

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL Y DEL AMBIENTE  
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN  
EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA**

Tesis presentada por:  
Bach. Maria Milagros Gutierrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

Para optar el Título Profesional de:  
INGENIERO CIVIL

**AREQUIPA-PERU**

**2015**

## INDICE

### CAPÍTULO I: GENERALIDADES

- 1.1. INTRODUCCIÓN
- 1.2. PROBLEMÁTICA
- 1.3. JUSTIFICACIÓN
- 1.4. ANTECEDENTES
- 1.5. HIPÓTESIS
- 1.6. OBJETIVOS
- 1.7. METODOLOGÍA

### CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

- 2.1. MATERIALES COMPUESTOS
- 2.2. CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS
  - 2.2.1. DEFINICION
  - 2.2.2. INFLUENCIA DE LA ORIENTACION Y DE LA CONCENTRACION DE LA FIBRA
  - 2.2.3. INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE LA FIBRA
- 2.3. MATERIALES
  - 2.3.1. CEMENTO YURA PORTLAND TIPO IP
    - 2.2.1.1. VENTAJAS DE UTILIZACION PARA LA PRODUCCION DE CONCRETO SIMPLE Y ARMADO
    - 2.2.1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y COMPUESTOS PRINCIPALES
  - 2.3.2. AGREGADOS
    - 2.2.2.1. DEFINICION
    - 2.2.2.2. CLASIFICACION
    - 2.2.2.3. PROPIEDADES
    - 2.2.2.4. ENSAYOS DE AGREGADO PARA LA DOSIFICACION DE MEZCLAS
  - 2.3.3. AGUA EN CONCRETO
    - 2.2.3.1. DEFINICION
    - 2.2.3.2. AGUA PARA LA MEZCLA
  - 2.3.4. FIBRA DE ACERO
    - 2.2.4.1. FABRICACION
  - 2.3.5. FIBRA DE POLIPROPILENO
    - 2.2.5.1. FABRICACION
- 2.4. LAS FIBRAS Y LA FISURACION PLATICA DEL HORMIGÓN
  - 2.4.1. LA RETRACCION DEL CONCRETO
  - 2.4.2. FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

### CAPÍTULO III: AGREGADOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO F'C=175, 210, 280 KG/CM<sup>2</sup>

- 3.1. AGREGADO GRUESO
  - 3.1.1. PESO ESPECÍFICO
  - 3.1.2. GRAVEDAD ESPECÍFICA NORMAL
  - 3.1.3. GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA

- 3.1.4. *GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE*
- 3.1.5. *PORCENTAJE DE ABSORCIÓN*
- 3.1.6. *PESO UNITARIO O VOLUMÉTRICO*
- 3.1.7. *PESO UNITARIO SUELTO*
- 3.1.8. *CONTENIDO DE HUMEDAD*
- 3.1.9. *GRANULOMETRÍA*
- 3.2. *AGREGADO FINO*
  - 3.2.1. *PESO ESPECÍFICO*
  - 3.2.2. *GRAVEDAD ESPECÍFICA NORMAL*
  - 3.2.3. *GRAVEDAD ESPECÍFICA SATURADA*
  - 3.2.4. *GRAVEDAD ESPECÍFICA APARENTE*
  - 3.2.5. *PORCENTAJE DE ABSORCIÓN*
  - 3.2.6. *CONTENIDO DE HUMEDAD*
  - 3.2.7. *GRANULOMETRÍA*

#### **CAPÍTULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS F'C=175, 210, 280 KG/CM2**

- 4.1. *DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DEL CONCRETO*
  - 4.1.1. *MÉTODO WALKER*
  - 4.1.2. *MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA*
- 4.2. *CÁLCULOS Y DISEÑOS PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS A ANALIZAR*
- 4.3. *DOSIFICACIONES Y CORRECCIONES DEL CONCRETO PARA LOS ENSAYOS*

#### **CAPÍTULO V: PROPIEDADES DEL CONCRETO A EVALUAR**

- 5.1. *ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO*
  - 5.1.1. *TRABAJABILIDAD*
  - 5.1.2. *EXUDACIÓN*
- 5.2. *ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO*
  - 5.2.1. *RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*
  - 5.2.2. *RESISTENCIA A LA FLEXO TRACCIÓN*
  - 5.2.3. *RESISTENCIA A LA ABRASION*
  - 5.2.4. *ENSAYO PARA EVALUAR EL GRADO DE FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA*

#### **CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES**

- 6.1. *ASPECTOS PREVIOS*
- 6.2. *DATOS DEL VACIADO*
- 6.3. *DATOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN*
- 6.4. *COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS*
  - 6.4.1. *INFLUENCIA DE LAS FIBRAS DE ACERO, POLIPROPILENO Y NYLON SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO*
- 6.5. *FORMULACIÓN DELA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA PARA CADA TIPO DE FIBRA ANALIZADA*

## **CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE COSTOS Y PRESUPUESTO**

### *7.1. FIBRA DE ACERO*

#### *7.1.1. MÉTODO WALKER*

#### *7.1.2. MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA*

### *7.2. FIBRA DE POLIPROPILENO*

#### *7.2.1. MÉTODO WALKER*

#### *7.2.2. MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA*

### *7.3. FIBRA DE POLIPROPILENO II*

#### *7.3.1. MÉTODO WALKER*

#### *7.3.2. MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA*

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## **ANEXOS**

*ANEXO A. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS*

*ANEXO B. PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO*

*ANEXO C. PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO*



*A mi familia eternamente; mis padres, Raúl y Elsa por haberme educado y soportar mis errores, por el amor que siempre me han brindado, por cultivar e inculcar ese sabio don de la responsabilidad; mis hermanos, Víctor, Paola y Pamela a quienes les agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que me brindaron para culminar mi carrera profesional*

*A mis profesores por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis.*

*A mis compañeros que me rodearon durante la carrera, porque junto a ellos pude compartir, aprender, disfrutar las rutinas diarias del aprendizaje.*

*María Milagros Gutiérrez Ramos*

Los resultados de este proyecto, están dedicados a todas aquellas personas que, de alguna forma, son parte de su culminación. A nuestras familias por siempre brindarnos su apoyo, tanto sentimental, como económico.

A mis padres quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotras, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Katia del Pilar Palomino Lazo

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA 2.1 Especificaciones Químicas y Físicas del cemento	17
TABLA 2.2 Requisitos del agua de mezclado	21
TABLA 2.3 Relación Esbeltez con Número de fibras	26
TABLA 3.1 Peso de la muestra mínima de agregado grueso	38
TABLA 3.2 Límites granulométricos del agregado grueso	40
TABLA 3.3 Límites de granulometría	41
TABLA 3.4 Cantidad mínima de muestra	44
TABLA 3.5 Límites granulométricos del agregado fino	49
TABLA 4.1 Factor de corrección	62
TABLA 4.2 Resistencia a la Compresión Promedio	62
TABLA 4.3 Asentamientos Recomendados	63
TABLA 4.4 Consistencia vs Asentamiento	63
TABLA 4.5 Volumen Unitario de Agua	64
TABLA 4.6 Volumen Unitario de Agua	65
TABLA 4.7 Contenido de aire atrapado	66
TABLA 4.8 Contenido de Aire Total	66
TABLA 4.9 Relación Agua-Cemento por resistencia	67
TABLA 4.10 Condiciones especiales de exposición	68
TABLA 4.11 Concreto expuesto a soluciones de sulfatos	69
TABLA 4.12 Porcentaje de agregado fino	70
TABLA 6.1 Tiempo mínimo de mezclado recomendado	109



