concreto con Z Aditivos, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 91.

Cálculo de la Fisher de la resistencia a la tracción Z Aditivos usando SPSS

ANOVA						
Resistencia a la Tracción						
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.	
Entre grupos	164,917	3	54,972	137,767	,000	
Dentro de grupos	3,192	8	,399			
Total	168,109	11				

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N°36.

3.6.3.9. Se redacta la hipótesis específica 09:

La adición de las fibras de polipropileno de SikaFiberE en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas aumentando su resistencia a la flexión.

H_1 = Afecta positivamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, aumentando su resistencia a la flexión.

H_0 =No afecta positivamente las fibras de polipropileno de SikaFiberPE en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, aumentando su resistencia a la flexión.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \leq 48.34$

$H_1: \alpha > 48.34$

El promedio del grupo patrón es de 48.34

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha=0.05$.

Fisher=276.474

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H_0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H_0

$276.474 > 2.38$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0

Se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la Resistencia a la flexión del concreto con SikaFiberPE, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 92.

Cálculo de la Fisher de la resistencia a la flexión SikaFiberPE usando SPSS

ANOVA					
Resistencia a la Flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	603,218	3	201,073	276,474	,000
Dentro de grupos	14,546	20	,727		
Total	617,764	23			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N° 37.

3.6.3.10. Se redacta la hipótesis específica 10:

La adición de las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimento afecta positivamente en sus propiedades mecánicas aumentando su resistencia a la flexión.

H_1 = Afecta positivamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, aumentando su resistencia a la flexión.

H_0 = No afecta positivamente las fibras de polipropileno de Z Aditivos en un concreto convencional para pavimentos en sus propiedades mecánicas, aumentando su resistencia a la flexión.

Por lo tanto:

$H_0: \alpha \leq 48.34$

$H_1: \alpha > 48.34$

El promedio del grupo patrón es de 48.34

Se determina el α :

Se considera un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Fisher = 105.656

Si Fisher \leq Valor tabla, se acepta la H_0

Si Fisher $>$ Valor tabla, se rechaza la H_0

$105.656 > 2.38$, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H_0

Se acepta la hipótesis alternativa H_1 .

Se usó el programa IBM SPSS para la prueba de Anova, calculando la F de Fisher de los datos de la Resistencia a la flexión del concreto con Z Aditivos, este resultado que se mostrará a continuación:

Tabla 93.

Cálculo de la Fisher de la resistencia a la flexión Z aditivos usando SPSS

ANOVA					
Resistencia a la Flexión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	308,658	3	102,886	105,656	,000
Dentro de grupos	19,476	20	,974		
Total	328,133	23			

Nota. Recuperado de base de datos-SPSS. Elaboración Propia

Se comprobó que el resultado de Fisher calculado por el programa fue igual al calculado manualmente, se calculó el Post-Hoc (Prueba de contraste) y el HSD Tukey. Ver Anexo N° 38.

3.7. Regresión y correlación de los datos

A continuación, se presentará un cuadro sobre los resultados de las líneas de tendencia y valor “r” de correlación para cada variable estudiada. Hay que considerar que “As” es la variable de asentamiento, “T” es la variable de temperatura, “f’c” es la variable de resistencia a la compresión; “F’t” es la variable de resistencia a la tracción, “F’f” es la variable de resistencia a la flexión y “F” es la proporción de fibra. Las siguientes tablas muestran los resultados de:

Tabla 94.

las líneas de Tendencia del Asentamiento con SikaFiberPE

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$As = -2.9813(F) + 9.943$	0.99795
Polinomial	$As = -0.8923(F)^2 - 2.3684(F) + 9.8983$	0.99995
Exponencial	$As = 9.9765(e)^{-0.337(F)}$	0.99484

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 95.

las líneas de Tendencia del Asentamiento con Z Aditivos

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$As = -3.0935(F) + 9.885$	0.99849
Polinomial	$As = -0.0549(F)^2 - 3.1312(F) + 9.8878$	0.99849
Exponencial	$As = 9.9156(e)^{-0.352(F)}$	0.99769

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 96.

las líneas de Tendencia de la Temperatura con SikaFiberPE

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$T = -4.5047(F) + 25.839$	0.97673
Polinomial	$T = -4.1428(F)^2 - 1.6589(F) + 25.632$	0.99544
Exponencial	$T = 25.873(e)^{-0.187(F)}$	0.97391

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 97.

las líneas de Tendencia de la Temperatura con Z Aditivos

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$T = -4.6168(F) + 25.781$	0.97077
Polinomial	$T = -4.5012(F)^2 - 1.5249(F) + 25.556$	0.99172
Exponencial	$T = 25.82(e)^{-0.193(F)}$	0.96535

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 98.

las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Compresión con SikaFiberPE

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$F'c = 39.065(F) + 353.85$	0.97098
Polinomial	$F'c = 44.616(F)^2 + 8.4182(F) + 356.09$	0.99955
Exponencial	$F'c = 354.02(e)^{0.1058(F)}$	0.97360

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 99.

las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Compresión con Z Aditivos

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$F'c = 47.103(F) + 352.34$	0.89922
Polinomial	$F'c = 42.831(F)^2 - 17.682(F) + 354.48$	0.91608
Exponencial	$F'c = 352.52(e)^{0.1273(F)}$	0.89899

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 100.

las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Tracción con SikaFiberPE

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$F't=16.963(F)+20.614$	0.96938
Polinomial	$F't=-19.596(F)^2+30.423(F)+19.632$	0.99855
Exponencial	$F't=20.62(e)^{0.6746(F)}$	0.95818

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 101.

las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Tracción con Z Aditivos

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$F't=13.664(F)+20.726$	0.95488
Polinomial	$F't=-17.723(F)^2+25.838(F)+19.838$	0.99101
Exponencial	$F't=20.686(e)^{0.5639(F)}$	0.94207

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 102.

las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Flexión con SikaFiberPE

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$F'f=18.598(F)+47.076$	0.95802
Polinomial	$F'f=18.94(F)^2+5.588(F)+48.024$	0.98051
Exponencial	$F'f=47.301(e)^{0.3442(F)}$	0.96088

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 103.

las líneas de Tendencia de la Resistencia a la Flexión con Z Aditivos

Línea de Tendencia	Ecuación	Correlación
Lineal	$F'f=13.187(F)+47.33$	0.95089
Polinomial	$F'f=19.965(F)^2-0.5273(F)+48.33$	0.99955
Exponencial	$F'f=47.48(e)^{0.2504(F)}$	0.95802

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

De las tablas anteriores, se puede observar que las funciones polinómicas de grado 2 son las que mejor se ajustan a lo datos, debido a que los valores de correlación de estas funciones son cercanos a 1. Por lo que las gráficas quedaron de las siguientes maneras:

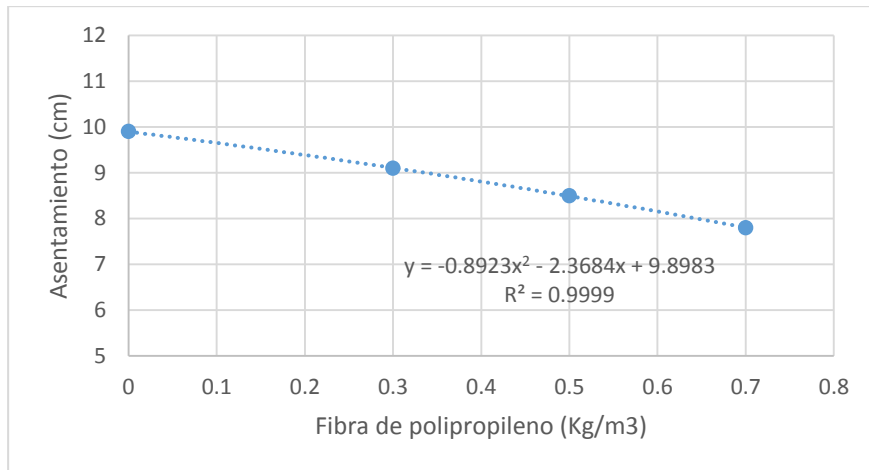


Figura 29. Línea de tendencia del Asentamiento con SikaFiberPE. Elaboración propia.

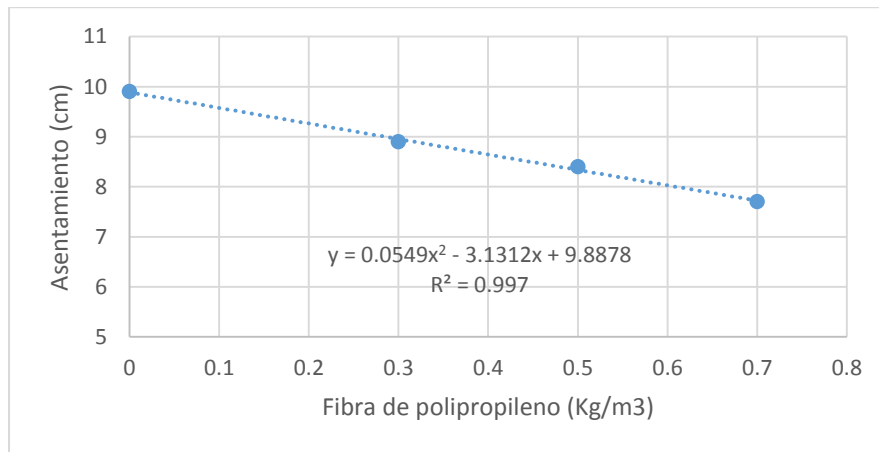


Figura 30. Línea de tendencia del Asentamiento con Z Aditivos. Elaboración propia.

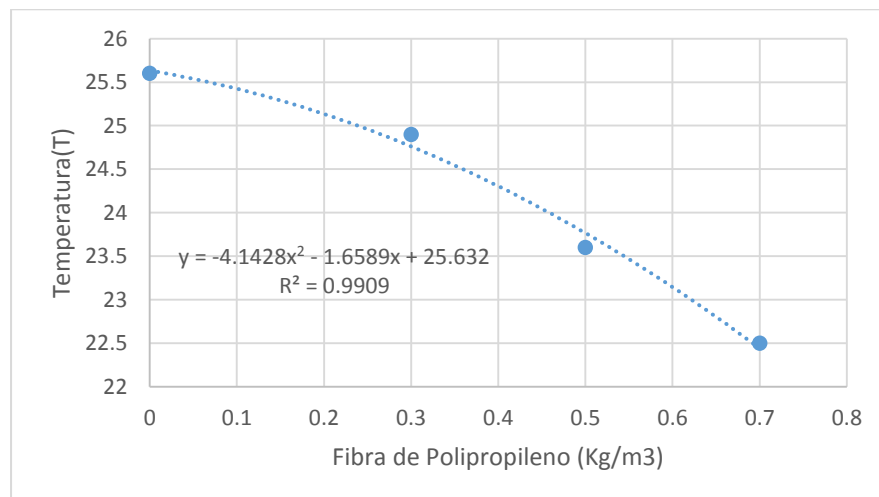


Figura 31. Línea de tendencia del Temperatura con SikaFiberPE. Elaboración propia.

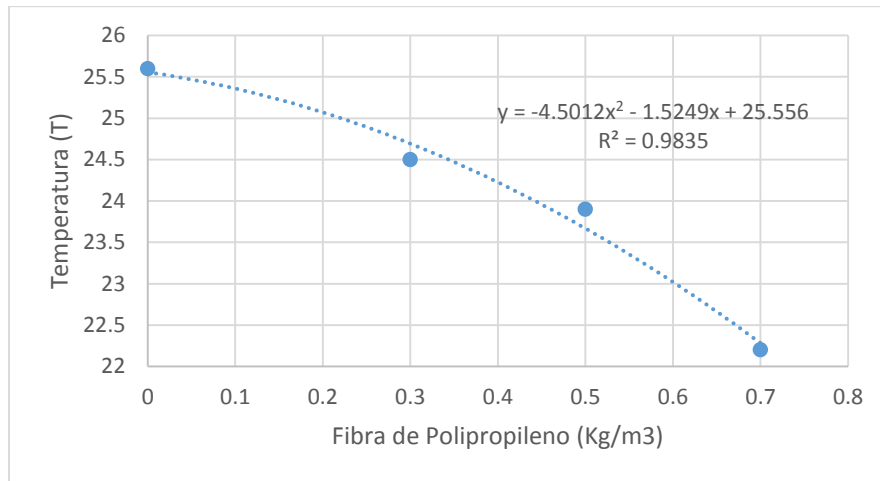


Figura 32. Línea de tendencia del Temperatura con Z Aditivos. Elaboración propia.

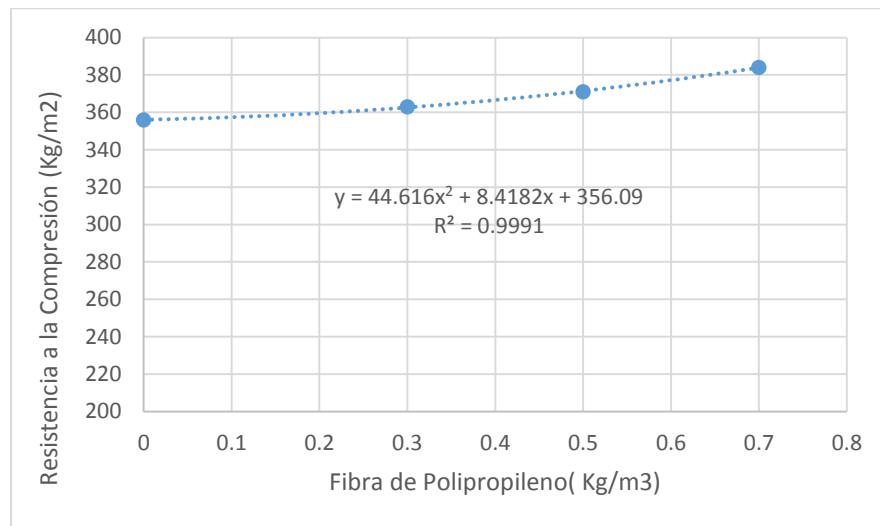


Figura 33. Línea de tendencia del Resistencia a la Compresión con SikaFiberPE. Elaboración propia.

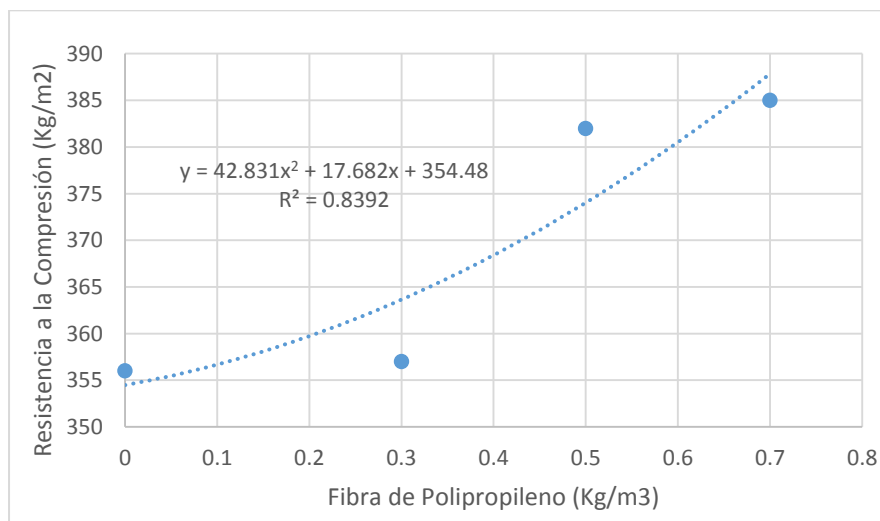


Figura 34. Línea de tendencia del Resistencia a la Compresión con Z Aditivos. Elaboración propia.

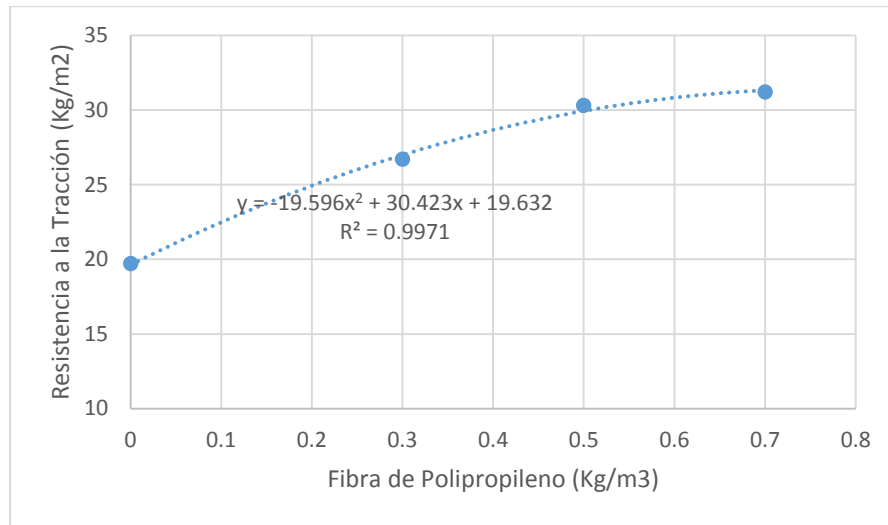


Figura 35. Línea de tendencia del Resistencia a la Tracción con SikaFiberPE. Elaboración propia.

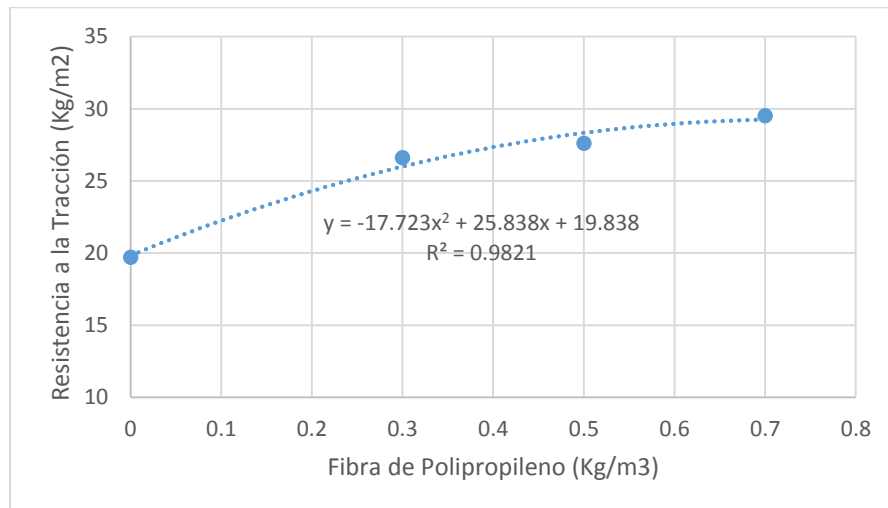


Figura 36. Línea de tendencia del Resistencia a la Tracción con Z Aditivos. Elaboración propia.

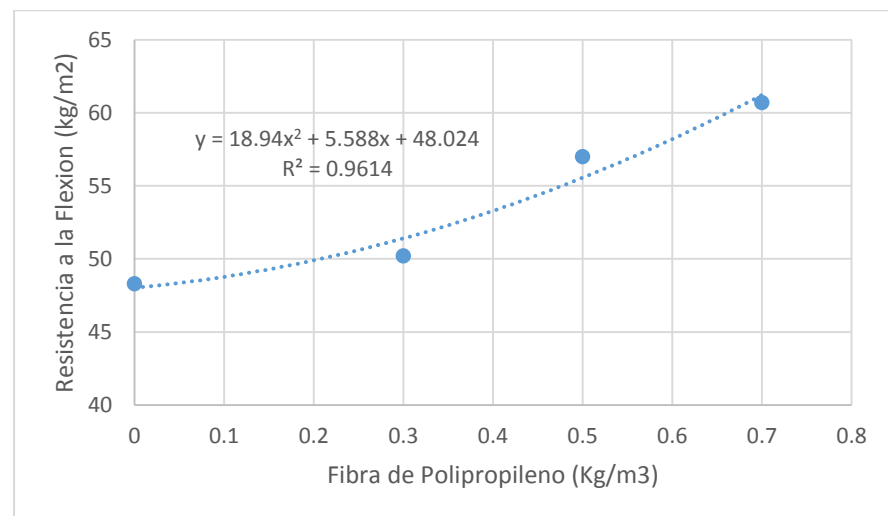


Figura 37. Línea de tendencia del Resistencia a la Flexión con SikaFiberPE. Elaboración propia.

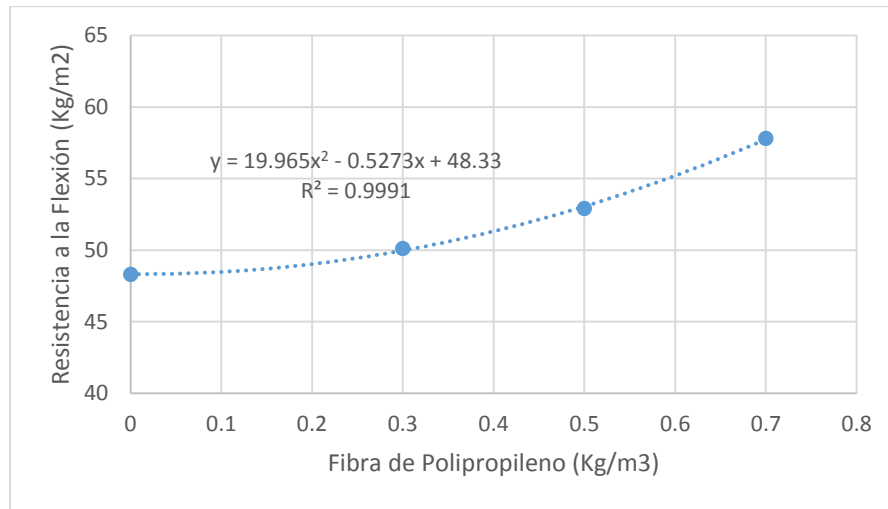


Figura 38. Línea de tendencia del Resistencia a la Flexión con Z Aditivos. Elaboración propia.

CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión de resultados

En la discusión, se tomará en cuenta a los que correspondan a la caracterización de agregados, las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia 280 kg/cm² y con la adición de fibras de polipropileno de SikaFiberPE y Z Aditivos.

- En el ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso; se calculó un Tamaño Máximo de 1'' y un Tamaño Máximo Nominal de 3/4''.
- En el ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, se calculó el módulo de finura (MF) de 2.81, dicho valor se encuentra en el intervalo de 2.3 y 3.1, estando dentro de un rango recomendado por la norma NTP 400.037.
- En el contenido de humedad (w), tanto del agregado grueso, como del agregado fino. El cual el agregado grueso se obtuvo un (W = 0.60 %), mientras que el agregado fino obtuvo un valor de (W = 1.20 %). El material del agregado fino se encontró mayor su humedad.
- Al realizar el ensayo de peso unitario seco suelto (PUSS) del Agregado Grueso, se obtuvo un valor de 1 430 kg/m³; y respecto al Agregado fino, se obtuvo un valor de 1 640 kg/m³; superando al valor del agregado grueso.
- En lo correspondiente al peso unitario seco compactado (PUSC), para el agregado grueso se calculó un valor promedio de 1560 kg/m³. Y en lo concerniente al agregado fino se calculó un valor promedio de 1760 kg/m³. Los valores tuvieron concordancia ya que siendo el agregado fino las partículas más pequeñas estas llenan más vacíos. Por lo tanto, el recipiente obtiene mayor peso.
- En el ensayo de peso específico (Pe) del agregado grueso, se calculó un valor promedio de 2730 Kg/m³; por otro lado, respecto al peso específico del agregado grueso, se obtuvo un valor promedio de 2670 Kg/m³.
- En el cálculo del porcentaje de absorción del agregado (%Abs); se obtuvo para el agregado grueso un valor promedio de 1.30%; para el agregado fino se obtuvo 1.20%. realizados bajo las normas NTP 400.022/NTP 400.021. por lo tanto, el agregado grueso presenta mayor absorción de humedad de acuerdo con el ensayo.

- Se realizó el diseño de mezcla por el método ACI 211, para un concreto de resistencia de 280 kg/cm², con un peso húmedo de 2 377 kg/m³. Por el cual se obtuvo el peso de sus componentes de la siguiente manera: cemento 436 kg/m³, agua 205 kg/m³, agregado fino 764 kg/m³, agregado grueso 972 kg/m³ y aire incluido del 2%. De acuerdo con la normativa y se obtuvieron estos valores.
- Respecto a las propiedades físicas (asentamiento), se presentaron las curvas que se muestran en las siguientes figuras:

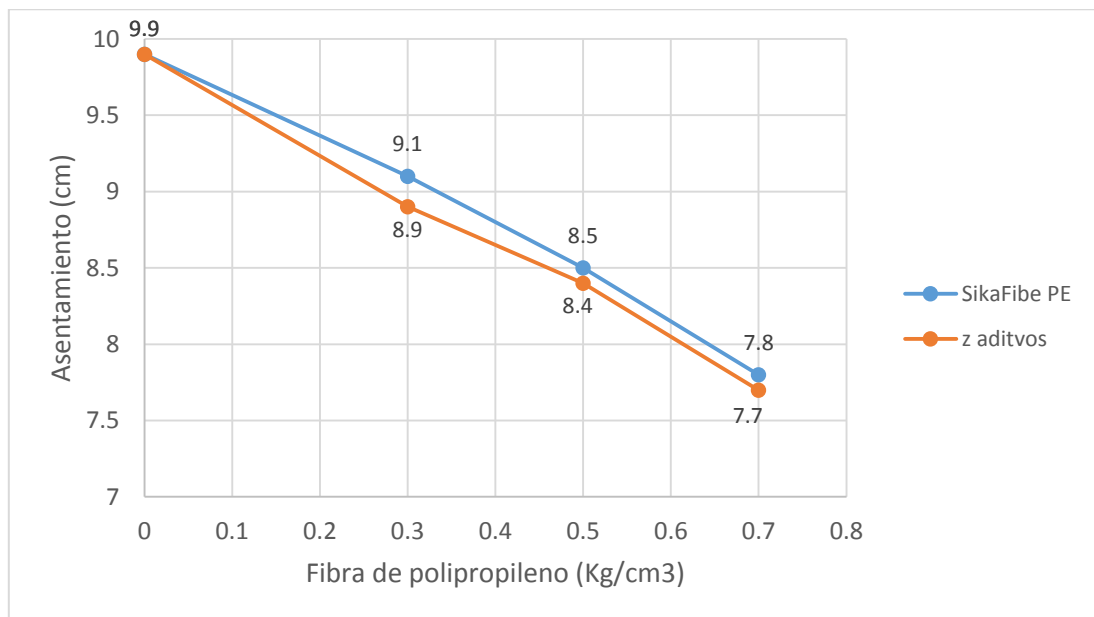


Figura 39. Asentamiento del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.

Elaboración Propia

- Se realizó el ensayo de asentamiento del concreto en estado fresco bajo la norma NTP 339.035. En donde, se sometió a un primer ensayo de asentamiento del concreto patrón (concreto sin incorporación de fibras de polipropileno), que presentó un asentamiento promedio 9.9 cm; por otro lado, se realizaron ensayos de asentamiento en dos partes SikaFiberPE y Z Aditivos. Donde en SikaFiberPE; se realizó un primer ensayo incorporando 0.3 kg/m³, que presentó un asentamiento promedio de 9.1 cm; después se realizó un segundo ensayo donde se incorporó 0.5 kg/m³, presentando un asentamiento de 8.5 cm; finalmente, se realizó un ensayo en donde se incorporó 0.7 kg/m³, donde la muestra presentó un asentamiento promedio de 7.8 cm. Como se observa en los asentamientos aplicados con SikaFiberPE en diversas incorporaciones se aprecia como ligeramente disminuye su asentamiento siendo esta menos trabajable.

Por la segunda parte; se incorporaron fibras de polipropileno de Z Aditivos. se realizó un ensayo incorporando 0.3 kg/m^3 , que presentó un asentamiento promedio de 8.9 cm; después se realizó otro ensayo donde se incorporó 0.5 kg/m^3 , presentando un asentamiento de 8.4 cm; finalmente, se realizó un ensayo en donde se incorporó 0.7 kg/m^3 , la cual la muestra presentó un asentamiento promedio de 7.7 cm. Se produjo una reducción de asentamiento del concreto a medida que se incorporaron las fibras de polipropileno. La reducción del asentamiento del concreto surgió por la unión que genera las fibras a la mezcla de concreto.

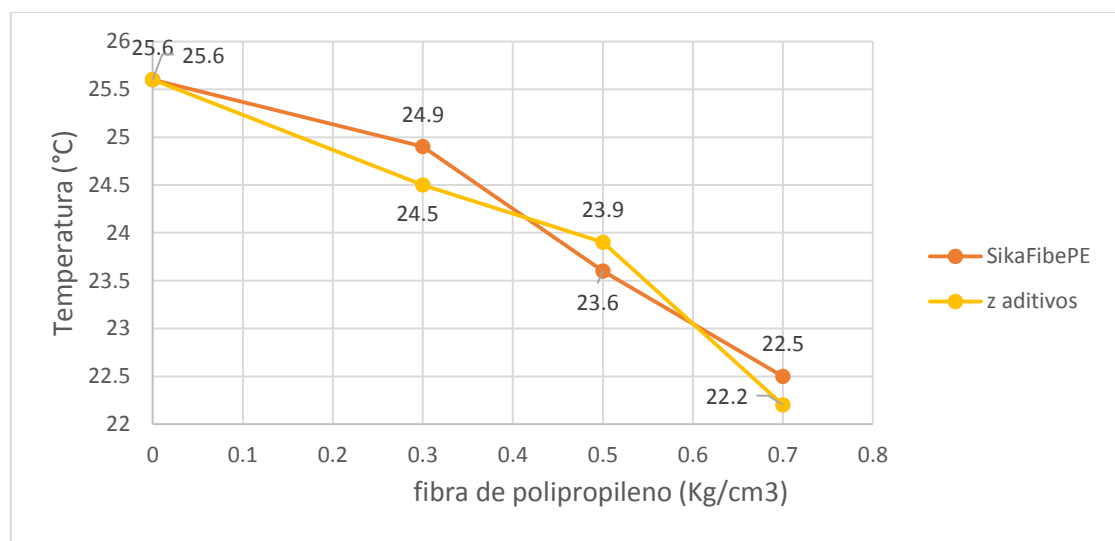


Figura 40. Temperatura del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.

Elaboración Propia

- Se realizó el ensayo de Temperatura del concreto en estado fresco bajo la norma NTP 339.184. En donde, se sometió a un primer ensayo de temperatura del concreto patrón (concreto sin incorporación de fibras de polipropileno), que presentó una temperatura promedio de $25.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; por otro lado, se realizaron ensayos de temperatura en dos partes SikaFiberPE y Z Aditivos. Donde en SikaFiberPE; se realizó un primer ensayo incorporando 0.3 kg/m^3 , que presentó una temperatura de $24.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$; después se realizó un segundo ensayo donde se incorporó 0.5 kg/m^3 , presentando una temperatura de $23.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$; finalmente, se realizó un ensayo en donde se incorporó 0.7 kg/m^3 , donde la muestra presentó una temperatura promedio de $22.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Por la segunda parte; se incorporaron fibras de polipropileno de Z aditivos. Se realizó un ensayo incorporando 0.3 kg/m^3 , que presentó una temperatura promedio de $24.5 \text{ }^\circ\text{C}$; después se realizó otro ensayo donde se incorporó 0.5 kg/m^3 , presentando una temperatura de $23.9 \text{ }^\circ\text{C}$; finalmente, se realizó un ensayo en donde se incorporó 0.7 kg/m^3 , la cual la muestra presentó una temperatura promedio de $22.2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se produjo una reducción de temperatura del concreto a medida que se incorporaron las fibras de polipropileno. La reducción de la temperatura surgió por la composición del material absorbiendo el calor las fibras de la mezcla de concreto.

- Se realizó un análisis de los resultados de la resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos de concreto, como se muestra en la siguiente figura:

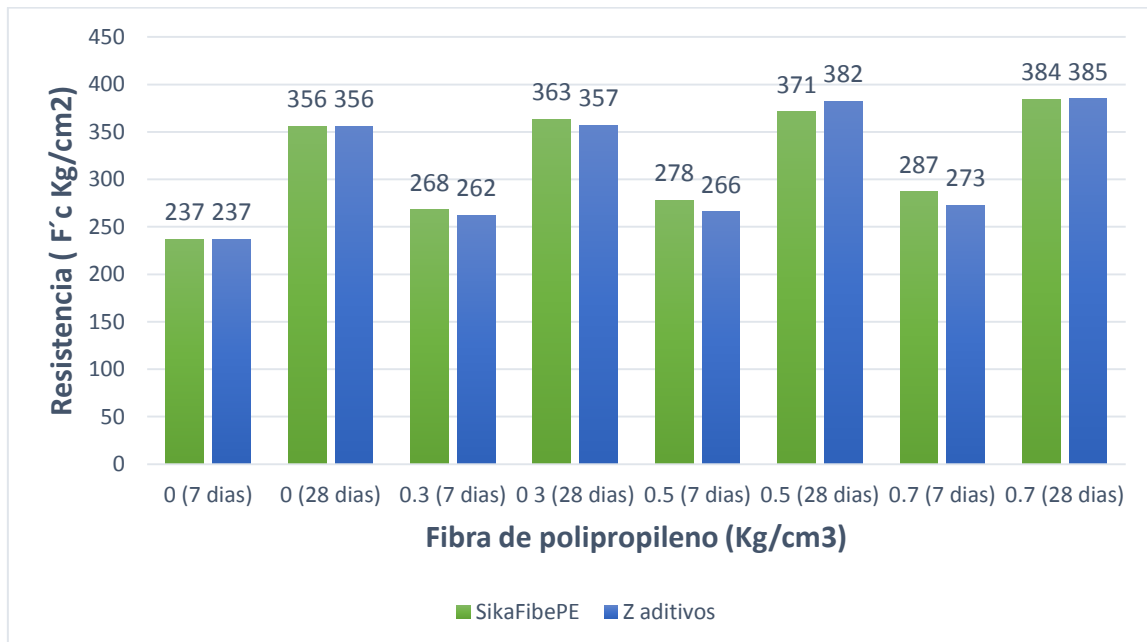


Figura 41. Resistencia a la compresión del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos. Elaboración propia

- Se obtuvo, que conforme se incrementaba la incorporación de fibras de polipropileno, la resistencia a la compresión aumentaba ligeramente. Se desarrolló en dos tipos de edades a una edad temprana de 7 días y 28 días, con SikaFiberPE y Z Aditivos. Donde con la incorporación de SikaFiberPE; se realizó con 0.3 kg/m^3 el cual se obtuvo 268 kg/cm^2 a 7 días de curado y 363 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Superando ligeramente al concreto patrón de 237 kg/cm^2 a los 7 días y 356 kg/cm^2 a los 28 días. Con adición de 0.5 kg/m^3 se obtuvo 278 kg/cm^2 a 7 días de curado y 371 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Con la adición de 0.7 kg/m^3 se obtuvo 287 kg/m^3 a los 7 días de curado y 384 kg/m^3 a los 28 días de curado. La resistencia

de compresión del concreto fue creciendo ligeramente a los 7 y 28 días de curado; se observó un incremento de la resistencia a la compresión del 13% y 2%, 17% y 4%; 21% y 8% respectivamente respecto a las adiciones 0.3, 0.5 y 0.7 kg/m³ a los 7 días y 28 días de curado.

Según los antecedentes las resistencias mecánicas a la compresión y tracción aumentan ligeramente, en cambio, la resistencia a la flexión aumenta considerablemente investigación realizada por la UNAM.

Por otra parte, se realizó la adición con Z Aditivo; con 0.3 kg/m³ el cual se obtuvo 262 kg/cm² a 7 días de curado y 357 kg/cm² a los 28 días de curado. Superando ligeramente al concreto patrón de 237 kg/cm² a los 7 días y 356 kg/cm² a los 28 días. Con adición de 0.5 kg/m³ se obtuvo 266 kg/cm² a 7 días de curado y 382 kg/cm² a los 28 días de curado. Con la adición de 0.7 kg/m³ se obtuvo 273 kg/m³ a los 7 días de curado y 385 kg/m³ a los 28 días de curado. La resistencia de compresión del concreto fue creciendo ligeramente a los 7 y 28 días de curado; se observó un incremento de la resistencia a la compresión del 11% y 0%, 12% y 7%; 15% y 8% respectivamente respecto a las adiciones 0.3, 0.5 y 0.7 kg/m³ a los 7 días y 28 días de curado.

El concreto alcanzó su máxima resistencia a la compresión con la adición de 0.7 kg/m³ en SikaFiberPE y Z Aditivos; obteniendo un incremento de 21% y 8% en SikaFiberPE. 15% y 8% con Z Aditivos a los 7 días y 28 días de curado respectivamente.

El incremento de las propiedades mecánicas a temprana edad de 7 días y 28 días del concreto surge a partir de la unión que genera las fibras de polipropileno en el concreto disminuyendo considerablemente las fisuras proporcionando así mejor resistencia.

- Se realizó un análisis de los resultados de la resistencia a la tracción de los especímenes cilíndricos de concreto, como se muestra en la siguiente figura:

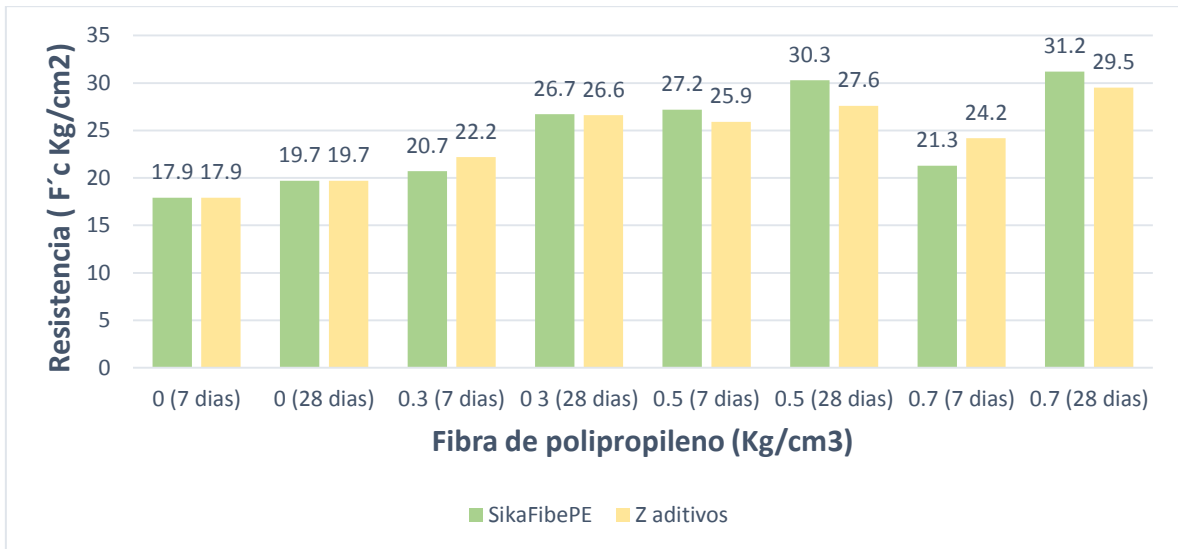


Figura 42. Resistencia a la tracción del concreto con fibras de polipropileno SikarFiberPE y Z Aditivos. Elaboración propia

- Se obtuvo, conforme se incrementaba la incorporación de fibras de polipropileno, la resistencia a la tracción aumentaba ligeramente. Se desarrolló en dos partes a una edad temprana de 7 días y 28 días con SikarFiberPE y como Z Aditivos. Donde con la adición de SikarFiberPE; se realizó con 0.3 kg/m^3 el cual se obtuvo 20.7 kg/cm^2 a 7 días de curado y 26.7 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Superando ligeramente al concreto patrón de 17.9 kg/cm^2 a los 7 días y 19.7 kg/cm^2 a los 28 días. Con adición de 0.5 kg/m^3 se obtuvo 27.2 kg/cm^2 a 7 días de curado y 30.3 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Finalmente se adicionó 0.7 kg/m^3 el cual se obtuvo 21.3 kg/m^3 a los 7 días de curado y 31.2 kg/m^3 a los 28 días de curado. La resistencia a la tracción a los 7 días con la adición de 0.7 kg/m^3 bajo considerablemente en cambio a los 28 días de curado la resistencia a la tracción aumento ligeramente. Se observó un incremento de la resistencia a la tracción de 16% y 36%, 52% y 54%; 20% y 58% respectivamente respecto a las adiciones 0.3 , 0.5 y 0.7 kg/m^3 a los 7 días y 28 días de curado.