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 2.1 Concreto Fresco y Concreto Endurecido	8
FIGURA 2.2 Representaciones esquemáticas de compuestos reforzados con fibras (a) continuas y alineadas, (b) discontinuas y alineadas y (c) discontinuas y orientadas al azar	12
FIGURA 2.3 Unión fibra - matriz	13
FIGURA 2.4 Agregado Grueso y Fino utilizado en la investigación	18
FIGURA 2.5 Fibra de acero	23
FIGURA 2.6 Distintas presentaciones de la fibra de acero en el mercado	25
FIGURA 2.7 Fibras de acero mezcladas con hormigón	28
FIGURA 2.8 Distintas fibras de polipropileno usadas en la presente investigación	29
FIGURA 2.9 Esquema resumen del proceso de fabricación de las Fibras de Polipropileno	32
FIGURA 2.10 Fisuras típicas por retracción plástica	33
FIGURA 2.11 Gráfico de representación del mecanismo de combate a las fisuras de retracción plástica con la incorporación de fibras plásticas.	36
FIGURA 3.1 Tamices ordenados para el agregado grueso	38
FIGURA 3.2 Canastilla para el P.E. Sumergido	43
FIGURA 3.3 Ensayo del P.U. del agregado grueso	46
FIGURA 3.4 Tamizadora mecánica y tamices para agregado fino	50
FIGURA 3.5 Pesos Retenidos de las mallas del agregado fino	52
FIGURA 3.6 Peso específico del agregado fino	54
FIGURA 3.7 Ensayo del P.U. agregado fino	56
FIGURA 3.8 Contenido de Humedad	58
FIGURA 5.1 Equipo para el ensayo de asentamiento	89
FIGURA 5.2 Condiciones recreadas en laboratorio	92
FIGURA 5.3 Molde de fisuración 35 x 35 x 5 cm	93
FIGURA 5.4 Losetas de fisuración	94
FIGURA 5.5 Máquina de ensayo a la compresión del concreto	96
FIGURA 5.6 Especímenes prismáticos	97
FIGURA 5.7 Posición del dispositivo de ensayo	98
FIGURA 5.8 Muestras de cubos de concreto	99
FIGURA 5.9 Las muestras se pesan después del ensayo	100
FIGURA 6.1 Fibra de Polipropileno PE	103
FIGURA 6.2 Fibra de Acero	104
FIGURA 6.3 Fibra de Polipropileno PP65	105
FIGURA 6.4 Mezcladora de Capacidad 2 Pie3	108
FIGURA 6.5 Moldes para probetas cilíndricas	109
FIGURA 6.6 Identificación de probetas de concreto.	110
FIGURA 6.7 Vaciado de probetas prismáticas en moldes	110
FIGURA 6.8 Pozas de curado conteniendo probetas cilíndricas y prismáticas	112



## LISTA DE CUADROS

	Pág.
CUADRO 1.1 Cantidad de Probetas	5
CUADRO 3.1 Granulometría del Agregado Grueso ensayado	41
CUADRO 3.2 Porcentaje de Peso Retenido Acumulado	42
CUADRO 3.3 Peso específico y absorción del agregado grueso ensayado	45
CUADRO 3.4 Peso unitario del agregado grueso ensayado	47
CUADRO 3.5 Contenido de humedad del agregado grueso	49
CUADRO 3.6 Granulometría del Agregado Fino ensayado	51
CUADRO 3.7 Peso retenido acumulado del Agregado Fino ensayado	52
CUADRO 3.8 Peso específico y absorción del agregado fino ensayado	55
CUADRO 3.9 Peso unitario del Agregado Fino ensayado	57
CUADRO 3.10 Contenido de Humedad del Agregado Fino	59
CUADRO 6.1 Proporciones en peso de materiales los para la fabricación de concreto	102
CUADRO 6.2 Resumen de la codificación de los tipos de concreto	106
CUADRO 6.3 Identificación de Probetas (Detalle de una de las 6 series que se elaboraron en la presente investigación)	111
CUADRO 6.4 Porcentaje de disminución en la trabajabilidad del concreto adicionado con fibras, polipropileno (PE y PP65) y acero, respecto del concreto patrón	116
CUADRO 6.5 Peso Unitario $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	116
CUADRO 6.6 Peso Unitario $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	117
CUADRO 6.7 Peso Unitario $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	117
CUADRO 6.8 Peso Unitario $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	118
CUADRO 6.9 Peso Unitario $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	118
CUADRO 6.10 Peso Unitario $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	119
CUADRO 6.11 Variación de fisuración $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	123
CUADRO 6.12 Variación de fisuración $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	123
CUADRO 6.13 Variación de fisuración $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	124
CUADRO 6.14 Variación de fisuración $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	124
CUADRO 6.15 Variación de fisuración $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	125
CUADRO 6.16 Variación de fisuración $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	125
CUADRO 6.17 Variación de la compresión c/s fibra $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	129
CUADRO 6.18 Variación de la compresión c/s fibra $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	130
CUADRO 6.19 Variación de la compresión c/s fibra $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	131
CUADRO 6.20 Variación de la compresión c/s fibra $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	132
CUADRO 6.21 Variación de la compresión c/s fibra $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	133
CUADRO 6.22 Variación de la compresión c/s fibra $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	134
CUADRO 6.23 Variación de flexotracción $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	134
CUADRO 6.24 Variación de flexotracción $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	136
CUADRO 6.25 Variación de flexotracción $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	138
CUADRO 6.26 Variación de flexo tracción $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	139
CUADRO 6.27 Variación de flexo tracción $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	141
CUADRO 6.28 Variación de flexo tracción $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	142
CUADRO 6.29 Resistencia a la Abrasión $f'c=175, 210$ y $280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	144
CUADRO 6.30 Resistencia a la Abrasión $f'c=175, 210$ y $280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	145
CUADRO 6.31 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	146
CUADRO 6.32 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	146

CUADRO 6.33 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método Walker)	147
CUADRO 6.34 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	147
CUADRO 6.35 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	148
CUADRO 6.36 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> (Método M. Fineza)	148
CUADRO 7.1 Precios de insumos usados	150
CUADRO 7.2 Dosificación del concreto 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> para un diseño Walker c/s fibra	151
CUADRO 7.3 Dosificación del concreto 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> para un diseño M. Fineza c/s fibra	152
CUADRO 7.4 Aporte Unitario de materiales por m <sup>3</sup> de concreto 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> para un diseño Walker c/s fibra	153
CUADRO 7.5 Aporte Unitario de materiales por m <sup>3</sup> de concreto 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> para un diseño M. Fineza c/s fibra	154
CUADRO 7.6 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	155
CUADRO 7.7 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PE	156
CUADRO 7.8 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> con fibra CHO	157
CUADRO 7.9 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PP65	158
CUADRO 7.10 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	159
CUADRO 7.11 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PE	160
CUADRO 7.12 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con fibra CHO	161
CUADRO 7.13 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PP65	162
CUADRO 7.14 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	163
CUADRO 7.15 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PE	164
CUADRO 7.16 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con fibra CHO	165
CUADRO 7.17 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PP65	166
CUADRO 7.18 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	167
CUADRO 7.19 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PE	168
CUADRO 7.20 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> con fibra CHO	169
CUADRO 7.21 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 175 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PP65	170
CUADRO 7.22 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	171
CUADRO 7.23 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PE	172
CUADRO 7.24 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con fibra CHO	173
CUADRO 7.25 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PP65	174
CUADRO 7.26 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibra	175
CUADRO 7.27 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PE	176
CUADRO 7.28 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con fibra CHO	177
CUADRO 7.29 Análisis unitario del °C simple $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> con fibra PP65	178
CUADRO 7.30 Variación de Costos para Walker $f'c$ : 175 kg/cm <sup>2</sup> c/s fibra	179
CUADRO 7.31 Variación de Costos para Walker $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> c/s fibra	179
CUADRO 7.32 Variación de Costos para Walker $f'c$ : 280 kg/cm <sup>2</sup> c/s fibra	180
CUADRO 7.33 Variación de Costos para M. Fineza $f'c$ : 175 kg/cm <sup>2</sup> c/s fibra	180
CUADRO 7.34 Variación de Costos para M. Fineza $f'c$ : 210 kg/cm <sup>2</sup> c/s fibra	181
CUADRO 7.35 Variación de Costos para M. Fineza $f'c$ : 280 kg/cm <sup>2</sup> c/s fibra	181

## LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
GRAFICO 3.1 Granulometría del agregado grueso ensayado	41
GRAFICO 3.2 Curva granulométrica del Agregado Fino	51
GRAFICO 6.1 Trabajabilidad del concreto f'c175 kg/cm2 c/s fibra (Método Walker)	112
GRAFICO 6.2 Trabajabilidad del concreto f'c 210 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	113
GRAFICO 6.3 Trabajabilidad del concreto f'c 280 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	113
GRAFICO 6.4 Trabajabilidad del concreto f'c 175 kg/cm2, c/s fibra (Método M. Fineza)	114
GRAFICO 6.5 Trabajabilidad del concreto f'c= 210 kg/cm2, c/s fibra (Método M. Fineza)	114
GRAFICO 6.6 Trabajabilidad del concreto f'c= 280 kg/cm2, c/s fibra (Método M. Fineza)	115
GRAFICO 6.7 Peso Unitario del concreto f'c= 175 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	119
GRAFICO 6.8 Peso Unitario del concreto f'c= 210 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	120
GRAFICO 6.9 Peso Unitario del concreto f'c= 280 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	120
GRAFICO 6.10 Peso Unitario del concreto f'c= 175 kg/cm2, c/s fibra (Método M. Fineza)	121
GRAFICO 6.11 Peso Unitario del concreto f'c= 210 kg/cm2, c/s fibra (Método M. Fineza)	121
GRAFICO 6.12 Peso Unitario del concreto f'c= 280 kg/cm2, c/s fibra (Método M. Fineza)	122
GRAFICO 6.13 Fisuración por Contracción Plástica f'c=175 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	126
GRAFICO 6.14 Fisuración por Contracción Plástica f'c=175 kg/cm2, c/s fibra (Método Fineza)	126
GRAFICO 6.15 Fisuración por Contracción Plástica f'c=210 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	127
GRAFICO 6.16 Fisuración por Contracción Plástica f'c=210 kg/cm2, c/s fibra (Método Fineza)	127
GRAFICO 6.17 Fisuración por Contracción Plástica f'c=280 kg/cm2, c/s fibra (Método Walker)	128
GRAFICO 6.18 Fisuración por Contracción Plástica f'c=280 kg/cm2, c/s fibra (Método Fineza)	128
GRAFICO 6.19 Compresión c/s fibra f'c=175 kg/cm2 (Método Walker)	129
GRAFICO 6.20 Compresión c/s fibra f'c=175 kg/cm2 (Método Fineza)	130
GRAFICO 6.21 Compresión c/s fibra f'c=210 kg/cm2 (Método Walker)	131
GRAFICO 6.22 Compresión c/s fibra f'c=210 kg/cm2 (Método Fineza)	132
GRAFICO 6.23 Compresión c/s fibra f'c=280 kg/cm2 (Método Walker)	133
GRAFICO 6.24 Compresión c/s fibra f'c=280 kg/cm2 (Método Fineza)	134
GRAFICO 6.25 Resistencia a la flexotracción f'c=175 kg/cm2 (Método Walker)	136
GRAFICO 6.26 Resistencia a la flexotracción f'c=210 kg/cm2 (Método Walker)	137
GRAFICO 6.27 Resistencia a la flexotracción f'c=280 kg/cm2 (Método Walker)	139
GRAFICO 6.28 Resistencia a la flexotracción f'c=175 kg/cm2 (Método M. Fineza)	140
GRAFICO 6.29 Resistencia a la flexo tracción f'c=210 kg/cm2 (Método M. Fineza)	142
GRAFICO 6.30 Resistencia a la flexo tracción f'c=280 kg/cm2 (Método M. Fineza)	143
GRÁFICO 7.1 Comparación de costos f'c 175 kg/cm2 c/s fibra (Método Walker)	182
GRÁFICO 7.2 Comparación de costos f'c 210 kg/cm2 c/s fibra (Método Walker)	183
GRÁFICO 7.3 Comparación de costos f'c 280 kg/cm2 c/s fibra (Método Walker)	183
GRÁFICO 7.4 Comparación de costos f'c: 280 kg/cm2 c/s fibra (Método M. Fineza)	183
GRÁFICO 7.5 Comparación de costos f'c 210 kg/cm2 c/s fibra (Método M. Fineza)	184
GRÁFICO 7.6 Comparación de costos f'c 280 kg/cm2 c/s fibra (Método M. Fineza)	184



# CAPÍTULO I

## GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCION

En las últimas tres décadas hubo un crecimiento por el interés en el uso de fibras en la elaboración del concreto premezclado, prefabricado y/o lanzado para todo tipo de estructuras, dentro del ámbito nacional y local. Pese a su importancia, no se cuenta con información específica sobre el uso de fibras.

Las fibras en general pueden clasificarse en: metálicas, sintéticas, vidrio y naturales. Las fibras sintéticas están compuestas por: Acrílico, Carbón, Polipropileno, Poliestileno, Nylon, Poliester, etc.

Usadas las fibras inicialmente para reducir el agrietamiento por contracción plástica del concreto, el mercado consistía principalmente en la presencia de fibras sintéticas de polipropileno y nylon. Inicialmente las fibras eran largas y gruesas que, aunque eran efectivas, resultaban difíciles de acabar y producían losas de concreto “con pelos”. A pesar de estas dificultades, su uso creció de manera importante con el paso del tiempo. Al madurar el mercado, se fueron introduciendo productos de fibras más cortas y delgadas, al punto que se volvieron invisibles en las losas.

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

El concreto con fibras es apropiado para superficies grandes que tiendan a fracturarse precisamente por su longitud muros, losas, pavimentos y pisos industriales. Como se mencionó, la adición de fibras de diversas clases y tipos al concreto, puede reducir la desfavorable contracción. Los beneficios de la adición de fibras al concreto de baja densidad son considerables, estas fibras pueden reducir notablemente la formación de grietas por contracción plástica o por secado e incrementan la resistencia a la flexión y a la tensión. La cantidad utilizada está determinada por la trabajabilidad del concreto y el costo. Estos concretos pueden catalogarse como de “Prevención de grietas”. Al interceptar diminutas grietas, las fibras evitan que lleguen a formar grietas grandes y visibles. Todo especialista sabe que el concreto va a agrietarse, eso es algo que resulta inevitable. Sin embargo, al usar fibras junto con una disposición apropiada de las juntas, se puede generar un concreto que sea durable, atractivo, y que sea visto de manera positiva por los ojos del constructor y del cliente.

Otra aplicación de las fibras que apenas comienza a tomar forma es el uso de altas dosis, en las cuáles o bien se desea flexibilidad de la matriz del concreto, o se eleva el desempeño estructural o bien, en pisos industriales en donde por muchos años, su uso ha probado ser efectivo para reducir los problemas de desempeño de las juntas por las pesadas cargas en las llantas. El enfoque actualmente está en la prevención de grietas por contracción.

## 1.2. PROBLEMÁTICA

La fisuración del concreto es un fenómeno inevitable y no deseable cuyas causas van desde variaciones en la composición del material hasta efectos por cambios térmicos.

Las fisuras de contracción plástica son antiestéticas; sin embargo, raramente afectan la resistencia y durabilidad de los pisos y los pavimentos. No obstante, si a través de éstas ingresan sustancias perjudiciales pueden afectar el desempeño de la estructura y disminuir su durabilidad. Por lo tanto, es importante controlar, evaluar y evitar la aparición de fisuras por contracción plástica para lograr estructuras más durables que aseguren un ciclo de servicio aceptable con el menor costo de mantenimiento

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

Para evitar la aparición de fisuras en el concreto es común la adición de fibras a la mezcla. En general, las fibras “cosen” las fisuras del concreto formando un enlace entre los agregados gruesos, lo que permite una formación controlada de las fisuras, lo cual implica que el concreto se comporte como un material dúctil después de la fisuración inicial, evitando así la fractura frágil.

Debido al uso cada vez más frecuente de las fibras en la elaboración del concreto, y al no contar con información específica sobre el uso de fibras en la localidad; se busca conocer el comportamiento, beneficios y/o deficiencias del uso de fibras en el concreto. [1]

### 1.4. ANTECEDENTES LOCALES SOBRE INVESTIGACIONES REALIZADAS

En primer lugar se tiene que, el 2008 fue presentado en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Agustín el trabajo de pregrado COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO WIRAND por Edison Huisacayna Medina y Orlando Malo Javier, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. [2]

La investigación es un estudio de las propiedades del concreto reforzado con fibras, con la finalidad de analizar propiedades como: flexotracción, compresión, trabajabilidad, impacto y fisuración del concreto reforzado. El estudio es concebido como una investigación en laboratorio.

También se consultó el trabajo de pregrado INVESTIGACION DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO CON CONTENIDOS DE CEMENTO Y FIBRA VARIABLE, EVALUACION Y CUANTIFICACION DE LAS FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA por Juan Alberto Vilca Vilca y Juan Normando Zeballos Alvarado, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. [3]

La investigación es un estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra de polipropileno, con la finalidad de analizar propiedades como: compresión, flexotracción, trabajabilidad, contenido de aire, peso unitario, resistencia al impacto, absorción capilar, módulo de elasticidad y fisuración del concreto reforzado. El estudio es concebido como una investigación en laboratorio.

El análisis de los resultados permitió determinar los aspectos positivos y negativos del uso de fibras en el concreto, y a partir de allí, se dieron recomendaciones en su uso permitiéndonos tener una base para poder evaluarnos a lo largo de nuestro trabajo con fibras de acero y polipropileno.

Como parte de dicha investigación se realizó un pavimento rígido (vereda de baja intensidad de tránsito) con Fibra de Polipropileno “Chema Fibra de Polipropileno” de 2 pulgadas de longitud en una dosificación de 0.7 kg/m<sup>3</sup> de concreto, ubicada en la parte posterior del Laboratorio de Pavimentos de la Facultad de Ingeniería Civil de la U.N.S.A.

### 1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### Hipótesis

Dado que el concreto sufre la aparición de fisuras por contracción plástica, la incorporación de fibras como polipropileno y acero, mejoran sus propiedades mecánicas y por ende contribuyen a la reducción de las fisuras.