Por otra parte, se realizó la adición con Z Aditivo; con 0.3 kg/m^3 el cual se obtuvo 22.2 kg/cm^2 a 7 días de curado y 26.6 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Superando ligeramente al concreto patrón de 17.9 kg/cm^2 a los 7 días y 19.7 kg/cm^2 a los 28 días. Con adición de 0.5 kg/m^3 se obtuvo 25.9 kg/cm^2 a 7 días de curado y 27.6 kg/cm^2 a los 28 días de curado. Con la adición de 0.7 kg/m^3 se obtuvo 24.2 kg/m^3 a los 7 días de curado y 29.5 kg/m^3 a los 28 días de curado.

La resistencia a la tracción del concreto fue creciendo ligeramente a los 7 y 28 días de curado; se observó un incremento de la resistencia a la tracción del 24% y 35%, 45% y 40%; 35% y 50% respectivamente respecto a las adiciones 0.3, 0.5 y 0.7 kg/m³ a los 7 días y 28 días de curado.

- El concreto alcanzó su máxima resistencia a la tracción con la adición de 0.7 kg/m³ en SikaFiberPE; obteniendo un incremento de 19% y 58% a los 7 días y 28 días de curado respectivamente. Y con la adición de 0.7 kg/m³ en Z Aditivos obteniendo un incremento de 35% y 50% a los 7 días y 28 días de curado respectivamente. Se consideró en la investigación el análisis de temprana edad a 7 días para analizar el comportamiento que desarrolla el concreto conforme se realiza el curado dados los resultados de los especímenes aumenta su resistencia desde temprana edad.
- Por último, Se realizó un análisis de los resultados de la resistencia a la flexión de las vigas de concreto, como se muestra en la siguiente figura:

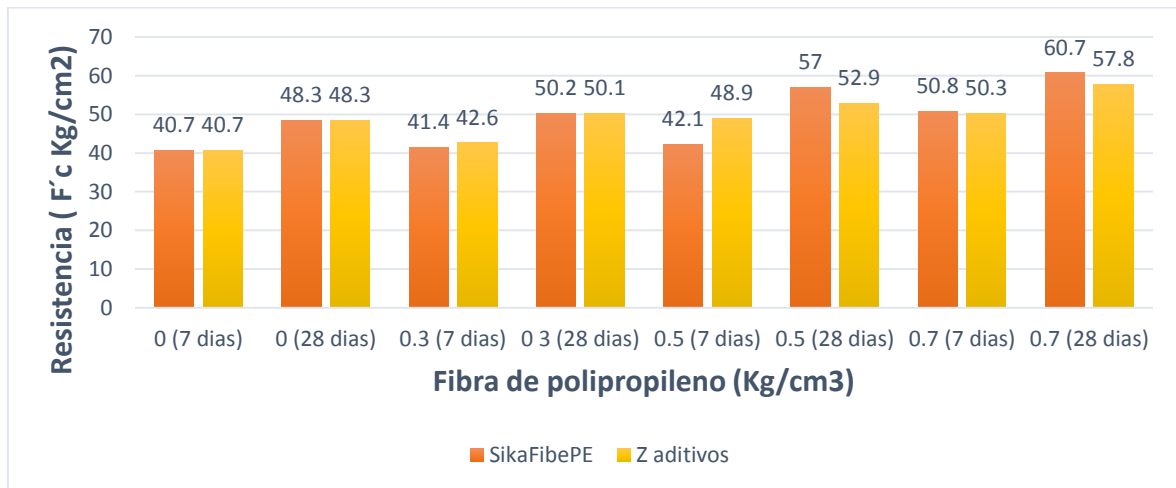


Figura 43. Resistencia a la flexión del concreto con fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos. Elaboración propia

- Con respecto a los datos a partir del cálculo de la resistencia a la flexión de las vigas, se obtuvo, conforme se incrementaba la incorporación de fibras de polipropileno, la resistencia a flexión aumentaba ligeramente. Se desarrolló en dos partes tanto SikaFiberPE como Z Aditivos. Donde la adición de SikaFiberPE; se realizó con 0.3 kg/m³ el cual se obtuvo 41.4 kg/cm² a 7 días de curado y 50.2 kg/cm² a los 28 días de curado. Superando ligeramente al concreto patrón de 40.7 kg/cm² a los 7 días y 48.3 kg/cm² a los 28 días. Con adición de 0.5 kg/m³ se obtuvo 42.1 kg/cm² a 7 días de curado y 57.0 kg/cm² a los 28 días de curado.

Finalmente se adicionó 0.7 kg/m³ el cual se obtuvo 50.8 kg/m³ a los 7 días de curado y 60.7 kg/m³ a los 28 días de curado. Se observó un incremento de la resistencia a la flexión de 2% y 4%, 3% y 18%; 25% y 26% respectivamente respecto a las adiciones 0.3, 0.5 y 0.7 kg/m³ a los 7 días y 28 días de curado.

Por otra parte, se realizó la adición con Z Aditivo; con 0.3 kg/m³ el cual se obtuvo 42.6 kg/cm² a 7 días de curado y 50.1 kg/cm² a los 28 días de curado. Superando ligeramente al concreto patrón de 40.7 kg/cm² a los 7 días y 48.3 kg/cm² a los 28 días. Con adición de 0.5 kg/m³ se obtuvo 48.9 kg/cm² a 7 días de curado y 52.9 kg/cm² a los 28 días de curado. Con la adición de 0.7 kg/m³ se obtuvo 50.3 kg/m³ a los 7 días de curado y 57.8 kg/m³ a los 28 días de curado. La resistencia a la flexión del concreto fue creciendo ligeramente a los 7 y 28 días de curado; se observó un incremento de la resistencia a la flexión del 5% y 4%, 20% y 10%; 24% y 20% respectivamente a las adiciones 0.3, 0.5 y 0.7 kg/m³ a los 7 días y 28 días de curado con respecto al concreto patrón.

- El concreto alcanzó su máxima resistencia a la flexión con la adición de 0.7 kg/m³ en SikaFiberPE; obteniendo un incremento de 25% y 26% a los 7 días y 28 días de curado respectivamente con respecto al concreto patrón. Y con la adición de 0.7 kg/m³ en Z Aditivos obteniendo un incremento de 24% y 20% a los 7 días y 28 días de curado respectivamente con respecto al concreto patrón.

4.2. Análisis de Validación de Datos

En Para el análisis de Datos, se corrobora la hipótesis planteada mediante una prueba estadística ANOVA que se debe cumplir con los contrastes de Criterio de Normalidad y Criterio de Homocedasticidad, una vez que cumplan esos dos Criterios, evaluamos la prueba de hipótesis, mediante la Prueba post – hoc, dentro de los cuales se encuentra la prueba de Tukey.

En el criterio de Normalidad se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, usado para muestras menores de 50, que lleva a cabo el programa SPSS. En las tablas del 63 al 72., nos hemos de fijar en la significación estadística de estos contrastes, asumiendo la normalidad de la distribución si en los grupos el nivel de “p” es no significativo (esto es, $p > 0,05$). Entonces podemos asumir la normalidad de la variable cuantitativa “Propiedades Físicas (Asentamiento, Temperatura) y las

Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión, Resistencia a la tracción, Resistencia a la flexión)”, en los grupos.

Del mismo modo, en el criterio de Homocedasticidad, se usó la prueba de homogeneidad de varianzas, donde el programa hace un contraste y nos aporta una significación estadística, o valor “p” asociado a la hipótesis nula de que “las varianzas son homogéneas para las Variables Propiedades Físicas (Asentamiento, Temperatura) y las Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión, Resistencia a la tracción, Resistencia a la flexión)”. podemos confirmar la homogeneidad de varianzas, tal como se puede apreciar en las tablas del 73 al 82. El cual se obtuvieron los valores de, 0.02, 0.01, 0.063, 0.188, 0.608, 0.413, 0.038, 0.126, 0.085, 0.025 respectivamente.

Asimismo, evaluamos el ANOVA, el cual nos sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba contrasta la hipótesis H_0 (hipótesis nula) de que “No existen diferencias significativas entre los grupos”. Para llevar a cabo el contraste, se recurre al estadístico F de Snedecor, como se muestran en los anexos corroborados por cálculos manuales, que en nuestro caso son las Propiedades Físicas (Asentamiento, Temperatura) y las Propiedades Mecánicas (Resistencia a la Compresión, Resistencia a la tracción, Resistencia a la flexión), obteniendo 384.233, 497.205, 50.412, 45.925, 101.684 210.565, 76.319, 137.767, 276.474, 105.656, teniendo un valor “p” asociado de 0.000 (significativo). Con esto concluiríamos nuestra evaluación, diciendo que “Si existen diferencias significativas entre los grupos”.

Por lo tanto, cumpliendo con los dos criterios de normalidad y homogeneidad de varianzas, procedemos a aplicar la prueba post –hoc, dentro de los cuales se encuentra la prueba estadística de Tukey.

En las Figura 45,48,51,54,57,60, 63, 66, 69, 71; nos muestra el cuadro de comparaciones múltiples vemos que cada grupo de las propiedades físicas (asentamiento y temperatura), propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión).

Asimismo, en la Figura 46,49,52,55,58,61, 64, 67, 70, 72; nos muestra el cuadro de los subconjuntos homogéneos, donde nos muestra el valor de la validación de la hipótesis con la prueba HSD Tukey de cada grupo de las propiedades físicas (asentamiento y temperatura), propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión). y su significancia.

4.3. Análisis Económico

Para el análisis de costos unitarios de la partida correspondiente, son necesarias las cantidades de los materiales que intervienen, en los cuales se muestra al detalle el precio unitario del concreto patrón elaborado con cemento Qhuna vaciado con mezcladora.

En los anexos (41 al 47), presentamos el precio unitario para 1 m³ de concreto convencional de F'c = 280 kg/cm² sin fibra de polipropileno y con las proporciones de fibra de polipropileno.

El análisis de costos unitarios se resume en lo siguiente:

- Concreto en Patrón F'c 280 kg/cm² = S/ 434.51
- Concreto en F'c 280 kg/cm² + 0.3 kg/m³ SikaFiberPE= = S/ 446.51
- Concreto en F'c 280 kg/cm² + 0.5 kg/m³ SikaFiberPE = S/ 454.51
- Concreto en F'c 280 kg/cm² + 0.7 kg/m³ SikaFiberPE = S/ 462.51
- Concreto en F'c 280 kg/cm² + 0.3 kg/m³ Z Aditivos = S/ 442.95
- Concreto en F'c 280 kg/cm² + 0.5 kg/m³ Z Aditivos = S/ 448.59
- Concreto en F'c 280 kg/cm² + 0.7 kg/m³ Z Aditivos = S/ 454.20

Como se puede apreciar, el precio del concreto convencional con respecto a las incorporaciones de las diversas fibras de polipropileno es mínima excediendo en:

- Excedente de precio del concreto 0.3 kg/m³ SikaFiberPE= = S/.12.00
- Excedente de precio del concreto 0.5 kg/m³ SikaFiberPE = S/ 20.00
- Excedente de precio del concreto 0.7 kg/m³ SikaFiberPE = S/ 28.00
- Excedente de precio del concreto 0.3 kg/m³ Z Aditivos = S/ 8.44
- Excedente de precio del concreto 0.5 kg/m³ Z Aditivos = S/ 14.08
- Excedente de precio del concreto 0.7 kg/m³ Z Aditivos = S/ 19.69

4.4. Conclusiones

- Se determinó los efectos en un concreto con la adición fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos a las propiedades físicas respecto a un concreto convencional usando cemento Qhuna, donde se produjo perdida de asentamiento a medida que se incrementó la adición de fibra, y en las propiedades mecánicas se produjo un incremento de la resistencia a la compresión en 21% y 8% con la dosificación de 0.7 kg/m^3 , resistencia a la tracción en 19% y 18% con la dosificación de 0.7 Kg/m^3 y resistencia a la flexión en 25% y 26% con la dosificación de 0.7 kg/m^3 .
- Se determinó la dosificación óptima de las fibras de polipropileno de SikaFiberPE y Z Aditivos, siendo esta 0.7 kg/m^3 produciendo mayores ganancias en las resistencias a la compresión, tracción y flexión, con respecto a otras proporciones de adición estudiada.
- Se realizó un diseño de mezcla de 280 kg/cm^2 por el método ACI 211, donde se obtuvieron los pesos húmedos necesarios para completar dicha resistencia; las proporciones de los materiales fueron de 18.3% de cemento, 8.6% de aguas, 32.2% de agregado fino y 40.9% de agregado grueso; necesarios para un metro cubico de concreto de 2377 kg/m^3
- Se realizó la adición de fibras de polipropileno de SikaFiberPE y Z Aditivos en las proporciones de 0.3 kg/m^3 , 0.5 kg/m^3 y 0.7 kg/m^3 determinando la máxima resistencia a la tracción, compresión y flexión.
- Se evaluó la variación de la resistencia a la compresión bajo la norma NTP 339.034 / ASTM C39. entre los especímenes cilíndricos de concreto patrón y los especímenes con adición a partir de las fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.
- Se obtuvo la variación de la resistencia a la tracción bajo la norma NTP 339.084 / ASTM C496. entre los especímenes cilíndricos de concreto patrón y los especímenes adicionados a partir de las fibras de polipropileno SikaFiberPe y Z Aditivos.
- Se evaluó la variación de la resistencia a la flexión bajo la norma NTP 339.059 / ASTM C42. entre las vigas de concreto patrón y las vigas adicionados a partir de las fibras de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a continuar con la presente investigación, evaluar las mayores proporciones de adición de fibras de polipropileno en 0.90Kg/m^3 , 1.20Kg/m^3 , 1.50Kg/m^3 o hasta ubicar el punto de quiebre teniendo en cuenta las pruebas de asentamiento, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión.
- Se recomienda a futuros tesis; hallar la óptima dosificación de fibras de polipropileno en donde alcanza la máxima resistencia mecánicas del concreto.
- Se recomienda realizar investigaciones con diversas fibras de polipropileno disponibles en el mercado y comparar los resultados obtenidos en la presente investigación.
- Se recomienda a los futuros tesis que realizan investigaciones con concreto, conservar las muestras de los agregados en baldes con el objeto de que la muestra no pierda su humedad natural. Deberán estos ser almacenados en lugar fresco bajo sombra en condiciones óptimas.
- Se recomienda utilizar la fibra de polipropileno en 0.7 kg/m^3 en un concreto si se desea aumentar su resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión.
- Se recomienda hacer estudios con las fibras de polipropileno ya que es un material disponible, al cual se le puede seguir sacando provecho de sus propiedades.
- Se recomienda utilizar la fibra de polipropileno para aumentar la resistencia mecánica conjuntamente la adición de un aditivo plastificante para contrarrestar la pérdida de asentamiento que genera la incorporación de fibra y permita una mejor trabajabilidad.
- Se recomienda a empresas constructoras utilizar las fibras de polipropileno que se encuentran accesibles en el mercado a un bajo costo, para las futuras construcciones de pavimentos rígidos mejorando sus propiedades mecánicas considerando las dosificaciones de la presente investigación.
- Se recomienda investigar el comportamiento que genera la adición de diferentes aditivos y la incorporación de fibras de polipropileno para así poder tener concretos mejorados. Aplicados a diversos tipos de obras como, por ejemplo: obras hidráulicas, edificaciones, etc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993. Washington DC: AASHTO.
- Absalón V. y Salas R. (2008). *Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el Estado de Mérida. (Tesis de Titulación de Ingeniería Civil). Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.* [en línea] Recuperado el 21 de Agosto del 2018, de https://datospdf.com/download/muestra-arena-lavada-tipo-de-ensayo-absorcion-_5a44ffdeb7d7bc422ba2acb0_pdf.
- Acocret. (2018). Concreto con fibra. [en línea] Recuperado el 12 de octubre de 2018, de <http://www.ecocret.com.pe/es/tipos-de-concreto/concreto-con-fibra>
- ASTM C143. (2015). *Método de Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto de Cemento Hidráulico.* West Conshohocken: ASTM International.
- ASTM C78. (2018). *Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto (Utilizando Viga Simple con Carga en los Tercios del Claro).* West Conshohocken: ASTM International.
- Cadima R. y Aguirre (2005). *Comportamiento de hormigones reforzado con y sin fibras.* [En línea] Recuperado el 23 de Agosto del 2018 de, <http://www.upb.edu/sites/default/files/6CadimaN5.pdf>
- Concreto y cemento. Investigación y desarrollo (2011) *Instituto de Ingeniería-Estructuras y Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México.* Recuperado 20 setiembre del 2018 de, http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-0112011000100003&script=sci_arttext&tlng=pt
- Cotrina R. (2014). *Influencia del porcentaje en peso de fibra de polipropileno sobre la resistencia a la flexión y asentamiento en concreto para losa.* (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
- De la Cruz , W., & Quispe, W. (2014). *Influencia de la adición de fibras de concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas de la provincia de Huamanga - Ayacucho.* Ayacucho: Repositorio UNH. Recuperado el 24 de octubre del 2018 de, <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/239>.
- El Comercio. (2015). *Así evolucionó el sector construcción desde 2004.* [En línea] Recuperado el 30 de Agosto del 2018, de <http://elcomercio.pe/economia/peru/>

- García M.A. (2007). *Factibilidad de sustitución del agregado fino del concreto por fibras de termoplásticos y elastómeros reciclados*. (Tesis de Maestría). Universidad Simón Bolívar, Venezuela. Recuperado el 15 de octubre del 2018 de, <http://159.90.80.55/tesis/000143851.pdf>
- Imcyc. (2006). *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto*. México d.c.: imcyc. Instituto mexicano del cemento y el concreto [Imcyc].
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2015). *Manual de la Construcción*. Lima: Perú.
- Ivan Quispe s. y Elmer Ticona c. (2017). *influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en un concreto permeable $F'c=210$ Kg/cm²*. Recuperado el 25 de setiembre del 2018 de, <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/947>
- Juárez C. (2002). *Concretos base cementos portland reforzados con fibras naturales (agave lecheguilla), como materiales para construcción en México*. (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Recuperado el 25 de agosto del 2018 de, <http://eprints.uanl.mx/5833/1/1020150648.PDF>
- López J. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- MACCAFERRI. (s.f.). *grupoestructurasysismicaumng*. [en línea] Recuperado el 02 de diciembre del 2018, de https://grupoestructurasysismicaumng.files.wordpress.com/2014/12/2-fibras_concretos_fibroreforzados_og.pdf
- Manual Ensayo de Materiales (2016). Recuperado el 25 de setiembre del 2018 de, https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Marco Montalvo g. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*. [En línea] Recuperado el 25 de setiembre del 2018 de, <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6117>
- Mármol P. (2010). *Hormigones con fibras de acero características mecánicas*. (tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Madrid. España. Recuperado el 28 de agosto del 2018 de, oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf

- Martínez, D. (2000). *Hormigones de altas prestaciones*. (Proyecto fin de carrera). Universidad Politécnica de Cartagena, España. Recuperado el 18 agosto del 2018 de, <https://www.hormigon-altas-prestaciones.com/hap>
- Mayta J. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú. Recuperado el 20 de agosto del 2018 de, <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>
- Menendez A., José (2012). *Ingeniería de pavimentos*. Recuperado el 25 de octubre del 2018 de, <https://es.scribd.com/document/378106092/4-Ingenieria-de-Pavimentos-Materiales-Diseno-Y-Conservacion-Jose-Rafael-Menendez-Acurio-1ra-Edicion>.
- Millán M.F (2013). *Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de polipropileno y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato provincia de Tungurahua*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado el 14 de octubre del 2018 de, <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/6029>
- Muñoz B. (2015). *Determinación del efecto del curado en la resistencia a fatiga del hormigón*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Austral de Chile, Chile. Recuperado el 25 de noviembre del 2018 de, <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2015/bmfcim971d/doc/bmfcim971d.pdf>
- Noticias 2D. (2017). *La importancia del concreto en la construcción: diferencias respecto a hormigón y cemento*. [en línea]. Recuperado el 18 de noviembre del 2018, de <http://www.noticias2d.com/2017/03/02/la-importancia-del-concreto-en-la-construccion-diferencias-respecto-a-hormigon-y-cemento/>
- NRMCA (2014). *Resistencia a flexión del concreto*. Massachusetts: Revista científica. recuperado el 10 de diciembre del 2018 de, <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP16es.pdf>
- NTP. “Norma Técnica Peruana” Sección 334., 339., 400.
- Oliveira, F. (2018). IBCH. [en línea] Recuperado el 2 de noviembre del 2018, de <https://www.construccionlatinoamericana.com/noticias/ibch-abre-nuevo-curso-depavimentacion-en-concreto/132330.article>

Perez, J. (2016). *Comportamiento físico mecánico (resistencia a la compresión, resistencia a flexión y resistencia a tracción) del concreto con fibras de polipropileno - Trujillo - La Libertad*. Trujillo: Repositorio UPN

Recuperado el 12 de octubre del 2018 de, <http://www.macrofibras.org/images/pdf/BASF-CONCRETO-REFORZADO-CON-MACROFIBRAS-UNAM.pdf>

Rodríguez, A. (s.f.) *Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto*. [en línea] Recuperado el 18 de setiembre del 2018 de, http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf.