#### Variables

##### Variable Dependiente

- Diseño de mezcla de concreto óptimo
- Dosificación óptima para cada fibra

##### Variables Independientes

- Temperatura
- Resistencia
- Relación agua - cemento
- Tipo de fibra
- Porcentaje de fibra
- Método de diseño

## 1.6. OBJETIVOS

### Objetivo General

Evaluar el comportamiento físico mecánico del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero; y su uso óptimo en el control de fisuras.

### Objetivos Específicos

- Determinar las dosificaciones óptimas de fibra de polipropileno y acero incorporada al concreto
- Conocer las propiedades físico-mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero
- Determinar cómo varían las propiedades mecánicas del concreto al adicionarle distintos porcentajes de fibras de polipropileno y acero.
- Determinar el tipo de fibra con el rendimiento más óptimo.

## 1.7. METODOLOGÍA

Para esta investigación se utilizarán agregados de la Cantera “LA PODEROSA” ubicada en el distrito de Uchumayo provincia de Arequipa.

### Técnica de recolección de datos

Se pretende fabricar 9 probetas cilíndricas y 6 prismáticas de concreto por cada serie, las cuales se ensayarán a compresión y flexotracción respectivamente.

Además, 30 cubos de 50 mm de lado para el ensayo de impacto en la Máquina de Los Ángeles y una loseta de 350 x 350 x 50 mm para el ensayo de fisuración.

Cada porcentaje de fibra de acero CHO 80/60 y polipropileno PE y PP65 adicionados al concreto contará con una resistencia a compresión 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad. Así tenemos un total de 60 diseños de mezcla y el vaciado de aproximadamente 660 probetas entre cilíndricas y prismáticas.



**CUADRO 1.1 Cantidad de Probetas**

DESCRIPCIÓN	Kg/m3	Cilindrica	Prismatica
Concreto Patrón sin fibra	0.00	27	6
Concreto con fibra de polipropileno	0.40	27	6
Concreto con fibra de polipropileno	0.50	27	6
Concreto con fibra de polipropileno	0.60	27	6
Concreto con fibra de polipropileno PP65	2.00	27	6
Concreto con fibra de polipropileno PP65	5.50	27	6
Concreto con fibra de polipropileno PP65	9.00	27	6
Concreto con fibra de acero	20.00	27	6
Concreto con fibra de acero	25.00	27	6
Concreto con fibra de acero	30.00	27	6
	TOTAL	270	60
Para los dos métodos de diseño		540	120

*Fuente: Elaboración propia*

Con los resultados obtenidos tras los ensayos al concreto fresco y concreto endurecido se procederá a comparar los beneficios de las tres diferentes fibras adicionadas.

Finalmente se establecerán dosificaciones óptimas para el concreto reforzado con fibra de acero y polipropileno.



## 2. CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS

Históricamente las fibras han sido utilizadas para mejorar y reforzar diferentes tipos de materiales de construcción. Estas fibras anteriormente eran de origen vegetal. Actualmente las fibras poliméricas, de vidrio, asbestos y acero han ganado popularidad para remediar y mejorar problemas en el concreto.

Las fibras son elementos delgados y alargados naturales o artificiales que se introducen en la mezcla del concreto como un refuerzo, para controlar los agrietamientos que tienden a producirse por contracción de fragua y por cambios de temperatura; así como para mejorar algunas de sus propiedades como

son: impermeabilidad, resistencia a los impactos y a la abrasión, resistencia a la flexión, resistencia al corte y durabilidad.

### 2.1.1. DEFINICIÓN

El concreto reforzado con fibras es el concreto convencional al que se le agrega una cierta cantidad de fibras con el objetivo de mejorar algunas de sus propiedades mecánicas. Las fibras vienen en una variedad de materiales, longitudes, diámetros y geometrías.



FIGURA 2.1 Concreto Fresco y Concreto Endurecido

Las fibras como refuerzo secundario para concreto en general pueden clasificarse según diferentes consideraciones, (ASTM 1116, EN 14889. EN 14889-2) [4] hoy en día se emplean principalmente dos tipos de clasificación, así:

#### POR MATERIAL

**Fibras metálicas:** Secciones discretas de metal que tienen una relación de aspecto (relación entre la longitud y el diámetro) que va desde 20 hasta 100. Estas fibras son de acero (en general de bajo contenido de carbón).

Fibras sintéticas: Secciones discretas que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto que pueden estar compuestas por Acrílico, Aramid, Carbón, Polipropileno, Poliestileno, Nylon, Poliester etc.

Fibras de vidrio: Secciones discretas de fibra de vidrio resistentes al álcali.

Fibras naturales: Secciones discretas de origen como coco, sisal, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc. Cuyos diámetros varían entre 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores al 12%.

### POR FUNCIONALIDAD, GEOMETRÍA Y DOSIFICACIÓN

#### Microfibras:

Estas fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Se dosifican en el concreto para volúmenes de entre 0.03% a 0.15% del mismo. Las más frecuentes son las fibras en polipropileno cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m<sup>3</sup> de concreto. Se trata de dosificaciones extremadamente bajas pero muy eficientes que previenen la fisuración del concreto por retracción plástica.

#### Macrofibras

Estas fibras están destinadas a prevenir la fisuración en estado endurecido, a reducir el ancho de la fisura si ésta se presenta y a permitir el adecuado funcionamiento de la estructura fisurada. Las dosificaciones más frecuentes oscilan entre 0.2% a 0.8% del volumen del concreto.

Las macrofibras más usadas son las sintéticas y las metálicas cuyos diámetros varían entre 0.05 mm a 2.00 mm. La relación de aspecto (L/d) de las macrofibras varía entre 20 a 100.

Las macrofibras pueden ser metálicas, sintéticas o naturales.

Las dosificaciones en términos de peso varían así de acuerdo con la densidad del material, las fibras de acero requieren entre 20 a 50 kg/m<sup>3</sup> de concreto y las fibras sintéticas entre 2 a 9 kg/m<sup>3</sup>.

Las macrofibras actúan en estado endurecido, es decir antes de las 24 horas no tienen mayor efecto.

Las macrofibras se incluyen y mezclan en el concreto como si fuesen un agregado más, normalmente exigen un tiempo de mezclado adicional de entre 3 a 5 minutos para garantizar su completa dispersión.

### 2.1.2. INFLUENCIA DE LA ORIENTACIÓN Y DE LA CONCENTRACIÓN DE LA FIBRA

La orientación relativa de las fibras y su concentración y distribución influyen radicalmente en la resistencia y en otras propiedades de los concretos reforzados con fibras. Con respecto a la orientación existen dos situaciones extremas: (1) alineación paralela de los ejes longitudinales de las fibras y (2) alineación al azar.

En el caso de esta investigación, la longitud de la fibra de polipropileno PE es equivalente a 19 mm y tiene una característica discontinua. Además esta fibra estará orientada al azar.

Normalmente, cuando los materiales compuestos tienen fibras orientadas al azar, éstas suelen ser discontinuas y cortas; un reforzamiento de este tipo está representado en la **Figura 2.2**.

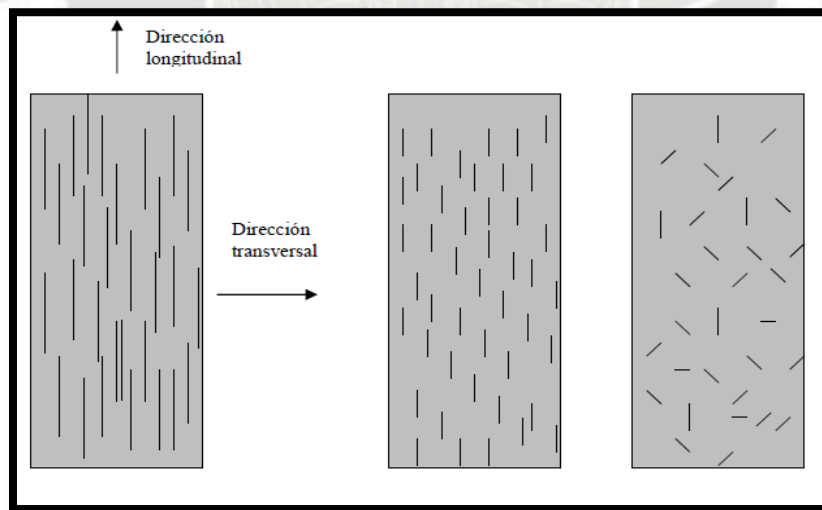


FIGURA 2.2 Representaciones esquemáticas de compuestos reforzados con fibras (a) continuas y alineadas, (b) discontinuas y alineadas y (c) discontinuas y orientadas al azar

### 2.1.3. INFLUENCIA DE LA LONGITUD DE LA FIBRA

Las características mecánicas de los compuestos reforzados con fibras dependen no sólo de las propiedades de la fibra, sino también del grado en que una carga aplicada se transmite a la fibra por medio de la fase matriz. En este proceso de transmisión de carga es muy importante la magnitud de la unión en la interfaz de las fases matriz y fibra. Al aplicar un esfuerzo de tracción, la unión fibra-matriz cesa en los extremos de la fibra y en la matriz se genera un patrón de deformación como el que se muestra en la Figura 2.3; en otras palabras, en los extremos de la fibra no hay transmisión de carga desde la matriz.