Romero M., Salazar D. (2013). *Estudio de la resistencia a compresión en mezclas de concreto, sustituyendo el 10% en peso de cemento por cenizas de las hojas secas en la palma chaguaramo como material puzolánico*. (Investigación experimental). Universidad Central de Venezuela, Venezuela. Recuperado el 22 de agosto del 2018 de, https://ecitydoc.com/download/descargando-2_pdf

Tello A. (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*. (Tesis de Licenciatura). Universidad Ricardo Palma, Perú. Recuperado el 12 de diciembre del 2018 de, http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/96/1/tello_am.pdf

UNICON (2016). UNICONSEJOS: *Determinación del Asentamiento (Slump) del Concreto* [en línea] recuperado el 3 de mayo de 2016, de <http://www.unicon.com.pe/principal/noticias/noticia/uniconsejos-determinacion-delasentamiento-slump-del-concreto/70>

Anexo N°02. Norma NTP 339.184, temperatura del concreto.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.184 2013
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 108, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú	
CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto	
<i>CONCRETE. Standard test method for determining temperature of freshly mixed cement concrete</i>	
<small>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la norma ASTM C 1064-11 Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic - Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International</small>	
2013-08-07 2ª Edición	
<small>R.0054-2013-CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-08-24 I.C.S.: 91.100.30</small>	<small>Precio basado en 06 páginas ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</small>
<small>Descriptores: Hormigón, concreto, temperatura, mezcla fresca, cemento Portland</small>	
<small>© ASTM 2011 - © INDECOPI 2013</small>	

Anexo N°03. Norma NTP 339.034, resistencia a la compresión.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.034 2008
Comité de Reglamentos Técnicos y Comerciales INDECOP Calle de La Prusa 118, San Borja (Lima 41) Apurimbo 185	
Lima, Perú	
<p>HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas</p> <p>CONCRETE . Standard Test method for Compressive Strength of cylindrical concrete specimens</p> <p>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOP se basa en la Norma ASTM C39/C39M-05e1 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</p> <p>2008-01-02 3ª Edición</p>	
<p>E.001-2008/INDECOP-CBT. Publicado el 2008-01-23 Precio base de 18 páginas</p> <p>I.C.S.: 91.100.30 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</p> <p>Descripción: Hormigón, concreto, resistencia, ensayo a la compresión, muestras cilíndricas</p>	



Anexo N°04. Norma NTP 339.084, resistencia a la tracción.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.084 2012 (revisada el 2017)
Dirección de Normalización - INACAL Calle Las Canelas 817, San Isidro (Lima 27)	Lima, Perú
 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica	
CONCRETE. Standard test method for splitting of concrete, by diametral compression of cylindrical test specimen	
 2017-11-29 3ª Edición	
R.D. N° 047-2017-INACAL/DN. Publicada el 2017-12-18	Precio basado en 12 páginas
I.C.S.: 91.100.30	ESTA NORMA ES RECOMENDABLE
Descriptorios: Concreto, resistencia a la tracción, compresión diametral, probeta cilíndrica, ensayo	
© INACAL 2017	


Anexo N°05. Norma NTP 339.079, resistencia a la flexión.

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.079 2012
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	
<p>CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo</p> <p>CONCRETE-Standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with center-point loading)</p> <p>2012-09-26 3ª Edición</p>	
<p>R.0092-2012/CNB-INDECOPI. Publicada el 2012-10-31</p> <p>U.S.: 91.100.20</p> <p>Descriptor: Concreto, vigas, resistencia a la flexión, ensayo</p>	
<p>Precio basado en 09 páginas ESTA NORMA ES RECOMENDABLE</p>	

Anexo N°06. Informe de resultados de laboratorio página 01

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS	FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú
INFORME N°01 – ENERO – 2019	
Solicitantes: Silupú Tello, Hussein José - DNI 72769947 Saldaña Briones, Jhonnatan Frank - DNI 48278122	
Documento: 01	
Institución: Universidad Privada del Norte	
Título: "efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánico de un concreto convencional para pavimentos utilizando cemento Qhuna, Trujillo - La Libertad 2018"	
MUESTRA	
ESPECIMENES:	
84 cilindros de concreto de dimensiones de 30cm de largo x 15cm de diámetro.	
84 Vigas de concreto de dimensiones de 45cm de largo x 15cm de alto x 15cm de ancho.	
63 moldeadas para el cono de Abrams.	
63 moldeadas para la toma de temperatura.	
Tiempo de curado de los especímenes: 7 días y 28 días.	
Muestreador: Los Tesistas	
ENSAYOS APLICADOS:	
NTP 339.035, Medición del asentamiento del concreto por el método de cono de Abrams (ASTM C 143).	
NTP 339.184, Determina la temperatura de la mezcla de concreto (ASTM C1064).	
NTP 339.183, Elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto (ASTM C192).	
NTP 339.034, Resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C39).	
NTP 339.084, Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto (ASTM C496).	
NTP 339.059, Resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el punto central (ASTM C42).	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco	Trujillo, 15 enero del 2019
	
	Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil

Anexo N°07. Informe de resultados de laboratorio página 02

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FACULTAD DE INGENIERÍA	
LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		Trujillo - Perú	
PARAMETROS DEL EQUIPO: F-25EX-F-Co-Pilot, precisión $\pm 0.5\%$			
Modo	Unidades	Velocidad de carga (Kg/s)	
Modo 1 compresión	SI	550	
Modo 2 compresión diametral	SI	550	
Modo 3 flexión	SI	46	
PARAMETROS DE LAS MUESTRAS:			
Fecha de vaciado del concreto	Fecha de rotura	Estructura	Tiempo de curado
14/08/18	22/08/18		07 días
14/08/18	12/09/18	Cilindros de concreto patrón, reforzado con fibra de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.	28 días
12/09/18	11/10/18		28 días
16/10/18	24/10/18		07 días
16/10/18	14/11/18		28 días
17/10/18	25/10/18		07 días
17/10/18	15/11/18		28 días
14/08/18	22/08/18		Vigas de concreto patrón, reforzado con fibra de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.	07 días
14/08/18	12/09/18	28 días	
12/09/18	11/10/18	28 días	
29/10/18	06/11/18	07 días	
29/10/18	27/11/18	28 días	
30/10/18	07/11/18	07 días	
30/10/18	28/11/18	28 días	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco		Trujillo, 15 enero del 2019	
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil	

Anexo N°08. Informe de resultados de laboratorio página 03


Muestra	Asentamientos N°:									Asent.	Asent.
	01 (cm)	02 (cm)	03 (cm)	04 (cm)	05 (cm)	06 (cm)	07 (cm)	08 (cm)	09 (cm)	Promedio (cm)	Promedio (in)
Patrón	10.1	9.9	9.6	9.6	9.9	9.6	10.1	10.1	9.9	9.9	4"
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE											
0.3 Kg/m ³	9.2	9.1	9.0	9.1	9.1	9.0	9.2	9.2	9.1	9.1	4"
0.5 Kg/m ³	8.4	8.5	8.4	8.6	8.5	8.4	8.4	8.6	8.6	8.5	3 ½"
0.7 Kg/m ³	7.8	7.9	7.7	7.9	8.0	7.8	7.9	7.8	7.8	7.8	3"
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos											
0.3 Kg/m ³	9.0	8.9	8.8	8.9	8.9	8.8	9	8.9	8.9	8.9	4"
0.5 Kg/m ³	8.3	8.5	8.4	8.4	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.4	3 ½"
0.7 Kg/m ³	7.6	7.7	7.6	7.6	7.7	7.5	7.6	7.7	7.7	7.7	3"

NTP 339.035, Medición del asentamiento del concreto por el método de cono de Abrams (ASTM C 143).


Muestra	Temperatura N°:									Temperatura
	01 (°C)	02 (°C)	03 (°C)	04 (°C)	05 (°C)	06 (°C)	07 (°C)	08 (°C)	09 (°C)	Promedio (°C)
Patrón	22.6	25.7	25.5	25.6	25.5	25.7	25.6	25.6	25.5	25.6
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE										
0.3 Kg/m ³	25.1	25.0	24.9	24.8	25.2	25.3	24.8	24.7	24.5	24.9
0.5 Kg/m ³	23.6	23.7	23.5	23.7	23.8	23.9	23.6	23.5	23.2	23.6
0.7 Kg/m ³	22.5	22.6	22.5	22.4	22.8	22.7	22.5	22.4	22.3	22.5
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos										
0.3 Kg/m ³	24.5	24.4	24.4	24.6	24.7	24.8	24.4	24.3	24.0	24.5
0.5 Kg/m ³	23.5	23.6	23.4	23.9	24.3	24.5	24.2	23.9	23.6	23.9
0.7 Kg/m ³	21.8	21.9	22.2	22.3	22.6	22.7	22.4	22.1	21.9	22.2

NTP 339.184, Determina la temperatura de la mezcla de concreto (ASTM C1064).


Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco
Trujillo, 15 enero del 2019


 Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil


Anexo N°09. Informe de resultados de laboratorio página 04

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS			FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú			
NTP 339.034, Resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C39)								
Muestra	Curado	Especímen	Dimensiones		Tipo de falla	Carga (kg)	Resistencia compresión F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Área (cm)				
PATRÓN	7 Días	P-1	15.1	179.08	5	42376	236.63	237
		p-2	15.1	179.08	5	43105	240.70	
		p-3	15.1	179.08	5	41977	234.40	
	28 Días	P-4	15.1	179.08	5	64204	358.52	356
		P-5	15.1	179.08	4	63571	354.99	
		P-6	15.1	179.08	5	63357	353.79	
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE								
0.3 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.3)} -1	15	176.71	5	47407	268.28	268
		P _{S(0.3)} -2	15	176.71	5	47477	268.67	
		P _{S(0.3)} -3	15	176.71	5	47315	267.76	
	28 Días	P _{S(0.3)} -4	15	176.71	5	63954	361.92	363
		P _{S(0.3)} -5	15	176.71	5	64068	362.56	
		P _{S(0.3)} -6	15	176.71	5	64353	364.17	
0.5 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.5)} -1	15	176.71	5	49170	278.25	278
		P _{S(0.5)} -2	15	176.71	4	49303	279.01	
		P _{S(0.5)} -3	15	176.71	5	48980	277.18	
	28 Días	P _{S(0.5)} -4	15	176.71	5	65587	371.16	371
		P _{S(0.5)} -5	15	176.71	5	65378	369.97	
		P _{S(0.5)} -6	15	176.71	5	65945	373.18	
0.7 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.7)} -1	15	176.71	4	50336	284.85	287
		P _{S(0.7)} -2	15	176.71	5	51937	293.91	
		P _{S(0.7)} -3	15	176.71	5	49905	282.41	
	28 Días	P _{S(0.7)} -4	15	176.71	5	67312	380.92	384
		P _{S(0.7)} -5	15	176.71	4	68234	386.14	
		P _{S(0.7)} -6	15	176.71	5	67770	383.51	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco					Trujillo, 15 enero del 2019			
								 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil


Anexo N°10. Informe de resultados de laboratorio página 05

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA		Trujillo - Perú		
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos								
0.3 Kg/m ³	7 Días	Pz _(0.3) -1	15	176.71	5	46634	263.90	262
		Pz _(0.3) -2	15	176.71	5	46208	261.49	
		Pz _(0.3) -3	15	176.71	5	46174	261.30	
	28 Días	Pz _(0.3) -4	15	176.71	4	63296	358.19	357
		Pz _(0.3) -5	15	176.71	5	63124	357.22	
		Pz _(0.3) -6	15	176.71	5	62941	356.18	
0.5 Kg/m ³	7 Días	Pz _(0.5) -1	15.1	179.08	5	47900	267.48	266
		Pz _(0.5) -2	15.1	179.08	5	47978	267.91	
		Pz _(0.5) -3	15.2	181.46	5	47749	263.14	
	28 Días	Pz _(0.5) -4	15	176.71	5	67336	381.05	382
		Pz _(0.5) -5	15	176.71	5	67873	384.09	
		Pz _(0.5) -6	15	176.71	5	67237	380.49	
0.7 Kg/m ³	7 Días	Pz _(0.7) -1	15	176.71	5	48399	273.89	273
		Pz _(0.7) -2	15	176.71	5	48672	275.43	
		Pz _(0.7) -3	15.1	179.08	4	48523	270.96	
	28 Días	Pz _(0.7) -4	15	176.71	5	67993	384.77	385
		Pz _(0.7) -5	15	176.71	5	68341	386.74	
		Pz _(0.7) -6	15	176.71	5	67724	383.25	
NTP 339.084, Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto (ASTM C496).								
Muestra	Curado	Espécimen	Dimensiones		Carga (kg)	Resistencia tracción F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)	
			Díámetro (cm)	Longitud (cm)				
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE								
PATRÓN	7 Días	P-1	15.2	30.48	12831	17.63	17.9	
		p-2	15.1	30.48	12937	17.89		
		p-3	15.1	30.48	13246	18.32		
	28 Días	P-4	15.0	30.48	14176	19.74	19.7	
		P-5	15.1	30.48	14375	19.88		
		P-6	15.0	30.48	13956	19.43		
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco					Trujillo, 15 enero del 2019			
						 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil		


Anexo N°11. Informe de resultados de laboratorio página 06

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FACULTAD DE INGENIERÍA					
LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		Trujillo - Perú					
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE							
0.3 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.3)} -1	15.0	30.48	15276	21.27	20.7
		P _{S(0.3)} -2	15.0	30.48	14741	19.13	
		P _{S(0.3)} -3	15.0	30.48	14550	20.26	
	28 Días	P _{S(0.3)} -4	15.0	30.48	17926	24.96	26.7
		P _{S(0.3)} -5	15.0	30.48	20175	28.09	
		P _{S(0.3)} -6	15.0	30.48	19415	27.03	
0.5 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.5)} -1	15.1	30.48	20064	27.75	27.2
		P _{S(0.5)} -2	15.1	30.48	19670	27.21	
		P _{S(0.5)} -3	15.1	30.48	19321	26.73	
	28 Días	P _{S(0.5)} -4	15.1	30.48	21756	30.09	30.3
		P _{S(0.5)} -5	15.0	30.48	21865	30.45	
		P _{S(0.5)} -6	15.1	30.48	22013	30.45	
0.7 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.7)} -1	15.0	30.48	15274	21.27	21.3
		P _{S(0.7)} -2	15.0	30.48	15063	20.97	
		P _{S(0.7)} -3	15.0	30.48	15476	21.55	
	28 Días	P _{S(0.7)} -4	15.0	30.48	23024	32.06	31.2
		P _{S(0.7)} -5	15.0	30.48	22915	31.91	
		P _{S(0.7)} -6	15.0	30.48	21354	29.73	
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z aditivos							
0.3 Kg/m ³	7 Días	P _{Z(0.3)} -1	15.0	30.48	15854	22.08	22.2
		P _{Z(0.3)} -2	15.0	30.48	15407	21.45	
		P _{Z(0.3)} -3	15.0	30.48	16487	22.96	
	28 Días	P _{Z(0.3)} -4	15.0	30.48	19430	27.05	26.6
		P _{Z(0.3)} -5	15.0	30.48	19049	26.52	
		P _{Z(0.3)} -6	15.0	30.48	18915	26.34	
0.5 Kg/m ³	7 Días	P _{Z(0.5)} -1	15.1	30.48	18222	25.37	25.9
		P _{Z(0.5)} -2	15.1	30.48	18541	25.82	
		P _{Z(0.5)} -3	15.2	30.48	19128	26.63	
	28 Días	P _{Z(0.5)} -4	15.0	30.48	19591	27.28	27.6
		P _{Z(0.5)} -5	15.0	30.48	20399	28.40	
		P _{Z(0.5)} -6	15.0	30.48	19452	27.09	
0.7 Kg/m ³	7 Días	P _{Z(0.7)} -1	15.0	30.48	17289	24.07	24.2
		P _{Z(0.7)} -2	15.0	30.48	17413	24.25	
		P _{Z(0.7)} -3	15.1	30.48	17391	24.22	
	28 Días	P _{Z(0.7)} -4	15.0	30.48	21766	30.31	29.5
		P _{Z(0.7)} -5	15.0	30.48	21349	29.73	
		P _{Z(0.7)} -6	15.0	30.48	20429	28.45	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco				Trujillo, 15 enero del 2019			
						 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil	

Anexo N°12. Informe de resultados de laboratorio página 07

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú		
NTP 339.059, Resistencia a flexión del concreto (ASTM C42).								
Muestra	Curado	Especímen	Dimensiones			Carga (Kg)	Resistencia tracción F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Alto (mm)	Ancho (mm)	Luz libre (mm)			
Patrón	7 Días	P-1	15.2	15.2	45.0	2063	39.65	40.7
		P-2	15.0	15.0	45.0	2154	43.08	
		P-3	15.2	15.1	45.0	2048	39.89	
		P-4	15.2	15.1	45.0	2078	40.47	
		P-5	15.1	15.1	45.0	2096	41.09	
		P-6	15.1	15.1	45.0	2038	39.96	
	28 Días	P-7	15.1	15.3	45.0	2503	47.80	48.3
		P-8	15.1	15.2	45.0	2478	47.94	
		P-9	15.2	15.1	45.0	2489	48.48	
		P-10	15.2	15.2	45.0	2554	49.09	
		P-11	15.1	15.2	45.0	2547	49.28	
		P-12	15.3	15.1	45.0	2452	47.44	
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE								
0.3 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.3)} -1	15.2	15.1	45.0	2157	42.01	41.4
		P _{S(0.3)} -2	15.1	15.0	45.0	2099	41.70	
		P _{S(0.3)} -3	15.0	15.1	45.0	2075	40.95	
		P _{S(0.3)} -4	15.1	15.2	45.0	2139	41.39	
		P _{S(0.3)} -5	15.2	15.1	45.0	2125	41.39	
		P _{S(0.3)} -6	15.0	15.1	45.0	2087	41.19	
	28 Días	P _{S(0.3)} -7	15.3	15.1	45.0	2576	49.84	50.2
		P _{S(0.3)} -8	15.2	15.1	45.0	2549	49.65	
		P _{S(0.3)} -9	15.2	15.0	45.0	2568	50.68	
		P _{S(0.3)} -10	15.2	15.1	45.0	2577	50.19	
		P _{S(0.3)} -11	15.1	15.2	45.0	2596	50.23	
		P _{S(0.3)} -12	15.0	15.2	45.0	2585	50.35	
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco								
Trujillo, 15 enero del 2019								
 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil								