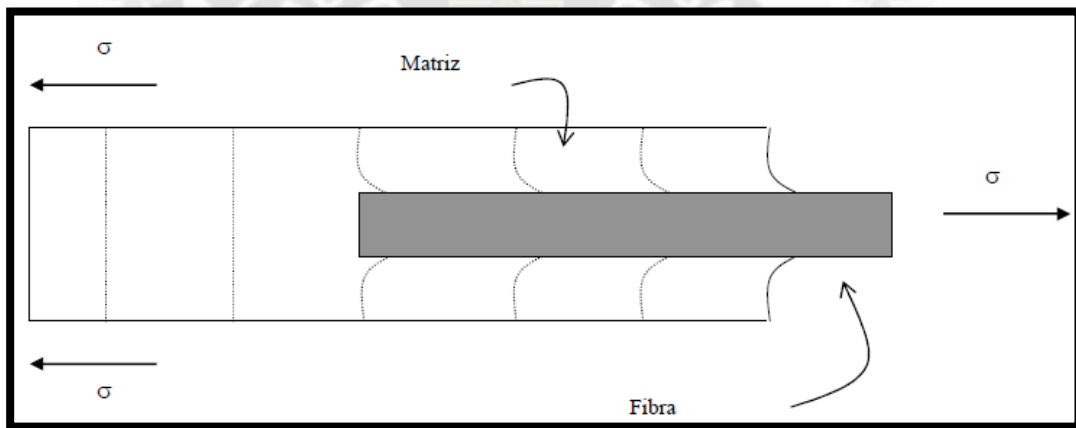


FIGURA 2.3 Unión fibra - matriz

Existe una longitud de fibra crítica para aumentar la resistencia y la rigidez del material compuesto. Esta longitud crítica  $l_c$  depende del diámetro  $d$  de la fibra, de la resistencia a la tracción  $\sigma_f$  y de la resistencia de la unión matriz-fibra (o resistencia al cizallaje de la matriz),  $\tau_c$ , de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$l_c = \frac{\sigma_f * d}{\tau_c}$$

Las fibras con  $l \gg l_c$  (normalmente  $l > 15l_c$ ) se denominan *continuas*; y las fibras de menor longitud se denominan *discontinuas* o *fibras cortas*. En las fibras discontinuas de longitud significativamente menor que  $l_c$ , la matriz se deforma alrededor de la fibra de modo que apenas existe transferencia del esfuerzo y el efecto del reforzamiento de la fibra es insignificante.

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

Las características que se tienen en cuenta de las fibras son:

- Relación de forma
- Forma y textura de la superficie.
- Longitud
- Estructura
- El esfuerzo máximo que puede soportar la fibra depende de su relación de forma

Se define además  $l_c$ , como la longitud crítica de la fibra de manera que

$l < l_c$  la fibra saldrá de la matriz por falla de adherencia

$l > l_c$  la fibra falla por tensión

La longitud de la fibra debe ser mayor que el tamaño máximo de las partículas de agregado.

La adherencia mejora en fibras de superficie rugosa, extremos agrandados.

La orientación de la fibra también influye siendo máximo el beneficio cuando la fibra es unidireccional y paralela al esfuerzo de tracción aplicado y es de menor influencia cuando se orienta al azar en tres dimensiones.

## 2.2. MATERIALES

### 2.2.1. CEMENTO YURA PORTLAND TIPO IP

CEMENTO PORTLAND, es un cemento hidráulico producido por la pulverización de clinker, el cual está compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos, conteniendo además, una o más formas de sulfatos de calcio (yeso), como un añadido en la etapa de molienda. Hasta hace pocos años este era el cemento más utilizado en las aplicaciones de concreto: simple y armado, así como en los trabajos de albañilería. El clinker está formado principalmente por cuatro compuestos mineralógicos y otros componentes secundarios.

Los principales compuestos del cemento son:

- El silicato tricálcico ( $C_3S$ )
- El silicato bicálcico ( $C_2S$ )
- El aluminato tricálcico ( $C_3A$ )
- El ferro-aluminato tetracálcico ( $C_4AF$ )

Normalmente el clinker contiene entre 70 y 75% de los dos primeros, entre 7 y 15% del Aluminato tricálcico y el resto lo conforma el ferro-aluminato tricálcico y los compuestos secundarios como el Mg O y el  $SO_3$ . La proporción en que estos compuestos se presentan en el clinker, depende de la cantidad en que estén presentes en la materia prima, los elementos minerales que los conforman, es decir: CALCIO, SILICIO, ALUMINIO y FIERRO.

PUZOLANA, es un material silicoso o sílico aluminoso que por si mismo posee poco o ningún valor cementicio pero que, dividido finamente, con la presencia de agua y a la temperatura ambiente normal, es capaz de reaccionar químicamente con el Hidróxido de calcio para formar compuestos con propiedades cementicias.

CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO IP DE YURA S.A., es un cemento pórtland adicionado al que se agrega en el momento de la molienda del clinker, una cantidad de puzolana natural activa de aproximadamente 30% en peso. La norma ASTM C-595, permite agregar hasta 40% de puzolana en peso.

### **2.2.1.1. VENTAJAS DE UTILIZACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO SIMPLE Y ARMADO**

CONCRETO EN ESTADO FRESCO:

- Se reduce la exudación (ó Bleeding) debido al efecto de la finura de la puzolana, que actúa en este caso como llenador de vacíos en la pasta de cemento y arena.
- Otorga mayor viscosidad a la pasta cemento-arena, controlado satisfactoriamente la segregación de agregado grueso, tanto en el proceso de combinación de materiales como la colocación y vibrado ó compactación.



### CONCRETO EN ESTADO EDURECIDO:

- La resistencia a la compresión de los concretos preparados con cemento Yura IP, sigue aumentando con el tiempo, mucho más que la de los concretos producidos con cemento Portland I. Este incremento de resistencia se debe a la reacción de sílice contenida en la puzolana con cal libre que es producida durante la fragua del cemento. Este proceso continúa por un tiempo casi indefinido, sin embargo la ganancia significativa de resistencia, puede considerarse terminada a los 10 años. Como evidencia comparativa, un concreto puzolánico gana entre 60 y 70% más resistencia a la compresión al cabo de un año, mientras que un concreto normal en condiciones óptimas, es decir, en clima muy húmedo o curado por mucho mayor tiempo, habrá ganado un 25% de mayor resistencia al cabo de un año, tiempo en el que culmina en términos prácticos su ganancia de resistencia.
- La permeabilidad del concreto puzolánico disminuye en el tiempo a causa de la reacción puzolánica y la cristalización de sus compuestos cementicios; esto hace que las contrucciones hidráulicas o aquellas destinadas para contención de líquidos, que sean construidas con cemento puzolánico, tengan mayor impermeabilidad que las realizadas con cemento tipo I ó tipo II.
- La fragua del concreto elaborado con cemento Yura IP, desprende moderado calor de hidratación. Esta propiedad lo hace altamente recomendado para vaciados de grandes macizos de concreto y para obras en zonas con altas gradientes térmicas, como lo son las zonas altoandinas del sur del Perú.
- La durabilidad de los concretos elaborados con cemento Yura IP, es mayor, por los siguientes factores:
  - Es un concreto más homogéneo, compacto en su origen, debido a su menor segregación y ausencia de exudación en la etapa de concreto fresco; lo que constituye la base de un concreto bien colocado y de excelente acabado.
  - Mayor compacidad de la masa de concreto y menor permeabilidad, cualidades que en conjunto, mejoran la resistencia al ataque del medio ambiente y a la corrosión del acero de refuerzo.

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

- Otorga alta resistencia al ataque de sulfatos. Los concretos puzolánicos son menos susceptibles a eflorescencias.

### 2.2.1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y COMPUESTOS PRINCIPALES

Características de los cemento puzolánicos:

Los cementos puzolánicos se controlan con la norma ASTM C-595.

La siguiente es una muestra informativa de las características del cemento YURA Pórtland IP comparándola con los requisitos de la Norma ASTM antes indicada.

**TABLA 2.1 Especificaciones Químicas y Físicas del cemento**

REQUISITOS QUIMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595	
MgO (%)	1.99		6.00 Máx	
SO <sub>3</sub> (%)	1.75		4.00 Máx	
Pérdida por ignición (%)	2.14		5.00 Máx	

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP		Norma NTP 334.090 ASTM C-595		Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma Técnica NTP 334.009/ASTM C 150	
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.85		-		-	
Expansión en autoclave (%)	3.85		0.80 Máx		-	
Fraguado Vicat inicial (minutos)	4.85		45 Mín.		-	
Fraguado Vicat final (minutos)	5.85		420 Máx		-	
Resistencia a la compresión	kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	kgf/cm <sup>2</sup>	MPa	Cemento Tipo I	
					kgf/cm <sup>2</sup>	MPa
1 días	104	10	-	-	-	-
3 días	199	20	133 Mín.	13	122	12
7 días	247	24	204 Mín.	20	194	19
28 días	342	34	255 Mín.	25	-	-
60 días	397	39	-	-	-	-
Resistencia a los sulfatos	Cemento IP				Cemento Tipo V	
% Expansión a los 14 días	0.018				0.04 Máx	

Fuente: Ficha Técnica Cemento Portland Puzolánico YURA IP- Alta Durabilidad (versión noviembre 2014)

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

El cemento Pórtland IP de YURA S.A., se produce moliendo clinker Portland Tipo I de alta calidad, una pequeña proporción de yeso y para mejorarlo y producir un cemento adicionado de acuerdo a las nomras ASTM C-595 y NTP 334.090, puzolana natural de origen volcánico de alta actividad.

Esta mezcla molida industrialmente hasta el grado de finura óptima conforma un cemento de Alta Resistencia para uso general en estructuras de concreto.

El cemento Yura IP, es sometido a rigurosos controles de calidad que aseguran un producto con muy poca variabilidad estadística garantizando su utilización como “material de calidad estructural”.

La puzolana de origen volcánico, es un material silicoso o sílico aluminoso, que dividido finamente y en presencia de agua, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio, liberado por la hidratación de silicatos de calcio contenidos con cemento, para formar posteriormente compuestos con propiedades cementicias. [5]

## 2.2.2. AGREGADOS

### 2.2.2.1. DEFINICION

Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados son la parte inerte del concreto, sin embargo al constituir entre 65% y 75% aproximadamente del total del concreto, debemos tener muy clara su importancia, la cual antiguamente y durante muchos años fue poco considerada. [6]

Para la presente investigación se ha utilizado agregado fino y grueso procedente de la cantera “La Poderosa” ubicada en el distrito de Uchumayo en la ciudad de Arequipa.



FIGURA 2.4 Agregado Grueso y Fino utilizado en la investigación

### 2.2.2.2. CLASIFICACION

Los agregados por su tamaño generalmente se dividen en dos grupos: Agregado fino y Agregado grueso.

Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pasan la malla N°. 4 (4.75 mm) y los agregados gruesos consisten en grava o agregado triturado y son aquellas partículas retenidas en la malla No. 4 (4.75 mm). El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

Al observar la norma podemos ver que existen variedad de husos granulométricos en lo que lo básico es la variación del tamaño máximo del agregado grueso.

### 2.2.2.3. PROPIEDADES

Existen muchas propiedades que deben cumplir los agregados, tales como propiedades físicas y mecánicas, asimismo propiedades térmicas, morfológicas, etc. A continuación detallamos alguna de ellas:

- Propiedades Mecánicas: Densidad, Dureza y Adherencia
- Propiedades Físicas: Granulometría, Peso unitario suelto y variado, Peso específico, Contenido de humedad y Porcentaje de absorción.

#### 2.2.2.4. ENSAYOS DE AGREGADO PARA LA DOSIFICACION DE MEZCLAS

##### ➤ **Granulometría**

Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices (norma ASTM C 136).

*Módulo de Fineza:* Es la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas N°. 4, 8, 16, 30, 50 y 100 y posteriormente dividido entre 100. El Módulo de fineza típico varía entre 2.3 y 3.1, representando el valor más alto una granulometría gruesa.

*Tamaño máximo:* Es la primera malla por la que pasa todo el agregado grueso.

*Tamaño máximo nominal:* Es la primera malla que produzca un retenido entre 5% y 10%

##### ➤ **Peso Unitario**

Es el peso por unidad de volumen (aparente). Se determinan dos formas de peso unitario.

*Peso Unitario Suelto:* En el que el recipiente se llena normalmente sin presión alguna.

*Peso Unitario Compactado:* En el que el recipiente se llena con tres capas compactando cada una con la varilla estándar.

➤ **Peso Específico**

Es el peso por unidad de volumen (agua desplazada por inmersión)

➤ **Contenido de Humedad**

Es el porcentaje de agua que contiene el agregado

➤ **Capacidad de Absorción**

Es aquel contenido de humedad que tiene el agregado que se encuentra en el estado saturado superficialmente seco. Este es el estado de equilibrio de los agregados, es decir en que no absorben ni sueltan agua

### **2.2.3. AGUA EN CONCRETO**

#### **2.2.3.1. DEFINICIÓN**

El agua es elemental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido

#### **2.2.3.2. AGUA PARA LA MEZCLA**

La calidad del agua es muy importante en la mezcla; las impurezas que contengan puede inferir con el fraguado del cemento y esto, a su vez puede afectar la resistencia del concreto o producir manchas en la superficie, así como causar corrosión en el acero de refuerzo; debido a ello, se deberá tomar en cuenta la idoneidad del agua que se utilice para la mezcla o para el proceso de curado.

#### **FUNCIONES PRINCIPALES**

- Las funciones principales del agua de mezcla son:
- Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- Actuar como lubricante para contribuir con la trabajabilidad del conjunto.
- Procurar la estructura de vacíos necesarios para la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

## REQUISITOS PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para el curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto.

El agua para mezcla debe cumplir los siguientes requisitos de la norma NTP 339.088: [7]

**TABLA 2.2 Requisitos del agua de mezclado**

DESCRIPCION	LIMITES PERMISIBLES
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos	1000 ppm máximo
Sulfatos	600 ppm máximo
Cloruros	1000 ppm máximo
PH	Entre 5.5 y 8.0

*Fuente: NTP 339.088*

El agua empleada en la presente investigación para elaborar el concreto cumple con todos los requisitos establecidos por la norma NTP 339.088, ya que todos los ensayos se realizaron en el Laboratorio de la Universidad Católica de Santa María.

## 2.2.4. FIBRA DE ACERO

Los hormigones con fibras de acero están formados, esencialmente, por un conglomerante hidráulico, generalmente cemento portland, áridos finos y gruesos, agua y fibras de acero discontinuas cuya misión es contribuir a la mejora de determinadas características de los hormigones.

Estos hormigones tienen menos docilidad que los hormigones tradicionales. Debe proveerse una dispersión uniforme de las fibras y prevenirse una segregación o agrupación de las mismas (erizos) [8]

### 2.2.4.1. HISTORIA

Particularmente, las fibras de acero, según estudios técnicos como los realizados por Griffith en 1920 o los de Romualdi y Batson en 1963, mezcladas con el hormigón o concreto, incrementan significativamente las propiedades físicas de este último, le disminuye su tendencia a agrietarse, y le otorga flexibilidad y durabilidad.

También es posible que este elemento, que oscila entre 5 y 6 cm de longitud y puede tener menos de 0.025mm de diámetro, añadido en grandes cantidades a la mezcla del hormigón, sea capaz de mejorar la resistencia de la estructura en caso de terremoto. El proceso de fabricación de este insumo es fundamental para lograr dichas características.

Al principio, las especificaciones de refuerzo con fibras de acero eran a menudo básicas y preceptivas, especificando únicamente una serie de dosificaciones por m<sup>3</sup> de hormigón, ignorando factores tales como características de rechazo, resistencia a tracción y aspecto de la fibra. En el transcurso de los años, cuando se adquirió mayor conocimiento acerca del comportamiento de las fibras de acero en el hormigón, las especificaciones de rendimiento se volvieron más relevantes y empezaron a desarrollar nuevos métodos de ensayo para controlar y medir el rendimiento.





FIGURA 2.5 Fibra de acero

#### 2.2.4.2. FABRICACIÓN

Luego del proceso de fundición del acero es obtenida la palanquilla o barras de acero de sección cuadrada, que después, por laminación en caliente permite la obtención los rollos de alambón con cascarilla.

Dichos rollos son sometidos a un tratamiento térmico para obtener una estructura bainítica, que sea dura pero no tan frágil–, durante el cual la austenita se transforma en bainita, estructura que da al material una ductilidad suficiente para facilitar su deformación en frío, durante el proceso de trefilado.

Si en el anterior procedimiento el industrial está transformando alambres de acero con un bajo contenido en carbono, es suficiente un recocido, que recristaliza la ferrita dejando el material apto para trefilar. “El principal propósito del recocido es suavizar el acero duro de tal forma que se pueda maquinar o trabajar en frío, esto se lleva a cabo calentando el acero a una temperatura ligeramente arriba de la crítica, manteniéndola hasta que sea uniforme en toda la pieza, para enfriarla después a una velocidad lenta y controlada”<sup>1</sup>. La temperatura puede variar, según el acero, entre 700°C y 800°C.