Anexo N°13. Informe de resultados de laboratorio página 08


UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FACULTAD DE INGENIERÍA						
LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		Trujillo - Perú						
0.5 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.5)} -1	15.2	15.2	45.0	2228	42.82	42.1
		P _{S(0.5)} -2	15.1	15.2	45.0	2202	42.60	
		P _{S(0.5)} -3	15.1	15.3	45.0	2162	41.29	
		P _{S(0.5)} -4	15.1	15.2	45.0	2208	42.72	
		P _{S(0.5)} -5	15.2	15.3	45.0	2212	41.96	
		P _{S(0.5)} -6	15.2	15.3	45.0	2180	41.36	
	28 Días	P _{S(0.5)} -7	15.4	15.3	45.0	2987	55.93	57
		P _{S(0.5)} -8	15.3	15.4	45.0	3085	57.39	
		P _{S(0.5)} -9	15.3	15.2	45.0	2950	56.33	
		P _{S(0.5)} -10	15.2	15.2	45.0	2958	56.86	
		P _{S(0.5)} -11	15.2	15.3	45.0	3045	57.76	
		P _{S(0.5)} -12	15.3	15.2	45.0	3020	57.67	
0.7 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.7)} -1	15.1	15.0	45.0	2548	50.62	50.8
		P _{S(0.7)} -2	15.1	15.1	45.0	2645	51.86	
		P _{S(0.7)} -3	15.2	15.0	45.0	2558	50.49	
		P _{S(0.7)} -4	15.0	15.0	45.0	2476	49.52	
		P _{S(0.7)} -5	15.1	15.2	45.0	2678	51.81	
		P _{S(0.7)} -6	15.2	15.1	45.0	2588	50.40	
	28 Días	P _{S(0.7)} -7	15.3	15.0	45.0	3037	59.55	60.7
		P _{S(0.7)} -8	15.3	15.1	45.0	3158	61.10	
		P _{S(0.7)} -9	15.0	15.0	45.0	3142	62.84	
		P _{S(0.7)} -10	15.2	15.1	45.0	3135	61.06	
		P _{S(0.7)} -11	15.2	15.0	45.0	3056	60.32	
		P _{S(0.7)} -12	15.1	15.2	45.0	3064	59.28	
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos								
0.3 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.3)} -1	15.1	15.1	45.0	2183	42.80	42.6
		P _{S(0.3)} -2	15.2	15.1	45.0	2149	41.85	
		P _{S(0.3)} -3	15.1	15.0	45.0	2204	43.79	
		P _{S(0.3)} -4	15.0	15.1	45.0	2156	42.55	
		P _{S(0.3)} -5	15.1	15.2	45.0	2186	42.30	
		P _{S(0.3)} -6	15.3	15.2	45.0	2213	42.26	
<p>Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco</p> <p style="text-align: right;">Trujillo, 15 enero del 2019</p> <div style="text-align: right;">  Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil </div>								

Anexo N°14. Informe de resultados de laboratorio página 09

		UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS						FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú	
	28 Días	P _{S(0.3)-7}	15.3	15.4	45.0	2549	47.42	50.1	
		P _{S(0.3)-8}	15.3	15.1	45.0	2645	51.18		
		P _{S(0.3)-9}	15.0	15.2	45.0	2584	50.33		
		P _{S(0.3)-10}	15.2	15.1	45.0	2622	51.07		
		P _{S(0.3)-11}	15.1	15.2	45.0	2545	49.24		
		P _{S(0.3)-12}	15.2	15.2	45.0	2667	51.26		
0.5 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.5)-1}	15.1	15.3	45.0	2528	48.27	48.9	
		P _{S(0.5)-2}	15.1	15.3	45.0	2517	48.06		
		P _{S(0.5)-3}	15.1	15.2	45.0	2628	50.85		
		P _{S(0.5)-4}	15.2	15.2	45.0	2612	50.20		
		P _{S(0.5)-5}	15.1	15.3	45.0	2474	47.24		
		P _{S(0.5)-6}	15.1	15.3	45.0	2553	48.75		
	28 Días	P _{S(0.5)-7}	15.3	15.2	45.0	2824	53.92	52.9	
		P _{S(0.5)-8}	15.2	15.1	45.0	2635	51.32		
		P _{S(0.5)-9}	15.4	15.2	45.0	2748	52.13		
		P _{S(0.5)-10}	15.3	15.1	45.0	2761	53.42		
		P _{S(0.5)-11}	15.1	15.0	45.0	2694	53.52		
		P _{S(0.5)-12}	15.2	15.1	45.0	2736	53.29		
0.7 Kg/m ³	7 Días	P _{S(0.7)-1}	15.1	15.0	45.0	2552	50.70	50.3	
		P _{S(0.7)-2}	15.2	15.0	45.0	2536	50.05		
		P _{S(0.7)-3}	15.1	15.0	45.0	2510	49.87		
		P _{S(0.7)-4}	15.0	15.1	45.0	2542	50.37		
		P _{S(0.7)-5}	15.1	15.2	45.0	2565	49.63		
		P _{S(0.7)-6}	15.0	15.2	45.0	2645	51.52		
	28 Días	P _{S(0.7)-7}	15.5	15.0	45.0	2979	57.66	57.8	
		P _{S(0.7)-8}	15.4	15.1	45.0	3026	58.17		
		P _{S(0.7)-9}	15.3	15.0	45.0	2945	57.75		
		P _{S(0.7)-10}	15.3	15.2	45.0	3005	57.38		
		P _{S(0.7)-11}	15.2	15.2	45.0	3015	57.95		
		P _{S(0.7)-12}	15.3	15.1	45.0	2997	57.99		

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, 15 enero del 2019



Coordinador de Laboratorio
Carrera de Ingeniería Civil

Anexo N°15. Ficha del cemento Qhuna portland Tipo I



Cemento Qhuna / PORTLAND TIPO I

FICHA TÉCNICA

El cemento portland TIPO I, es un cemento de uso general, fabricado mediante la molienda de Clinker y yeso en diferentes porcentajes, asegurando de esa manera un producto de calidad, con mayores resistencias y tiempo de fraguado óptimo para una buena trabajabilidad en obra y/o construcción.

El cemento portland Tipo I, cumple con los requisitos de las normas técnicas NTP 334.009 y ASTM C 150.

APLICACIONES

- Para uso en obras de construcción en general, proporciona resistencias mayores a 6900 PSI (47.6 MPa).
- Usado en la fabricación de ladrillos o bloques de alta resistencia, alcantarillados o adoquines,
- Para asentar ladrillos, tarrajear, enchapes de mayólicas, pisos cerámicos y otros materiales.
- Para preparación de concretos en cimientos, sobre cimientos, zapatas, vigas, columnas y techado de edificaciones.
- Debido a su correcta formulación desarrolla mayores resistencias a temprana edad y un adecuado tiempo de fraguado, requerido por los maestros en obra y/o construcción.

RECOMENDACIONES

- Usar agua y agregados en la proporción correcta.
- Preparar la mezcla sobre una superficie limpia, libre de materiales ajenos a la preparación.
- Como todo concreto es recomendable siempre realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabo final.
- Para asegurar la conservación del cemento, se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes o pisos y protegidas de la humedad.
- Evitar apilar las bolsas en más de 10, para evitar la compactación de las mismas.

PRECAUCIONES

- Este producto, seco o húmedo puede causar irritación o quemadura a los ojos y la piel, por ende, evitar el contacto directo
- Usar lentes de protección, guantes y botas de jebe, así como respiradores de polvo apropiados cuando se abra la bolsa o se ejecute el trabajo.
- Cubra sus brazos y piernas adecuadamente, para evitar irritación.
- Mantener fuera del alcance de los niños.


Victor Cruzado Escobar
Control de Calidad


Psj. Petroperú 598 – Trujillo, La Libertad . (044) 578049

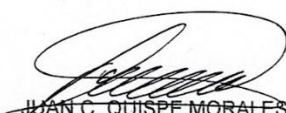

Anexo N°16. Certificado de calibración del equipo prensa de concreto

 METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. <small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 172 - 2018
Área de Metrología Laboratorio de Fuerza		Página 1 de 3
1. Expediente	18375	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.	
3. Dirección	Mz. G Lt. 24 Urb. Dean Saavedra. El Cortijo San Isidro - Trujillo - LA LIBERTAD.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	250000 lbf	
Marca	FORNEY	
Modelo	F-25EX-F-CPILOT	
Número de Serie	12117	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	FORNEY	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	TA-1252	
Resolución	1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS.	
5. Fecha de Calibración	2018-07-02	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2018-07-05	 JUAN C. QUISPE MORALES	
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282 RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282 RPC: 940037490		
		email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo N°17. Certificado de calibración del equipo del horno

METROTEC		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
		<small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
Área de Metrología		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
<i>Laboratorio de Temperatura</i>		MT - LT - 215 - 2018
		<small>Página 1 de 6</small>
1. Expediente	18375	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.	
3. Dirección	Mz. G Lt. 24 Urb. Dean Saavedra. El Cortijo San Isidro - Trujillo - LA LIBERTAD.	
4. Equipo	HORNO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance Máximo	De 0 a 10	
Marca	SHELLAB	
Modelo	1326-2	
Número de Serie	12008012	
Procedencia	USA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO Y ASFALTO	
		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.
		Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2018-06-26	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2018-07-03	 JUAN C. QUISPE MORALES	
<p><i>Metrología & Técnicas S.A.C.</i> Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282 RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282 RPC: 940037490</p>		
		<small>email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com</small>


Anexo N°18. Certificado de calibración del equipo de la balanza electrónica de 6000 g

METROTEC		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
		<small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
<i>Área de Metrología</i> <i>Laboratorio de Masas</i>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 302 - 2018
		<small>Página 1 de 4</small>
1. Expediente 2. Solicitante 3. Dirección 4. Equipo de medición Capacidad Máxima División de escala (d) Div. de verificación (e) Clase de exactitud Marca Modelo Número de Serie Capacidad mínima Procedencia Identificación Ubicación 5. Fecha de Calibración	18375 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C. Mz. G Lt. 24 Urb. Dean Saavedra. El Cortijo San Isidro - Trujillo - LA LIBERTAD. BALANZA ELECTRÓNICA 6000 g 0,1 g 0,1 g II OHAUS SPJ6001 B218905284 5 g U.S.A. 1-011860 (*) LABORATORIO DE SUELOS. 2018-06-26	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2018-07-03	 JUAN C. QUISPE MORALES	
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282 RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282 RPC: 940037490		email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo N°19. Certificado de calibración del equipo de la balanza electrónica de 60 kg

METROTEC		METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
		<small>Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio</small>
Área de Metrología <i>Laboratorio de Masa</i>		CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 304 - 2018
		<small>Página 1 de 4</small>
1. Expediente	18375	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE S.A.C.	
3. Dirección	Mz. G Lt. 24 Urb. Dean Saavedra. El Cortijo San Isidro - Trujillo - LA LIBERTAD.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	60 kg	
División de escala (d)	0,002 kg	
Div. de verificación (e)	0,020 kg	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	T71P	
Número de Serie	B231177767	
Capacidad mínima	0,040 kg	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	1-015096 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS.	
5. Fecha de Calibración	2018-06-28	
Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	
2018-07-03	 JUAN C. QUISPE MORALES	
Metrología & Técnicas S.A.C. Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ Telf.: (511) 540-0642 Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282 RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282 RPC: 940037490		email: metrologia@metrologiatecnicas.com ventas@metrologiatecnicas.com WEB: www.metrologiatecnicas.com

Anexo N°20. Ficha de la fibra de polipropileno SikaFiberPE



BUILDING TRUST

HOJA TÉCNICA

SikaFiber® PE

Fibra sintética para el refuerzo de concreto

<p>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</p>	<p>SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros.</p> <p>SikaFiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.</p> <p>Durante la mezcla SikaFiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.</p> <p>USOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc) ▪ Mortero y concreto proyectado (Shotcrete). ▪ Paneles de fachada. ▪ Elementos prefabricados. ▪ Revestimientos de canales. <p>CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS</p> <p>La adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación. ▪ Aumento importante del índice de tenacidad del concreto. ▪ Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad. ▪ En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión. ▪ La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.
--	---


DATOS BÁSICOS

<p>FORMA</p>	<p>ASPECTO Fibra</p> <p>COLOR Crema claro</p> <p>PRESENTACIÓN Bolsa de 600 g</p>
---------------------	---

Hoja Técnica
SikaFiber® PE
08.05.16, Edición 3

1/4

Anexo N°21. Ficha de la fibra de polipropileno Z Aditivos.



El mejor amigo del concreto

Av. Los Pájaros N°675 Urb. La Campaña, Chorrillos, Lima - Perú
 (01) 3822068 | 060 000 207 / 004 268 834 / 008 128 814 / 004 330 130

Ficha técnica - Edición 19 - Versión 07.18

Fibra para concreto

Fibra Z de Polipropileno

Descripción: Fibra inerte de polipropileno 100% vírgenes químicamente para la prevención de las rajaduras en el concreto. Cumple con las Normas ASTM C1116 Tipo I – II, ASTM C 1399 y resistencia residual. ASTM C 1116-95.

Ventajas

- Reduce la permeabilidad.
- Reduce la contracción y resistencia al impacto y la ductilidad.
- Bloquea la propagación de fisura quedando como micro rajaduras.
- Resistente a álcalis.
- No corrosivo.
- Reduce la pérdida de agua en las primeras 3 horas al 50%.
- No afecta el proceso de hidratación del cemento.
- Resistente a la abrasión.

Usos

En cualquier hormigón de cemento Portland que necesite tenacidad, resistencia al agrietamiento y mejore el sello contra el agua.

Aplicación

- 400gr x m³
- ó a 8kg. Reemplazo de la fibra metálica.
- 400gr x m³ para concreto menor de F_c = 300 Kg/ cm²
- 950gr Concreto mayor de F_c = 300kg/ cm²
- Reemplazo Fierro de temperatura 1.5 a 1.6kg por m² de concreto.
- Concreto: 50gr x Bolsa de cemento.
- Mortero: 30gr x Bolsa de cemento.


Información técnica

- Absorción: Ninguna.
- Gravedad específica: 0.9.
- Temperatura de encendido: 590°C.
- Conductividad térmica: Menor de 1 BTU-in/hr-ft²-°F.
- Conductividad eléctrica: Mayor de 1e + 10 ohm-cm.
- Resistencia a ácidos y sales.
- Ácido acético al 10% durante 28 días: Resistente.

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

San Borja: Av. San Luis 305. Telf: (01) 715 5744 / 981 283 456 | Callao: Av. Elmer Faucett 1631. Telf: (01) 715-5770 / 998 128 493
 Chiclayo: Calle Los Turbos 503 Urb. San Eduardo. Telf: (074) 223 718 / 994 278 778 | Pucallpa: Jr. Coronel Porcillo 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

Anexo N°22. Ficha 01 de validación del instrumento de recolección de datos.



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE
LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS



FACULTAD DE INGENIERÍA
Trujillo - Perú

PARAMETROS DEL EQUIPO: F-25EX-F-Co-Pilot, precisión $\pm 0.5\%$

Modo	Unidades	Velocidad de carga (Kg/s)
Modo 1 compresión	SI	550
Modo 2 compresión diametral	SI	550
Modo 3 flexión	SI	46

PARAMETROS DE LAS MUESTRAS:

Fecha de vaciado del concreto	Fecha de rotura	Estructura	Tiempo de curado
		Cilindros de concreto patrón, reforzado con fibra de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.	
		Vigas de concreto patrón, reforzado con fibra de polipropileno SikaFiberPE y Z Aditivos.	

Wesley Leonardo Carrasco
Ingeniero Civil

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, Enero del 2019

Anexo N°23. Ficha 02 de validación del instrumento de recolección de datos.


Muestra	Asentamientos N°:									Asent.	Asent.
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Promedio	Promedio
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(in)
Patrón											
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE											
0.3 Kg/m3											
0.5 Kg/m3											
0.7 Kg/m3											
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos											
0.3 Kg/m3											
0.5 Kg/m3											
0.7 Kg/m3											

NTP 339.184, Determina la temperatura de la mezcla de concreto (ASTM C1064).

Muestra	Temperatura N°:									Temperatura
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	Promedio (°C)
	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
Patrón										
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE										
0.3 Kg/m3										
0.5 Kg/m3										
0.7 Kg/m3										
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos										
0.3 Kg/m3										
0.5 Kg/m3										
0.7 Kg/m3										

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, Enero del 2019




Wesley Leonardo Carrasco
Ingeniero Civil

Anexo N°24. Ficha 03 de validación del instrumento de recolección de datos.

Muestra	Curado	Espécimen	Dimensiones		Tipo de falla	Carga (kg)	Resistencia compresión F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Área (cm)				
NTP 339.034, Resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C39)								
PATRÓN	7 Días							
	28 Días							
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE								
0.3 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							
0.5 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							
0.7 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco


Trujillo, Enero del 2019



Wesley Leonardo Carrasco
Ingeniero Civil

Anexo N°25. Ficha 04 de validación del instrumento de recolección de datos.


Muestra	Curado	Especimen	Dimensiones		Tipo de falla	Carga (kg)	Resistencia compresión F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Diámetro (cm)	Área (cm)				
			<p>NTP 339.034, Resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto (ASTM C39)</p>					
PATRÓN	7 Días							
	28 Días							
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE								
0.3 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							
0.5 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							
0.7 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							


 Wesley Leonardo Carrasco
 Ingeniero Civil


Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco Trujillo, Enero del 2019

Anexo N°26. Ficha 05 de validación del instrumento de recolección de datos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		FACULTAD DE INGENIERÍA							
LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		Trujillo - Perú							
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos									
0.3 Kg/m3	7 Días								
	28 Días								
0.5 Kg/m3	7 Días								
	28 Días								
0.7 Kg/m3	7 Días								
	28 Días								
NTP 339.084, Resistencia a tracción por compresión diametral del concreto (ASTM C496).									
Muestra	Curado	Espécimen	Dimensiones		Carga (kg)	Resistencia tracción F'c (Kg/cm²)	F'c Promedio (Kg/cm²)		
			Diámetro (cm)	Longitud (cm)					
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE									
PATRÓN	7 Días								
	28 Días								
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco					Trujillo, Enero del 2019				




Anexo N°27. Ficha 06 de validación del instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú					
Aplicación de dosificación con SikaFiber PE							
0.3 Kg/m ³	7 Días						
	28 Días						
0.5 Kg/m ³	7 Días						
	28 Días						
0.7 Kg/m ³	7 Días						
	28 Días						
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z aditivos							
0.3 Kg/m ³	7 Días						
	28 Días						
0.5 Kg/m ³	7 Días						
	28 Días						
0.7 Kg/m ³	7 Días						
	28 Días						


Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco

Trujillo, Enero del 2019




Anexo N°28. Ficha 07 de validación del instrumento de recolección de datos

Muestra	Curado	Especimen	Dimensiones			Carga (Kg)	Resistencia tracción F'c (Kg/cm ²)	F'c Promedio (Kg/cm ²)
			Alto (mm)	Ancho (mm)	Luz libre (mm)			
NTP 339.059, Resistencia a flexión del concreto (ASTM C42).								
Patrón	7 Días							
	28 Días							
Aplicación de dosificación con SikaFiberPE								
0.3 Kg/m ³	7 Días							
	28 Días							


 Wesley Leonardo Carrasco
 Ingeniero Civil

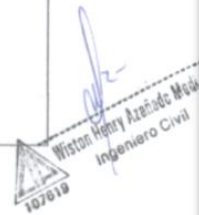
Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco Trujillo, Enero del 2019

Anexo N°29. Ficha 08 de validación del instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú						
0.5 Kg/m³	7 Días							
	28 Días							
0.7 Kg/m³	7 Días							
	28 Días							
Aplicación de dosificación con Fibra de polipropileno Z Aditivos								
0.3 Kg/m³	7 Días							


Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco



Trujillo, Enero del 2019



Wiston Henry Aranda Muela
Ingeniero Civil

Anexo N°30. Ficha 09 de validación del instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE LABORATORIO DE CONCRETO Y ESTRUCTURAS		FACULTAD DE INGENIERÍA Trujillo - Perú									
28 Días											
7 Días											
0.5 Kg/m³	28 Días										
0.7 Kg/m³	7 Días										
0.7 Kg/m³	28 Días										

Jefe de Laboratorio: Wesley Leonardo Carrasco Trujillo, Enero del 2019

Anexo N°31. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 01

Tabla 104.

Resultados del asentamiento de SikaFiberPE del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
10,1	9,2	8,4	7,8
9,9	9,1	8,5	7,9
9,6	9,0	8,4	7,7
9,6	9,1	8,6	7,9
9,9	9,1	8,5	8,0
9,6	9,0	8,4	7,8
10,1	9,2	8,4	7,9
10,1	9,2	8,6	7,8
9,9	9,1	8,6	7,8

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=9,87$$

$$X_2=9,11$$

$$X_3=8,49$$

$$X_4=7,84$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=9$$

$$n=r*c=36$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{9,87 + 9,11 + 8,49 + 7,84}{4} ; x = 8,83$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 105.

Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 01

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
1.62	0.14	0.18	1.06	3.00
1.15	0.07	0.11	0.86	2.19
0.60	0.03	0.18	1.27	2.08
0.60	0.07	0.05	0.86	1.58
1.15	0.07	0.11	0.69	2.02
0.60	0.03	0.18	1.06	1.87
1.62	0.14	0.18	0.86	2.80
1.62	0.14	0.05	1.06	2.87
1.15	0.07	0.05	1.06	2.33
10.09	0.77	1.10	8.76	20.73

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=20.73$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$SCTR = \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2$$

$$= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 9.714$$

$$= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 0.722$$

$$= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 1.034$$

$$= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 8.702$$

$$SCTR=20.73$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 106.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 01

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
0.05	0.01	0.01	0.00	0.07
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	0.01	0.01	0.02	0.11
0.07	0.00	0.01	0.00	0.09
0.00	0.00	0.00	0.02	0.03
0.07	0.01	0.01	0.00	0.09
0.05	0.01	0.01	0.00	0.07
0.05	0.01	0.01	0.00	0.08
0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
0.38	0.05	0.07	0.06	0.56

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE=0.56$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 107.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 01

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	0.59
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	6.72
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.02

Base de datos

Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{6.72}{0.02}$$

$$f = 336.000 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(36 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{32}$$

Tabla 108.

Cálculo de la F crítica de hipótesis específica 01

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	39.854	49.500	53.593	55.833	57.240	58.204	58.906	59.439	59.857	60.195
2	8.526	9.000	9.162	9.243	9.293	9.326	9.349	9.367	9.381	9.392
3	5.538	5.462	5.391	5.343	5.309	5.285	5.266	5.252	5.240	5.230
4	4.545	4.325	4.191	4.107	4.051	4.010	3.979	3.955	3.936	3.920
5	4.060	3.790	3.619	3.520	3.453	3.405	3.368	3.339	3.316	3.297
6	3.776	3.463	3.289	3.181	3.108	3.055	3.014	2.983	2.958	2.937
7	3.589	3.257	3.074	2.961	2.883	2.827	2.785	2.752	2.725	2.703
8	3.458	3.113	2.924	2.806	2.726	2.668	2.624	2.589	2.561	2.538
9	3.360	3.005	2.813	2.693	2.611	2.551	2.505	2.469	2.440	2.416
29	2.887	2.495	2.283	2.149	2.057	1.988	1.935	1.892	1.857	1.827
30	2.881	2.489	2.276	2.142	2.049	1.980	1.927	1.884	1.849	1.819
40	2.835	2.440	2.226	2.091	1.997	1.927	1.873	1.829	1.793	1.763
50	2.809	2.412	2.197	2.061	1.966	1.895	1.840	1.795	1.760	1.729
60	2.791	2.393	2.177	2.041	1.946	1.875	1.819	1.775	1.738	1.707
70	2.779	2.380	2.164	2.027	1.931	1.860	1.804	1.760	1.723	1.691
80	2.769	2.370	2.154	2.016	1.921	1.849	1.793	1.748	1.711	1.680
90	2.762	2.363	2.146	2.008	1.912	1.841	1.785	1.739	1.702	1.670
100	2.756	2.356	2.139	2.002	1.906	1.834	1.778	1.732	1.695	1.663
200	2.731	2.329	2.111	1.973	1.876	1.804	1.747	1.701	1.663	1.631
500	2.716	2.313	2.095	1.956	1.859	1.786	1.729	1.683	1.644	1.612
1000	2.711	2.308	2.089	1.950	1.853	1.780	1.723	1.676	1.638	1.605

Elaborada por Irene Patricia Valdez y Alfaro.

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

Tabla 109.

Interpolación para el Cálculo de la F crítica de hipótesis específica 01

30	2.276
32	X
40	2.226

$$X=2.27$$

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Según tabla: 2.27 (crítica)

Regla de decisión

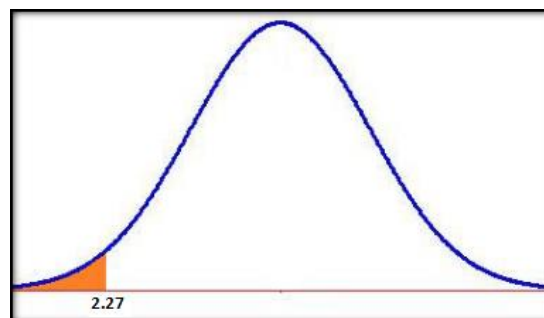


Figura 44. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 01. Elaboración propia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Asentamiento SikaFiberPE

HSD Tukey

(I) concreto patron		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	,75556*	0.06236	0.000	0.5866	0.9245
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	1,37778*	0.06236	0.000	1.2088	1.5467
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	2,02222*	0.06236	0.000	1.8533	2.1912
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	-,75556*	0.06236	0.000	-0.9245	-0.5866
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	,62222*	0.06236	0.000	0.4533	0.7912
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	1,26667*	0.06236	0.000	1.0977	1.4356
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	-1,37778*	0.06236	0.000	-1.5467	-1.2088
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	-,62222*	0.06236	0.000	-0.7912	-0.4533
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	,64444*	0.06236	0.000	0.4755	0.8134
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	-2,02222*	0.06236	0.000	-2.1912	-1.8533
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	-1,26667*	0.06236	0.000	-1.4356	-1.0977
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	-,64444*	0.06236	0.000	-0.8134	-0.4755

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

Figura 45. Prueba post hoc de la hipótesis específica 01. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Asentamiento SikaFiberPE

HSD Tukey_a

concreto patron	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	9	7.8444			
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	9		8.4889		
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	9			9.1111	
Concreto Patrón	9				9.8667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

Figura 46. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 01. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°30. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 02

Tabla 110.

Resultados del asentamiento de Z Aditivos del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
10,1	9.0	8.3	7.6
9,9	8.9	8.5	7.7
9,6	8.8	8.4	7.6
9,6	8.9	8.4	7.6
9,9	8.9	8.3	7.7
9,6	8.8	8.3	7.5
10,1	9.0	8.4	7.6
10,1	8.9	8.4	7.7
9,9	8.9	8.5	7.7

- Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=9.87$$

$$X_2=8.90$$

$$X_3=8.39$$

$$X_4=7.63$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=9$$

$$n=r*c=36$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{9.87 + 8.90 + 8.39 + 7.63}{4} ; x = 8.69$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 111.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 02

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
1.97	0.09	0.16	1.20	3.42
1.45	0.04	0.04	0.99	2.52
0.82	0.01	0.09	1.20	2.12

0.82	0.04	0.09	1.20	2.15
1.45	0.04	0.16	0.99	2.64
0.82	0.01	0.16	1.43	2.42
1.97	0.09	0.09	1.20	3.35
1.97	0.04	0.09	0.99	3.09
1.45	0.04	0.04	0.99	2.52
12.69	0.41	0.90	10.23	24.23

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia
SCT=24.23

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$\begin{aligned}
 SCTR &= \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2 \\
 &= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 12.3084 \\
 &= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 0.37007 \\
 &= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 0.85563 \\
 &= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 10.1867
 \end{aligned}$$

$$SCTR = 23.72$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 112.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 02

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
0.05	0.01	0.01	0.00	0.07
0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
0.07	0.01	0.00	0.00	0.08
0.07	0.00	0.00	0.00	0.07
0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
0.07	0.01	0.01	0.02	0.11
0.05	0.01	0.00	0.00	0.07
0.05	0.00	0.00	0.00	0.06
0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
0.38	0.04	0.05	0.04	0.51

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia
SCE=0.51

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 113.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 02

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	0.69
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	7.91
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.02

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{7.91}{0.02}$$

$$f = 497.205 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(36 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{32}$$

- Según tabla: 2.27 (crítica) cálculo realizado en la tabla 88.

Regla de decisión

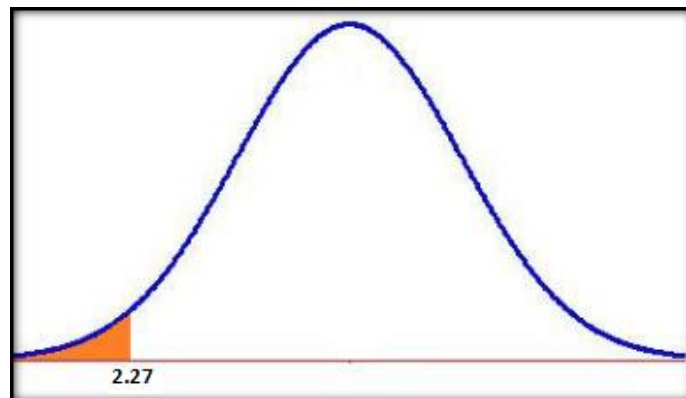


Figura 47. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 02. Elaboración propia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Asentamiento Z Aditivos
HSD Tukey

(I) Concreto Patrón		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	Z Aditivos 0.3 kg/m3	,96667*	0.05945	0.000	0.8056	1.1277
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	1,47778*	0.05945	0.000	1.3167	1.6388
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	2,23333*	0.05945	0.000	2.0723	2.3944
Z Aditivos 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	-,96667*	0.05945	0.000	-1.1277	-0.8056
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	,51111*	0.05945	0.000	0.3500	0.6722
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	1,26667*	0.05945	0.000	1.1056	1.4277
Z Aditivos 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	-1,47778*	0.05945	0.000	-1.6388	-1.3167
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-,51111*	0.05945	0.000	-0.6722	-0.3500
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	,75556*	0.05945	0.000	0.5945	0.9166
Z Aditivos 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	-2,23333*	0.05945	0.000	-2.3944	-2.0723
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-1,26667*	0.05945	0.000	-1.4277	-1.1056
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-,75556*	0.05945	0.000	-0.9166	-0.5945

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

Figura 48. Prueba post hoc de la hipótesis específica 02. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Asentamiento Z Aditivos

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Z Aditivos 0.7 kg/m3	9	7.6333			
Z Aditivos 0.5 kg/m3	9		8.3889		
Z Aditivos 0.3 kg/m3	9			8.9000	
Concreto Patrón	9				9.8667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

Figura 49. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 02. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°31. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 03

Tabla 114.

Resultados de la temperatura de SikaFiberPE del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
22.6	25.1	23.6	22.5
25.7	25.0	23.7	22.6
25.5	24.9	23.5	22.5
25.6	24.8	23.7	22.4
25.5	25.2	23.8	22.8
25.7	25.3	23.9	22.7
25.6	24.8	23.6	22.5
25.6	24.7	23.5	22.4
25.5	24.5	23.2	22.3

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=25.26$$

$$X_2=24.92$$

$$X_3=23.61$$

$$X_4=22.52$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=9$$

$$n=r*c=36$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{25.26 + 24.92 + 23.61 + 22.52}{4} ; x = 24.08$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 115.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 03

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
2.18	1.04	0.23	2.49	5.95
2.63	0.85	0.14	2.18	5.81
2.02	0.68	0.33	2.49	5.52
2.32	0.52	0.14	2.81	5.80
2.02	1.26	0.08	1.63	4.99

2.63	1.49	0.03	1.90	6.06
2.32	0.52	0.23	2.49	5.56
2.32	0.39	0.33	2.81	5.85
2.02	0.18	0.77	3.16	6.13
20.47	6.93	2.29	21.97	51.66

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=51.66$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$SCTR = \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2$$

$$= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 12.4844$$

$$= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 6.4178$$

$$= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 1.9600$$

$$= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 21.778$$

$$SCTR=42.64$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 116.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 03

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
7.05	0.03	0.00	0.00	7.08
0.20	0.01	0.01	0.01	0.22
0.06	0.00	0.01	0.00	0.07
0.12	0.01	0.01	0.01	0.16
0.06	0.08	0.04	0.08	0.25
0.20	0.14	0.08	0.03	0.46
0.12	0.01	0.00	0.00	0.13
0.12	0.05	0.01	0.01	0.20
0.06	0.18	0.17	0.05	0.46
7.98	0.52	0.33	0.20	9.02

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE=9.02$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 117.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 03

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	1.48
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	14.21
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.28

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{\text{CMTR}}{\text{CME}} \\
 f &= \frac{14.21}{0.28} \\
 f &= 50.412 \text{ (prueba)}
 \end{aligned}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$\begin{aligned}
 \text{GL} &= \frac{(C - 1)}{(n - C)} \\
 \text{GL} &= \frac{(4 - 1)}{(36 - 4)} \\
 \text{GL} &= \frac{3}{32}
 \end{aligned}$$

- Según tabla: 2.27 (crítica), calculado en la tabla 88.

Regla de decisión

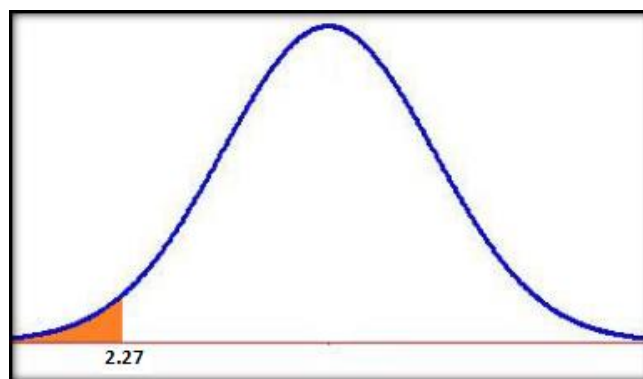


Figura 50. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 03. Elaboración propia.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Temperatura SikaFiberPE
HSD Tukey

		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
(I) concreto patron					Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	0.33333	0.25031	0.550	-0.3448	1.0115
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	1,64444*	0.25031	0.000	0.9663	2.3226
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	2,73333*	0.25031	0.000	2.0552	3.4115
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	-0.33333	0.25031	0.550	-1.0115	0.3448
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	1,31111*	0.25031	0.000	0.6329	1.9893
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	2,40000*	0.25031	0.000	1.7218	3.0782
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	-1,64444*	0.25031	0.000	-2.3226	-0.9663
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	-1,31111*	0.25031	0.000	-1.9893	-0.6329
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	1,08889*	0.25031	0.001	0.4107	1.7671
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	-2,73333*	0.25031	0.000	-3.4115	-2.0552
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	-2,40000*	0.25031	0.000	-3.0782	-1.7218
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	-1,08889*	0.25031	0.001	-1.7671	-0.4107

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

Figura 51. Prueba post hoc de la hipótesis específica 03. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Temperatura SikaFiberPE

HSD Tukey_a

concreto patron	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	9	22.5222		
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	9		23.6111	
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	9			24.9222
Concreto Patrón	9			25.2556
Sig.		1.000	1.000	0.550

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

Figura 52. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 03. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°32. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 04

Tabla 118.

Resultados de la temperatura de Z Aditivos del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
22.6	24.5	23.5	21.8
25.7	24.4	23.6	21.9
25.5	24.4	23.4	22.2
25.6	24.6	23.9	22.3
25.5	24.7	24.3	22.6
25.7	24.8	24.5	22.7
25.6	24.4	24.2	22.4
25.6	24.3	23.9	22.1
25.5	24.0	23.6	21.9

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=25.26$$

$$X_2=24.46$$

$$X_3=23.88$$

$$X_4=22.21$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=9$$

$$n=r*c=36$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{25.26 + 24.92 + 23.61 + 22.52}{4} ; x = 23.95$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 119.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 04

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
1.82	0.30	0.20	4.62	6.95
3.06	0.20	0.12	4.20	7.59

2.40	0.20	0.30	3.06	5.97
2.72	0.42	0.00	2.72	5.87
2.40	0.56	0.12	1.82	4.91
3.06	0.72	0.30	1.56	5.65
2.72	0.20	0.06	2.40	5.39
2.72	0.12	0.00	3.42	6.27
2.40	0.00	0.12	4.20	6.73
23.32	2.74	1.24	28.02	55.33

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=55.33$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$\begin{aligned}
 SCTR &= \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2 \\
 &= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 15.3403 \\
 &= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 2.3003 \\
 &= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 0.0469 \\
 &= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 27.2136
 \end{aligned}$$

$$SCTR=44.90$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 120.

Suma de cuadrados de error especifica 04

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
7.05	0.00	0.14	0.17	7.37
0.20	0.00	0.08	0.10	0.37
0.06	0.00	0.23	0.00	0.29
0.12	0.02	0.00	0.01	0.15
0.06	0.06	0.18	0.15	0.45
0.20	0.12	0.39	0.24	0.94
0.12	0.00	0.10	0.04	0.26
0.12	0.02	0.00	0.01	0.16
0.06	0.21	0.08	0.10	0.44
7.98	0.44	1.20	0.81	10.43

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE=10.43$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 121.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 04

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	1.58
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	14.96
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.33

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{14.96}{0.33}$$

$$f = 45.925 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(36 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{32}$$

- Según tabla: 2.27 (crítica), calculado en la tabla 88.

Regla de decisión

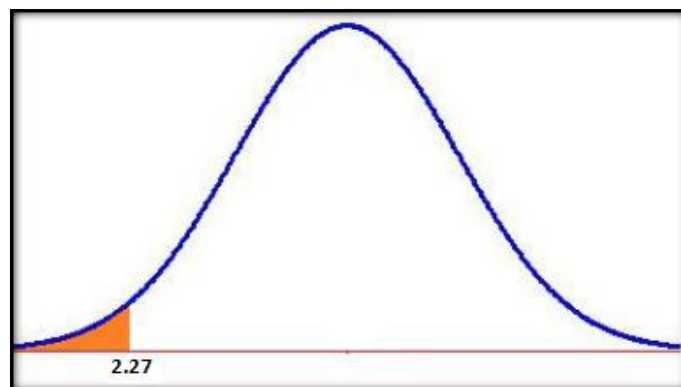


Figura 53. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 04. Elaboración propia.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Temperatura Z Aditivos
HSD Tukey

		Intervalo de confianza al 95%				
(I) Concreto Patrón		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	Z Aditivos 0.3 kg/m3	,80000*	0.26911	0.027	0.0709	1.5291
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	1,37778*	0.26911	0.000	0.6486	2.1069
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	3,04444*	0.26911	0.000	2.3153	3.7736
Z Aditivos 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	-,80000*	0.26911	0.027	-1.5291	-0.0709
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	0,57778	0.26911	0.160	-0.1514	1.3069
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	2,24444*	0.26911	0.000	1.5153	2.9736
Z Aditivos 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	-1,37778*	0.26911	0.000	-2.1069	-0.6486
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-0,57778	0.26911	0.160	-1.3069	0.1514
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	1,66667*	0.26911	0.000	0.9375	2.3958
Z Aditivos 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	-3,04444*	0.26911	0.000	-3.7736	-2.3153
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-2,24444*	0.26911	0.000	-2.9736	-1.5153
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-1,66667*	0.26911	0.000	-2.3958	-0.9375

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

Figura 54. Prueba post hoc de la hipótesis específica 04. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Temperatura Z Aditivos

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Z Aditivos 0.7 kg/m3	9	22.2111		
Z Aditivos 0.5 kg/m3	9		23.8778	
Z Aditivos 0.3 kg/m3	9		24.4556	
Concreto Patrón	9			25.2556
Sig.		1.000	0.160	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

Figura 55. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 04. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°33. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 05

Tabla 122.