Posteriormente, luego de un proceso de desoxidación, el alambre es estirado en frío para obtener las fibras, procedimiento conocido como trefilado, en el que se utilizan máquinas como hileras, dados o trefilas de carburo de tungsteno que tienen orificios cuyo diámetro es menor que el de las varillas o alambre que el industrial quiera transformar.

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

Esta disminución de sección da al material cierta acritud (aumento de dureza) en beneficio de sus características mecánicas, además de resistencia a la tracción (esfuerzo de un cuerpo al ser sometido a fuerzas aplicadas en sentido contrario) y pequeñas tolerancias (margen de error permitido en un producto).

El grado de reducción de material, acero, depende principalmente del diámetro y la longitud de las barras que se van a trabajar. Por ejemplo, si el industrial tiene barras de 15 mm o más de diámetro, es necesario pasar ligeramente el material por la máquina para mejorar el acabado superficial y las tolerancias dimensionales, acción que reduce el diámetro de la pieza hasta 1,5 mm.

Cuando son requeridos diámetros más pequeños que el anterior, es posible lograr reducciones en el rango de entre 50 y 90 por ciento más, al pasar varias veces el material por las máquinas partiendo en el estado de recocido del mismo. Con el procedimiento, de trefilado, es posible obtener alambres o fibras de 0,025 mm de diámetro o menores, variando el número de hileras por las que pasa el alambre y sometiendo el material a varios recocidos durante el proceso.

En cada paso la fibra puede reducirse entre un 20 y un 25 por ciento, hecho que aumenta la resistencia entre un 10 y 15 Kg/mm<sup>2</sup>, aunque esta acción tiene cierto límite variable dependiendo el tipo de acero, puesto que si el alambre continua sometiéndose a trefilado, pese a que aumenta su resistencia a la tracción, puede perder otras propiedades como la flexión.

En la mayoría de los casos, los extremos de las fibras de acero se deforman lentamente al extenderse el material en el trefilado, acción que permite su mayor adhesión en el concreto cuando son mezcladas.



FIGURA 2.6 Distintas presentaciones de la fibra de acero en el mercado

Por otro lado, en el proceso pueden mejorarse las propiedades de las fibras de acero galvanizándolas, con un recubrimiento de zinc, para protegerlas de la oxidación. Aunque existen otras presentaciones de fibras de acero. (Ver **FIGURA 2.6**)

Para que el constructor obtenga una mezcla idónea de hormigón con fibras de acero es importante que tenga en cuenta que, según la cantidad de fibras, el material compuesto u hormigón debe tener modificaciones en la cantidad de áridos (pequeños trozos de roca derivados de piedra, como arena, grava o gravilla), menor relación grava-arena y mayor cantidad de aditivos reductores.

Añadido a lo anterior y para evitar la formación de pelotas de fibras en la mezcla (erizos), lo más adecuado es utilizar fibras encoladas (pegadas) ya que esto facilita la adición a la mezcla.

Si es necesario un recorrido extenso puede plantearse la posibilidad de agregar las fibras en la obra a una mezcla fluida y realizarlo lentamente, entre 20 y 60 kg por minuto, con la mezcladora girando a su máxima velocidad –en el caso de los camiones hormiguera la velocidad máxima es de 15 r.p.m aproximadamente-.

En el momento en que se ha añadido la totalidad de las fibras, lo ideal es continuar el proceso de mezclado a máxima velocidad durante cinco minutos (aprox. 75 rev.).

Cuando el proceso se realiza en la planta de concreto, las fibras pueden ser adicionadas como parte de la mezcla junto con la arena y los agregados. No es prudente hacer la adición como primer componente en el proceso de mezclado, porque pueden presentarse los erizos.

Cuando las fibras están listas, el constructor puede compararlas partiendo de tres conceptos fundamentales: relación de esbeltez, anclaje y resistencia a la tracción del alambre. La relación de esbeltez es, básicamente, la proporción entre longitud (l) y diámetro (d) de la fibra de acero; el anclaje es la capacidad de adhesión al concreto de la fibra por sus deformaciones en los extremos; y la resistencia a la tracción es el esfuerzo que resiste la fibra al soportar fuerzas opuestas ejercidas sobre ella.

La **Tabla 2.3** presenta la importancia de la relación de esbeltez para determinar el número de fibras en una misma dosificación; a mayor número de fibras (longitud de refuerzo equivalente), mejor desempeño del refuerzo, teniendo en cuenta que los concretos reforzados con fibras de acero fallan, principalmente, por la adherencia entre el refuerzo y la matriz cementante. Las dosificaciones de fibras de acero oscilan normalmente entre 15 y 25 kg/m<sup>3</sup> para pisos convencionales, en pisos sin juntas, lo ideal es mezclar cantidades mayores de 30 kg/m<sup>3</sup>; y para aplicaciones en concretos lanzados, como los utilizados en túneles, la dosificación es de 40 kg/m<sup>3</sup>.

**TABLA 2.3 Relación Esbeltez con Número de fibras**

Relación de esbeltez	Longitud/Diámetro	Fibras por kilogramo	Dosificación (kg/m <sup>3</sup> )	Total fibras por metro cúbico
80	60 mm / 0.75 mm	4600	30	138 000
45	50 mm / 1.05 mm	2800	30	84 000

Fuente: <http://www.trefilarbed.com/>

Referente a lo anterior, existen empresas que determinan el rendimiento que tendrán las fibras de acero por la dosificación ( $\text{kg/m}^3$ ) y los parámetros de las mismas (resistencia a la tensión, longitud, diámetro, anclaje), estas son las más generales:

- Relación de esbeltez 45: Una relación  $l/d$  de 45, es el valor mínimo requerido para obtener un hormigón dúctil con fibra de acero y dosificaciones razonables de esta. Este tipo de fibras se utilizan en aplicaciones con requerimientos generales y no especificados. Incluso de forma suelta (no encoladas) son fáciles de mezclar en grandes dosificaciones.
- Relación de esbeltez 65: Las fibras de acero encoladas con una relación  $l/d$  de 65 son fáciles de mezclar y utilizar, al mismo tiempo que proporcionan un hormigón con fibra de acero notablemente mejorado.
- Relación de esbeltez 80: Para aplicaciones que requieran un hormigón resistente, con especificaciones estrictas, existen las fibras de acero con  $l/d$  80. Estas fibras encoladas tienen mayores beneficios en ductilidad, absorción de energía y control de fisuras.

Estas fibras refuerzan el concreto u hormigón utilizado en sitios en los que el material está expuesto a cargas elevadas, esfuerzos, desgaste e impacto. Por ejemplo, en pisos industriales, pavimentos exteriores, pavimentos en muelles y aeropuertos, almacenes de grandes áreas, parada de autobuses, pisos sin juntas, cuartos fríos, zonas de estacionamiento de aviones en aeropuertos, solera piso plana, solera sobre grava y losa de cimentación.

Respecto a túneles y minería, el hormigón con fibras de acero es usado como base para nivelar enlucidos (revestimiento continuo de yeso), soporte de caverna en minas y revestimiento interior de túneles. Ya en aplicaciones medioambientales sirve como losa base en depósitos para forraje, soleras (pieza de madera para muro) impermeables, túneles de ferrocarril, paredes de retención, hormigón sin juntas, para la estabilización de taludes o inclinaciones y obras de rehabilitación.



FIGURA 2.7 Fibras de acero mezcladas con hormigón

### 2.2.5. FIBRA DE POLIPROPILENO

Las fibras poliméricas atrajeron la atención de los investigadores para reforzar el hormigón en la primera mitad de los años 60. Éstas, están formadas por un material polimérico (polipropileno, polietileno de alta densidad, aramida, alcohol de polivinilo, acrílico, nylon, poliéster) extrusionado y posteriormente cortado. [9]

La fibra de polipropileno es un material compuesto consistente en fibras continuas o discontinuas de polipropileno embebidas en una matriz plástica, este compuesto se produce en gran cantidad. El polipropileno se utiliza como material de refuerzo debido a las siguientes razones:

- Muy buena relación costo/beneficio
- Versatilidad: compatible con la mayoría de las técnicas de procesamiento existentes y usado en diferentes aplicaciones
- Es el material plástico de menor peso específico, lo que implica que se requiere de una menor cantidad para la obtención de un producto terminado
- Propiedades mecánicas: el polipropileno logra alcanzar buen balance rigidez/impacto.
- Propiedades químicas: presenta excelente resistencia química a solventes comunes
- Buena estabilidad dimensional a altas temperaturas (150°C)
- Barrera al vapor de agua: evita el traspaso de humedad



FIGURA 2.8 Distintas fibras de polipropileno usadas en la presente investigación

Las dimensiones de las fibras son variables, igual que su diámetro y forma. Pueden clasificarse en:

- Micro-fibras:  $< 0,30\text{mm}$  diámetro
- Macro-fibras:  $\geq 0,30\text{mm}$  diámetro

Las microfibras se emplean en general para reducir la fisuración por retracción plástica del hormigón, especialmente en pavimentos y soleas, pero no asume funciones estructurales.