Resultados de la resistencia a la compresión de SikaFiberPE del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
358.5	361.9	371.2	380.9
355.0	362.6	370.0	386.1
353.8	364.2	373.2	383.5

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=355.77$$

$$X_2=362.88$$

$$X_3=371.44$$

$$X_4=383.52$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=3$$

$$n=r*c=12$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{355.77 + 352.88 + 371.44 + 383.52}{4} ; x = 368.4$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 123.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 05

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
97.66	42.02	7.60	156.69	303.98
179.90	34.13	2.46	314.62	531.11
213.53	17.91	22.82	228.24	482.50
491.08	94.07	32.89	699.54	1317.58

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=1317.58$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$\begin{aligned}
 SCTR &= \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2 \\
 &= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 478.9929 \\
 &= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 91.3836 \\
 &= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 27.6185 \\
 &= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 685.9188 \\
 \mathbf{SCTR} &= \mathbf{1283.91}
 \end{aligned}$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 124.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 05

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
7.58	0.93	0.08	6.78	15.36
0.60	0.10	2.15	6.85	9.71
3.91	1.66	3.04	0.00	8.60
12.09	2.69	5.27	13.62	33.67

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$\mathbf{SCE=33.67}$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 125.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 05

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	119.780
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	427.971
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	4.2088

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$F = \frac{CMTR}{CME}$$

$$\int = \frac{427.9713}{4.2088}$$

$$\int = 101.684 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(12 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{8}$$

Tabla 126.

Calculo de F crítica de hipótesis específica 05

	1	2	3	4	5	6
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

Según tabla: 4.07 (crítica)

Regla de decisión

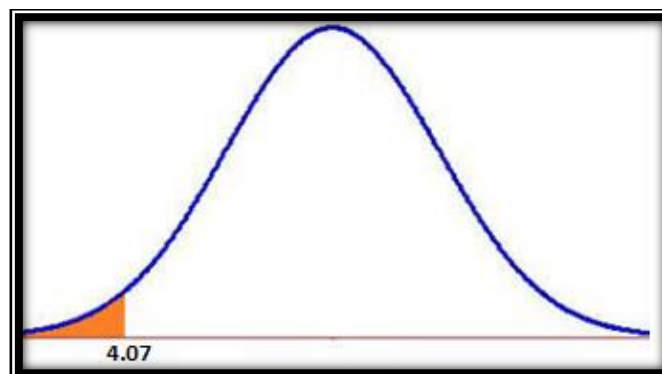


Figura 56. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 05. Elaboración propia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente:

HSD Tukey

		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Limite inferior	Limite superior
(I) Concreto Patrón	Concreto Patrón					
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	-7,11667*	1.67508	0.012	-12.4809	-1.7525
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	-15,67000*	1.67508	0.000	-21.0342	-10.3058
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	-27,75667*	1.67508	0.000	-33.1209	-22.3925
SikaFiberP E 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	7,11667*	1.67508	0.012	1.7525	12.4809
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	-8,55333*	1.67508	0.004	-13.9175	-3.1891
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	-20,64000*	1.67508	0.000	-26.0042	-15.2758
SikaFiberP E 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	15,67000*	1.67508	0.000	10.3058	21.0342
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	8,55333*	1.67508	0.004	3.1891	13.9175
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	-12,08667*	1.67508	0.000	-17.4509	-6.7225
SikaFiberP E 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	27,75667*	1.67508	0.000	22.3925	33.1209
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	20,64000*	1.67508	0.000	15.2758	26.0042
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	12,08667*	1.67508	0.000	6.7225	17.4509

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

Figura 57. Prueba post hoc de la hipótesis específica 05. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Resistencia a la compresión

HSD Tukey^a

	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Concreto Patrón	3	355.7667			
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	3		362.8833		
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	3			371.4367	
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	3				383.5233
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 58. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 05. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°34. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 06

Tabla 127.

Resultados de la temperatura de Z Aditivos del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
358.52	358.19	381.05	384.77
354.99	357.22	384.09	386.74
353.79	356.18	380.49	383.25

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=355.77$$

$$X_2=357.20$$

$$X_3=381.88$$

$$X_4=384.92$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=3$$

$$n=r*c=12$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{355.77 + 357.20 + 381.88 + 384.92}{4} ; x = 369.94$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 128.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 06

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
130.42	138.06	123.43	219.93	611.84
223.50	161.80	200.22	282.24	867.76
260.82	189.34	111.30	177.16	738.62
614.74	489.20	434.96	679.32	2218.22

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=2218.22$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$SCTR = \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2$$

$$= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 602.65$$

$$= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 487.18$$

$$= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 427.45$$

$$= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 673.20$$

$$SCTR = 2190.48$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 129.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 06

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
7.58	0.99	0.68	0.02	9.27
0.60	0.00	4.90	3.31	8.81
3.91	1.03	1.92	2.79	9.65
12.09	2.02	7.51	6.12	27.74

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE = 27.74$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 130.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 06

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	201.657
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	730.160
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	3.468

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{730.16}{3.468}$$

$$f = 210.565 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(12 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{8}$$

Según tabla 105: interceptamos y nos da un valor de 4.07 (crítica)

Regla de decisión

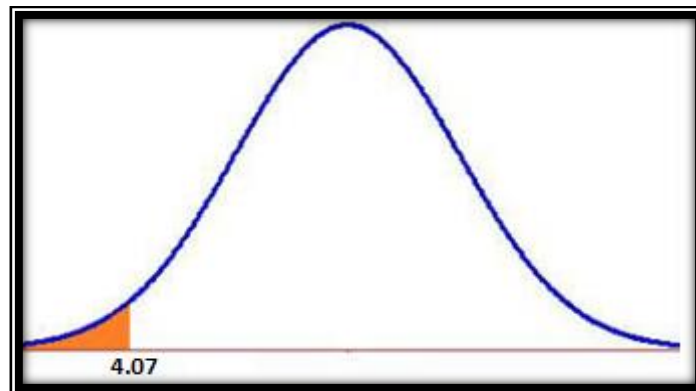


Figura 59. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 06. Elaboración propia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la Compresión
HSD Tukey

		Intervalo de confianza al 95%				
(I) Concreto Patrón		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-1.43000	1.52044	0.785	-6.2990	3.4390
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-26,11000*	1.52044	0.000	-30.9790	-21.2410
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-29,15333*	1.52044	0.000	-34.0223	-24.2843
Z Aditivos 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	1.43000	1.52044	0.785	-3.4390	6.2990
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-24,68000*	1.52044	0.000	-29.5490	-19.8110
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-27,72333*	1.52044	0.000	-32.5923	-22.8543
Z Aditivos 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	26,11000*	1.52044	0.000	21.2410	30.9790
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	24,68000*	1.52044	0.000	19.8110	29.5490
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-3.04333	1.52044	0.264	-7.9123	1.8257
Z Aditivos 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	29,15333*	1.52044	0.000	24.2843	34.0223
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	27,72333*	1.52044	0.000	22.8543	32.5923
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	3.04333	1.52044	0.264	-1.8257	7.9123

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

Figura 60. Prueba post hoc de la hipótesis específica 06. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Resistencia a la Compresión

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Concreto Patrón	3	355.7667	
Z Aditivos 0.3 kg/m3	3	357.1967	
Z Aditivos 0.5 kg/m3	3		381.8767
Z Aditivos 0.7 kg/m3	3		384.9200
Sig.		0.785	0.264

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 61. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 06. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°35. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 07

Tabla 131.

Resultados de la resistencia a la tracción de SikaFiberPE del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
19.74	24.96	30.09	32.06
19.88	28.09	30.45	31.91
19.43	27.03	30.45	29.73

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=19.68$$

$$X_2=26.69$$

$$X_3=30.33$$

$$X_4=31.23$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=3$$

$$n=r*c=12$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{19.68 + 26.69 + 30.33 + 31.23}{4} ; x = 26.985$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 132.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 07

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
52.49	4.10	9.64	25.76	91.99
50.48	1.22	12.01	24.26	87.96
57.08	0.00	12.01	7.54	76.62
160.05	5.32	33.65	57.55	256.57

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=256.57$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$SCTR = \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2$$

$$= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 159.94$$

$$= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 0.2552$$

$$= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 33.567$$

$$= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 54.145$$

$$\mathbf{SCTR=247.91}$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 133.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 07

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
0.00	3.00	0.06	0.68	3.75
0.04	1.95	0.01	0.46	2.46
0.06	0.11	0.01	2.26	2.45
0.11	5.07	0.09	3.40	8.66

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$\mathbf{SCE=8.66}$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 134.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 07

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	23.3248
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	82.6368
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	1.0828

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{82.6368}{1.0828}$$

$$f = 76.32 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(12 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{8}$$

Según tabla 105: interceptamos y nos da un valor de 4.07 (crítica)

Regla de decisión

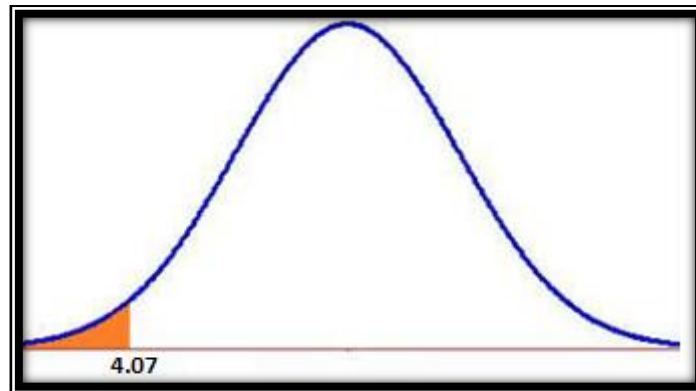


Figura 62. *F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 07. Elaboración propia*

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la Tracción

HSD Tukey

(I) Concreto Patrón		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	-7,01000*	0.84962	0.000	-9.7308	-4.2892
	SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	-10,64667*	0.84962	0.000	-13.3674	-7.9259
	SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	-11,55000*	0.84962	0.000	-14.2708	-8.8292
SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	Concreto Patrón	7,01000*	0.84962	0.000	4.2892	9.7308
	SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	-3,63667*	0.84962	0.011	-6.3574	-0.9159
	SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	-4,54000*	0.84962	0.003	-7.2608	-1.8192
SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	Concreto Patrón	10,64667*	0.84962	0.000	7.9259	13.3674
	SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	3,63667*	0.84962	0.011	0.9159	6.3574
	SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	-0.90333	0.84962	0.720	-3.6241	1.8174
SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	Concreto Patrón	11,55000*	0.84962	0.000	8.8292	14.2708
	SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	4,54000*	0.84962	0.003	1.8192	7.2608
	SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	0.90333	0.84962	0.720	-1.8174	3.6241

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

Figura 63. Prueba post hoc de la hipótesis específica 07. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Resistencia a la Tracción

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Concreto Patrón	3	19.6833		
SikaFiberPE 0.3 kg/m ³	3		26.6933	
SikaFiberPE 0.5 kg/m ³	3			30.3300
SikaFiberPE 0.7 kg/m ³	3			31.2333
Sig.		1.000	1.000	0.720

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 64. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 07. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°36. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 08

Tabla 135.

Resultados de la resistencia a la tracción de Z Aditivos del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m ³	0,5 kg/m ³	0,7 kg/m ³
19.74	27.05	27.28	30.31
19.88	26.52	28.40	29.73
19.43	26.34	27.09	28.45

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=19.68$$

$$X_2=26.64$$

$$X_3=27.59$$

$$X_4=29.50$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=3$$

$$n=r*c=12$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{19.68 + 26.64 + 27.59 + 29.50}{4} ; x = 25.852$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 136.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 08

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
37.35	1.44	2.04	19.88	60.71
35.66	0.45	6.49	15.04	57.64
41.24	0.24	1.53	6.75	49.76
114.25	2.12	10.07	41.67	168.11

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=168.11$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$\begin{aligned}
 SCTR &= \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2 \\
 &= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 114.15 \\
 &= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 1.8487 \\
 &= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 9.0654 \\
 &= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 39.858
 \end{aligned}$$

$$SCTR = 164.92$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 137.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 08

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
0.00	0.17	0.10	0.66	0.93
0.04	0.01	0.66	0.05	0.76
0.06	0.09	0.25	1.10	1.50
0.11	0.27	1.00	1.81	3.19

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE = 3.19$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 138.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 08

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	15.2827
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	54.9724
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.3990

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{54.9724}{0.3990}$$

$$f = 137.767 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(12 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{8}$$

Según tabla 105: interceptamos y nos da un valor de 4.07 (crítica)

Regla de decisión

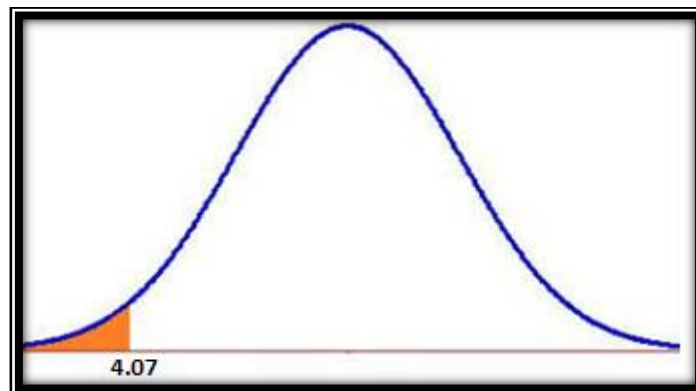


Figura 65. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 08. Elaboración propia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la Tracción
HSD Tukey

(I) Concreto Patrón		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-6,95333*	0.51577	0.000	-8.6050	-5.3017
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-7,90667*	0.51577	0.000	-9.5583	-6.2550
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-9,81333*	0.51577	0.000	-11.4650	-8.1617
Z Aditivos 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	6,95333*	0.51577	0.000	5.3017	8.6050
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-0,95333	0.51577	0.320	-2.6050	0.6983
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-2,86000*	0.51577	0.002	-4.5117	-1.2083
Z Aditivos 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	7,90667*	0.51577	0.000	6.2550	9.5583
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	0,95333	0.51577	0.320	-0.6983	2.6050
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-1,90667*	0.51577	0.025	-3.5583	-0.2550
Z Aditivos 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	9,81333*	0.51577	0.000	8.1617	11.4650
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	2,86000*	0.51577	0.002	1.2083	4.5117
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	1,90667*	0.51577	0.025	0.2550	3.5583

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

Figura 66. Prueba post hoc de la hipótesis específica 08. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Resistencia a la Tracción

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Concreto Patrón	3	19.6833		
Z Aditivos 0.3 kg/m3	3		26.6367	
Z Aditivos 0.5 kg/m3	3		27.5900	
Z Aditivos 0.7 kg/m3	3			29.4967
Sig.		1.000	0.320	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Figura 67. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 08. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°37. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 09

Tabla 139.

Resultados de la resistencia a la flexión de SikaFiberPE del concreto

PATRÓ	0,3	0,5	0,7 kg/m3
47.80	49.84	55.93	59.55
47.94	49.65	57.39	61.10
48.48	50.68	56.33	62.84
49.09	50.19	56.86	61.06
49.28	50.23	57.76	60.32
47.44	50.35	57.67	59.28

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=48.34$$

$$X_2=50.16$$

$$X_3=56.99$$

$$X_4=60.69$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=6$$

$$n=r*c=24$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{48.34 + 50.16 + 56.99 + 60.69}{4} ; x = 54.04417$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 140.

Suma de cuadrados totales de hipótesis específica 09

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
38.99	17.68	3.56	30.31	90.54
37.26	19.31	11.19	49.78	117.55
30.96	11.32	5.23	77.37	124.87
24.54	14.85	7.93	49.22	96.55
22.70	14.55	13.81	39.39	90.44
43.62	13.65	13.15	27.41	97.82
198.07	91.35	54.86	273.49	617.76

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=617.76$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$\begin{aligned}
 SCTR &= \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2 \\
 &= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 195.3392 \\
 &= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 90.6759 \\
 &= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 52.0676 \\
 &= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 265.1355
 \end{aligned}$$

$$SCTR=603.22$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 141.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 09

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
0.29	0.10	1.12	1.30	2.82
0.16	0.26	0.16	0.17	0.74
0.02	0.27	0.44	4.62	5.34
0.57	0.00	0.02	0.14	0.72
0.89	0.01	0.59	0.14	1.62
0.81	0.04	0.46	1.99	3.30
2.73	0.67	2.79	8.35	14.55

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE=14.55$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 142.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 09

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	26.8593
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	201.072
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.7273

- *Nota.* Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{201.0728}{0.7273}$$

$$f = 276.474 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(24 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{20}$$

Tabla 143.

Cálculo de la F crítica de hipótesis específica 09

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	39.854	49.500	53.593	55.833	57.240	58.204	58.906	59.439
2	8.526	9.000	9.162	9.243	9.293	9.326	9.349	9.367
3	5.538	5.462	5.391	5.343	5.309	5.285	5.266	5.252
4	4.545	4.325	4.191	4.107	4.051	4.010	3.979	3.955
5	4.050	3.780	3.619	3.520	3.453	3.405	3.368	3.339
6	3.776	3.463	3.289	3.181	3.108	3.055	3.014	2.983
7	3.569	3.257	3.074	2.951	2.883	2.827	2.785	2.752
8	3.428	3.113	2.924	2.806	2.725	2.668	2.624	2.589
9	3.360	3.036	2.813	2.693	2.611	2.551	2.505	2.469
10	3.285	2.924	2.728	2.605	2.522	2.461	2.414	2.377
11	3.225	2.860	2.660	2.536	2.451	2.389	2.342	2.304
12	3.177	2.807	2.606	2.480	2.394	2.331	2.283	2.245
13	3.136	2.763	2.560	2.434	2.347	2.283	2.234	2.195
14	3.102	2.726	2.522	2.395	2.307	2.243	2.193	2.154
15	3.073	2.695	2.490	2.361	2.273	2.208	2.158	2.119
16	3.048	2.668	2.462	2.333	2.244	2.179	2.128	2.088
17	3.026	2.645	2.437	2.308	2.218	2.152	2.102	2.061
18	3.007	2.624	2.415	2.286	2.195	2.130	2.079	2.038
19	2.990	2.605	2.397	2.266	2.175	2.109	2.058	2.017
20	2.975	2.589	2.380	2.249	2.158	2.091	2.040	1.999

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

Según tabla 122: interceptamos y nos da un valor de 2.38 (crítica)

Regla de decisión

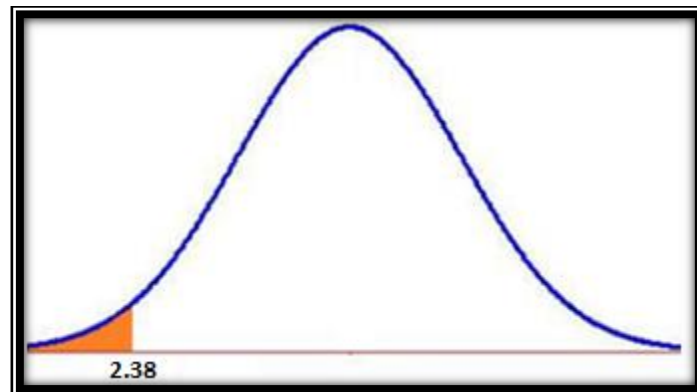


Figura 68. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 09. Elaboración propia

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la Flexión
HSD Tukey

		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
(I) Concreto Patrón						
Concreto Patrón	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	-1,81833*	0.49237	0.007	-3.1964	-0.4402
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	-8,65167*	0.49237	0.000	-10.0298	-7.2736
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	-12,35333*	0.49237	0.000	-13.7314	-10.9752
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	1,81833*	0.49237	0.007	0.4402	3.1964
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	-6,83333*	0.49237	0.000	-8.2114	-5.4552
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	-10,53500*	0.49237	0.000	-11.9131	-9.1569
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	8,65167*	0.49237	0.000	7.2736	10.0298
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	6,83333*	0.49237	0.000	5.4552	8.2114
	SikaFiberPE 0.7 kg/m3	-3,70167*	0.49237	0.000	-5.0798	-2.3236
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	12,35333*	0.49237	0.000	10.9752	13.7314
	SikaFiberPE 0.3 kg/m3	10,53500*	0.49237	0.000	9.1569	11.9131
	SikaFiberPE 0.5 kg/m3	3,70167*	0.49237	0.000	2.3236	5.0798

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

Figura 69. Prueba post hoc de la hipótesis específica 09. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Resistencia a la Flexión

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Concreto Patrón	6	48.3383			
SikaFiberPE 0.3 kg/m3	6		50.1567		
SikaFiberPE 0.5 kg/m3	6			56.9900	
SikaFiberPE 0.7 kg/m3	6				60.6917
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

Figura 70. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 09. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°38. Prueba Anova con un factor INTERsujetos - hipótesis especificada 10

Tabla 144.

Resultados de la resistencia a la flexión de Z Aditivos del concreto

PATRÓN	0,3 kg/m3	0,5 kg/m3	0,7 kg/m3
47.80	47.42	53.92	57.66
47.94	51.18	51.32	58.17
48.48	50.33	52.13	57.75
49.09	51.07	53.42	57.38
49.28	49.24	53.52	57.95
47.44	51.26	53.29	57.99

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Sacar el promedio de cada grupo

$$X_1=48.34$$

$$X_2=50.08$$

$$X_3=52.93$$

$$X_4=57.82$$

- Calcular EL "n"

$$c=4$$

$$r=6$$

$$n=r*c=24$$

- Calcular la gran media

$$x = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4}{\# \bar{x}} ; x = \frac{48.34 + 50.08 + 52.93 + 57.82}{4} ; x = 52.293$$

- Suma de cuadrados totales (SCT)

$$SCT = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x})^2$$

Tabla 145.

Suma de cuadrados totales de hipótesis especifica 10

X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	TOTAL
20.19	23.75	2.65	28.81	75.38
18.95	1.24	0.95	34.54	55.67
14.54	3.85	0.03	29.78	48.20
10.26	1.50	1.27	25.88	38.90
9.08	9.32	1.51	32.00	51.91
23.55	1.07	0.99	32.46	58.07
96.56	40.72	7.39	183.46	328.13

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCT=328.13$$

- Suma de cuadrado de tratamientos

$$\begin{aligned} SCTR &= \sum ij(\bar{x}_j - \bar{x})^2 \\ &= r(\bar{x}_1 - \bar{x})^2 = 93.8324 \\ &= r(\bar{x}_2 - \bar{x})^2 = 29.2936 \\ &= r(\bar{x}_3 - \bar{x})^2 = 2.4608 \\ &= r(\bar{x}_4 - \bar{x})^2 = 183.0709 \end{aligned}$$

$$SCTR=308.66$$

- Suma de cuadrado de error

$$SCE = \sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2$$

Tabla 146.

Suma de cuadrados de error de hipótesis específica 10

X₁	X₂	X₃	X₄	TOTAL
0.29	7.09	0.97	0.02	8.38
0.16	1.20	2.60	0.12	4.09
0.02	0.06	0.65	0.00	0.73
0.57	0.97	0.24	0.19	1.97
0.89	0.71	0.34	0.02	1.96
0.81	1.38	0.13	0.03	2.35
2.73	11.43	4.93	0.39	19.48

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

$$SCE=19.48$$

- Cálculo de los diferentes cuadrados

Tabla 147.

Resultados de los diversos cuadrados de hipótesis específica 10

Cuadrado medio total (CMT)	SCT / (n-1)	14.2667
Cuadrado medio tratamiento	STR / (c-1)	102.885
Cuadrado medio error (CME)	SCE / (n-c)	0.9738

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración propia

- Prueba de Fisher

$$f = \frac{CMTR}{CME}$$

$$f = \frac{102.8859}{0.9738}$$

$$f = 105.656 \text{ (prueba)}$$

- Buscar en la tabla de Fisher

$$GL = \frac{(C - 1)}{(n - C)}$$

$$GL = \frac{(4 - 1)}{(24 - 4)}$$

$$GL = \frac{3}{20}$$

Según tabla 122: interceptamos y nos da un valor de 2.38 (crítica)

Regla de decisión

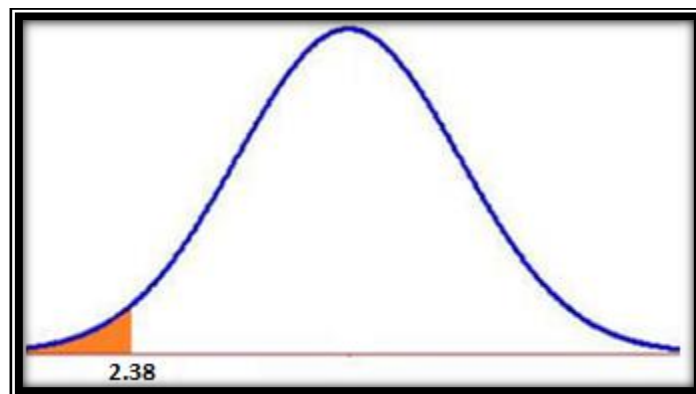


Figura 71. F crítica en la curva tipo campana, hipótesis específica 10. Elaboración propia (editado)

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resistencia a la Flexión

HSD Tukey

		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
(I) Concreto Patrón					Límite inferior	Límite superior
Concreto Patrón	Z Aditivos 0.3 kg/m3	-1,74500*	0.56973	0.029	-3.3396	-0.1504
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-4,59500*	0.56973	0.000	-6.1896	-3.0004
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-9,47833*	0.56973	0.000	-11.0730	-7.8837
Z Aditivos 0.3 kg/m3	Concreto Patrón	1,74500*	0.56973	0.029	0.1504	3.3396
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	-2,85000*	0.56973	0.000	-4.4446	-1.2554
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-7,73333*	0.56973	0.000	-9.3280	-6.1387
Z Aditivos 0.5 kg/m3	Concreto Patrón	4,59500*	0.56973	0.000	3.0004	6.1896
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	2,85000*	0.56973	0.000	1.2554	4.4446
	Z Aditivos 0.7 kg/m3	-4,88333*	0.56973	0.000	-6.4780	-3.2887
Z Aditivos 0.7 kg/m3	Concreto Patrón	9,47833*	0.56973	0.000	7.8837	11.0730
	Z Aditivos 0.3 kg/m3	7,73333*	0.56973	0.000	6.1387	9.3280
	Z Aditivos 0.5 kg/m3	4,88333*	0.56973	0.000	3.2887	6.4780

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

Figura 72. Prueba post hoc de la hipótesis específica 10. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Resistencia a la Flexión

HSD Tukey_a

Concreto Patrón	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Concreto Patrón	6	48.3383			
Z Aditivos 0.3 kg/m3	6		50.0833		
Z Aditivos 0.5 kg/m3	6			52.9333	
Z Aditivos 0.7 kg/m3	6				57.8167
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 6,000.

Figura 73. Prueba HSD Tukey de la hipótesis específica 10. Base de datos – SPSS. Elaboración propia

Anexo N°39: Valores de la distribución normal estandarizada

Tabla 148.

Valores de distribución normal estandarizada

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	
80%	0.20	0.842	
90%	0.10	1.282	
95%	0.05	1.645	
99%	0.01	2.326	

Nota. Recuperado de Manual estadística UPN.

Anexo N°40. Datos para el análisis económico de la investigación

Tabla 149.

Datos de diseño de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/m³

Materiales	Peso seco (Kg)	Peso SSS (Kg/m³)	Peso Húmedo (Kg/m³)
Cemento Tipo I	436	436	436
Agua	205	205	212
Agregado Fino	755	764	765
Agregado Grueso	966	979	972
Aire (2%)	-	-	-
Total	2362	2384	2385

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 150.

Datos de precios de los materiales

MATERIALES	PESO UNI.	TANDA/M3	PRECIO UNITARIO
Cemento Tipo I	42.4	10.2830	S/. 19.00
Agua	1000	0.2120	S/. 8.00
Agregado Fino	1640	0.4665	S/. 25.00
Agregado Grueso	1430	0.6797	S/. 40.00

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Tabla 151.

Datos de precios de la fibra de polipropileno

PRECIOS ADITIVOS	PRECIO BOLSA	KG	PRECIO 1 KG
SIKA ADITIVOS	24	0.6	40.00
Z ADITIVOS	45	1.6	28.13

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°41. Calculo del análisis de costo del concreto Patrón

Tabla 152.

Cálculo del costo de 1 m³ de concreto convencional f'c=280 kg/cm²

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM²					
PARTIDA	CONCRETO F'C=280 KG/CM²				
	10	COSTO UNITARIO CONCRETO			
RENDIMIENTO	M3/DIA	POR M3			434.51
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96
					176.20
MATERIALES					
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48
					242.71
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	176.20	5.29
MEZCLADORA DE CONCRETO					
8HP 9P3		0.5000	0.4000	11.20	4.48
VIBRADOR DE CONCRETO					
(3/4"- 2")		0.5000	0.4000	14.60	5.84
					15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°42. Calculo del análisis de costo del concreto con 0.3 kg/m³ de SikaFiberPE

Tabla 153.

Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.3 \text{ Kg/m}^3$ de SikaFiberPE

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM²+ 0.3 KG/M³ DE SIKAFIBER

PARTIDA RENDIMIENTO	CONCRETO F'C=280 KG/CM ²		COSTO UNITARIO CONCRETO POR M ³		446.51 PARCIAL
	10 M3/DIA	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96
					176.20
MATERIALES					
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48
FIFRA DE POLIPROPILENO SIKA	KG		0.3000	40.00	12.00
					254.71
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	176.20	5.29
MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		0.5000	0.4000	11.20	4.48
VIBRADOR DE CONCRETO (3/4"- 2")		0.5000	0.4000	14.60	5.84
					15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°43. Calculo del análisis de costo del concreto con 0.5 kg/m³ de SikaFiberPE

Tabla 154.

Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional f'c=280 Kg/cm² + 0.5 Kg/m³ de SikaFiberPE

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM²+ 0.5 KG/M³ DE SIKAFIBER

PARTIDA RENDIMIENTO	CONCRETO F'C=280 KG/CM ²			PRECIO	454.51
	10 M3/DIA	COSTO UNITARIO	CONCRETO POR M3		
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96
					176.20
MATERIALES					
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48
FIFRA DE POLIPROPILENO					
SIKA	KG		0.5000	40.00	20.00
					262.71
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	176.20	5.29
MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		0.5000	0.4000	11.20	4.48
VIBRADOR DE CONCRETO (3/4" - 2")		0.5000	0.4000	14.60	5.84
					15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°44. Calculo del análisis de costo del concreto con 0.7 kg/m³ de SikaFiberPE

Tabla 155.

Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional f'c=280 Kg/cm² + 0.7 Kg/m³ de SikaFiberPE

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM²+ 0.7 KG/M³ DE SIKAFIBER

PARTIDA RENDIMIENTO	CONCRETO F'C=280 KG/CM			CANTIDAD	PRECIO	462.51 PARCIAL
	10 M3/DIA	COSTO UNITARIO	CONCRETO POR M3			
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA				
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10	
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22	
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93	
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96	
						176.20
MATERIALES						
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38	
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19	
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66	
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48	
FIFRA DE POLIPROPILENO						
SIKA	KG		0.7000	40.00	28.00	
						270.71
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		0.0300	176.20	5.29	
MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		0.5000	0.4000	11.20	4.48	
VIBRADOR DE CONCRETO (3/4"- 2")		0.5000	0.4000	14.60	5.84	
						15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°45. Calculo del análisis de costo del concreto con 0.3 kg/m³ de Z Aditivos

Tabla 156.

Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional f'c=280 Kg/cm² + 0.3 Kg/m³ de Z

Aditivos

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM ² + 0.3 KG/M ³ DE Z ADITIVOS						
PARTIDA	CONCRETO F'C=280 KG/CM					
RENDIMIENTO	10 M3/DIA	COSTO UNITARIO	CONCRETO POR M3			442.95
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10	
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22	
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93	
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96	
						176.20
MATERIALES						
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38	
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19	
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66	
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48	
FIFRA DE POLIPROPILENO						
Z ADITIVOS	KG		0.3000	28.13	8.44	
						251.15
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS						
HERRAMIENTAS MANUALES						
MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3	%MO		0.0300	176.20	5.29	
VIBRADOR DE CONCRETO (3/4"- 2")		0.5000	0.4000	11.20	4.48	
		0.5000	0.4000	14.60	5.84	
						15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°46. Calculo del análisis de costo del concreto con 0.5 kg/m³ de Z Aditivos

Tabla 157.

Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2 + 0.5 \text{ Kg/m}^3$ de Z

Aditivos

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM²+ 0.5 KG/M³ DE Z ADITIVOS

PARTIDA	CONCRETO F'C=280 KG/CM		COSTO UNITARIO CONCRETO POR M3		448.58
RENDIMIENTO	10 M3/DIA	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
DESCRIPCION	UNIDAD				
MANO DE OBRA					
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96
					176.20
MATERIALES					
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48
FIFRA DE POLIPROPILENO					
Z ADITIVOS	KG		0.5000	28.13	14.06
					256.77
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES					
MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3	%MO	0.5000	0.0300	176.20	5.29
VIBRADOR DE CONCRETO (3/4" - 2")		0.5000	0.4000	11.20	4.48
			0.4000	14.60	5.84
					15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°47. Calculo del análisis de costo del concreto con 0.7 kg/m³ de Z Aditivos

Tabla 158.

Cálculo del costo 1 m³ de concreto convencional f'c=280 Kg/cm² + 0.7 Kg/m³ de Z

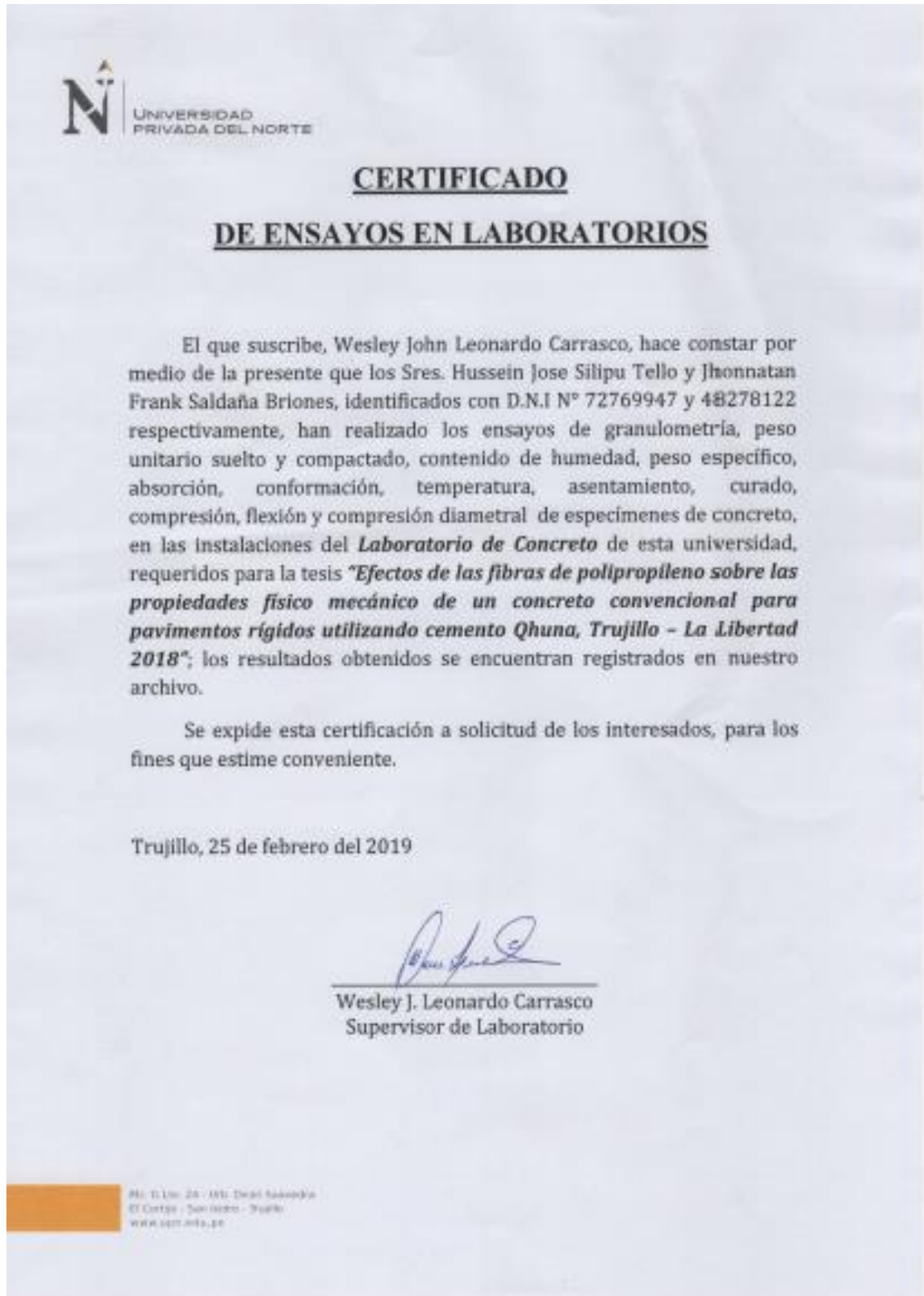
Aditivos

ANALISIS CONCRETO PATRON F'C=280 KG/CM²+ 0.7 KG/M³ DE Z ADITIVOS

PARTIDA	CONCRETO F'C=280 KG/CM ²				
RENDIMIENTO	10 M3/DIA	COSTO UNITARIO	CONCRETO POR M3		454.20
DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					
CAPATAZ	HH	1.0000	0.8000	23.87	19.10
OPERAIO	HH	2.0000	1.6000	20.76	33.22
OFICIAL	HH	2.0000	1.6000	16.83	26.93
PEON	HH	8.0000	6.4000	15.15	96.96
					176.20
MATERIALES					
CEMENTO TIPO 1 (42.5 GK)	M3		10.2830	19.00	195.38
PIEDRA CHANCADA 3/4	M3		0.6797	40.00	27.19
ARENA GRUESA	M3		0.4665	25.00	11.66
AGUA	M3		0.2120	40.00	8.48
FIFRA DE POLIPROPILENO					
SIKA	KG		0.7000	28.13	19.69
					262.40
HERRAMIENTAS Y/O EQUIPOS					
HERRAMIENTAS MANUALES					
	%MO		0.0300	176.20	5.29
MEZCLADORA DE CONCRETO 8HP 9P3		0.5000	0.4000	11.20	4.48
VIBRADOR DE CONCRETO (3/4"- 2")		0.5000	0.4000	14.60	5.84
					15.61

Nota. Recuperado de base de datos. Elaboración Propia

Anexo N°48. Panel fotográfico de la investigación



Anexo N°49. Panel fotográfico de la investigación



Figura 74. Extracción de los agregados en la cantera San Martin. Fuente Propia



Figura 75. Moldes de especímenes viga. Fuente Propia



Figura 76. Llenado y vibrado de probetas cilíndricas. Fuente Propia



Figura 77. Desencofrado de especímenes cilíndricos. Fuente Propia



Figura 78. Curado de especímenes cilíndricas Fuente propia



Figura 79. Secado de especímenes para rotura. Fuente propia



Figura 80. Rotura de especímenes cilíndricas a compresión. Fuente propia



Figura 81. Ensayo a la compresión diametral - Tracción. Fuente propia



Figura 82. Llenado y vibrado de la mezcla en los moldes de vigas. Fuente propia



Figura 83. Conformación de las vigas. Fuent: propia



Figura 84. Curado de los especímenes de vigas en la poza. Fuente propia



Figura 85. Secado de vigas para posterior rotura. Fuente propia



Figura 86. Rotura de vigas con el apoyo del jefe de laboratorio. Fuente propia