Las macrofibras pueden colaborar estructuralmente, siendo su longitud variable.

En el caso de fibras con longitudes relativamente elevadas (alrededor de  $50\text{mm}$ ), se observa una importante pérdida de trabajabilidad del hormigón, incluso con bajos contenidos de fibras, llegando a afectar los resultados del cono de Abrams.

Las fibras de polipropileno al añadirse al hormigón se dispersan perfectamente en todo el volumen de éste.

Por último, como todas las fibras, confiere una aportación extra resistente a la abrasión e impacto. Ello sigue siendo una consecuencia de su gran capacidad de absorción energética, puesto que para extraer una

fibra de la matriz se ha de consumir la energía equivalente que active los procesos de desunión, estiramiento y extracción o deslizamiento.

### 2.2.5.1. HISTORIA

El precursor en el agregado de fibras para reforzar el hormigón fue el cuerpo de ingenieros del ejército americano, durante la década de los setenta del siglo pasado.

Trabajaron intensamente para encontrar aditivos que mejoraran la resistencia del hormigón a las más altas tensiones y a la potencia de los explosivos, para la construcción de pistas de aviación, silos para misiles, etc.

Entre otras, desarrollaron toda una tecnología con el agregado de fibras de los más diversos materiales, acero, sintéticos, polímeros y hasta fibras vegetales. Ya en la década del ochenta, el asunto fue tomado por la industria civil, continuando su desarrollo por sus propios medios y con la colaboración de universidades.

El tema del agregado de fibras al hormigón, ha sido exhaustivamente estudiado y el ACI-American Concrete Institute, el ASTM, el US Army Corps of Engineering, la British Standards Institution entre otros, han publicado numerosas normas y métodos de experimentación a este respecto. En la introducción a la norma ACI 544.2R-89 (febrero 1999) - Measurement of Properties of Fiber Reinforced, Concrete se expresa textualmente:

“El uso del hormigón reforzado con fibras (FRC-Fiber Reinforced Concrete) ha pasado de las pequeñas escalas de aplicación experimental a los trabajos de rutina y aplicaciones de campo, que involucran su utilización en muchos cientos de miles de yardas cúbicas (1yarda cúbica = 0,7645 metros cúbicos) por año en todo el mundo.”

Durante muchos años, la tendencia del hormigón a agrietarse ha sido aceptada como un hecho natural. Estas grietas se forman dentro de las primeras seis horas posteriores a la colocación del hormigón. Por lo general, las grietas debido a la retracción plástica cruzan toda la losa y forman planos débiles que reducen permanentemente la integri-



dad de la estructura antes de que el hormigón tenga la oportunidad de obtener resistencia de diseño.

En muchas ocasiones, las grietas por retracción plástica no se observan sino hasta que transcurra un tiempo. Con frecuencia, estas son selladas en la superficie al llevar a cabo la operación de terminado o simplemente, no son lo suficientemente anchas para ser observadas sino hasta que el hormigón se encoge más o una carga hace que estos planos débiles aumenten hasta convertirse en grietas visibles.

Durante el proceso de curado de un concreto con fibra la presencia de la fibra soporta a la mezcla homogénea y funciona como millones de puentes que distribuyen uniformemente los esfuerzos internos de retracción que tratan de separar la matriz.

Al mezclarse la fibra a una matriz de hormigón, la curva carga-deformación presenta un incremento en la capacidad de carga, así mismo se mejora el post-agrietamiento permitiendo sostener cargas hasta valores altos de deformación, dando como resultado, mayor ductilidad en el elemento. El incremento de resistencia a la fatiga (que tiene directa relación con la durabilidad), resistencia al impacto y reducción de la permeabilidad, contribuyen a una mayor duración del hormigón beneficiando a largo plazo los costos asociados por mantenimiento.

### 2.2.5.2. FABRICACIÓN

Partiendo de la materia prima, que es el petróleo, obtendremos el propileno del que obtendremos el material para la fabricación de nuestras fibras de polipropileno.

- Obtención del Polipropileno.

Aunque los procesos comerciales de obtención del polipropileno son variados, se les puede clasificar, dependiendo del medio de reacción y de la temperatura de operación, en tres tipos:

En masa. El reactor contiene sólo propileno líquido, catalizador y el PP producto.

En suspensión. Además de propileno y catalizador, en estos reactores se añade un diluyente inerte. Este tipo de procesos fue el utilizado en primer lugar por Montecatini y el más empleado hasta los años 1980.

En fase gas. En este caso el propileno se inyecta en fase gas para mantener al catalizador en suspensión, formando un lecho fluido.

- Extrusión del Polipropileno.

Mediante la extrusión pueden ser obtenidos un sinnúmero de artículos continuos, entre los que se incluyen tubos, chapas, fibras, etc. Las chapas de polipropileno son hechas mediante el pasaje del material fundido a través de una matriz plana, y posteriormente enfriado en cilindros paralelos.

Las fibras son producidas por el corte y posterior estiramiento de una chapa, que luego son utilizadas en telares para la producción de tejidos, bolsas, etc.

- Secado.

Los productos procedentes de la extrusión se pasan por diferentes dispositivos de secado con objeto de eliminar el exceso de agua en el que había disuelto durante el proceso, para consolidar sus propiedades frente a las aplicaciones a las que será sometido.

- Transformación final:

En la transformación final se realizarán las operaciones necesarias para conferir al hilo el formato adecuado para la correcta utilización por parte de los fabricantes de la fibra.

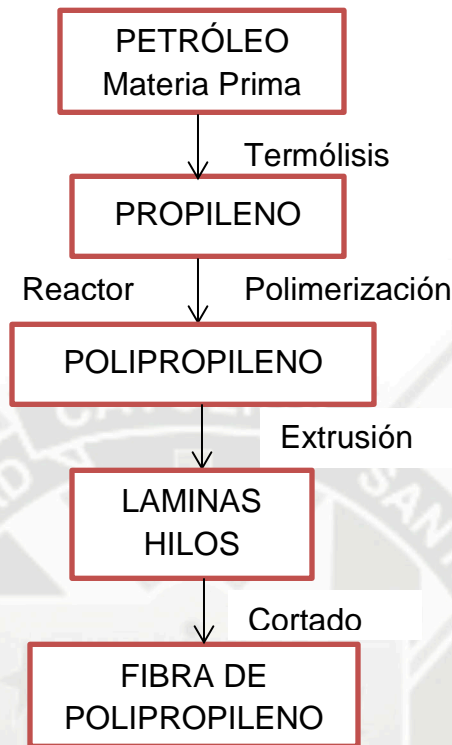


FIGURA 2.9 Esquema resumen del proceso de fabricación de las Fibras de Polipropileno

### 2.3. LAS FIBRAS Y LA FISURACIÓN PLÁSTICA DEL HORMIGÓN

El hormigón reforzado con fibra es un tipo de material compuesto. De acuerdo a lo expuesto en las secciones precedentes, el hormigón y las fibras son materiales que se complementan porque, al ser combinados, forman un material más completo y versátil. Se busca en esta sección, justificar el efecto de las fibras en la disminución de la formación de fisuras de retracción plástica en el concreto y explicar el mecanismo por el cual ese beneficio puede ser alcanzado. [10]

#### 2.3.1. LA RETRACCION DEL CONCRETO

Luego de la colocación, el hormigón sufrirá variaciones volumétricas debido a los cambios térmicos e hidrométricos en su estructura a lo largo de su vida útil y esas variaciones serán más notorias en los primeros meses de vida del concreto.

En el caso de pisos de hormigón, importan más las variaciones denominadas como retracción hidráulica, que ocurren en dos fases diferentes del hormigón: una, cuando él está endurecido o en proceso de endurecimiento, que es más conocida y siempre en proyecto se toman precauciones para controlarla, como el proyecto de juntas y los refuerzos tradicionales. La otra fase se denomina retracción inicial o plástica, porque ocurre cuando el hormigón aún está en su estado plástico, período en que el hormigón está más vulnerable para la pérdida de agua. En caso de que ocurra, tendremos la presencia de fisuras típicas, normalmente agrupadas, paralelas entre sí y ortogonales en dirección al viento.



**FIGURA 2.10 Fisuras típicas por retracción plástica**

Las fisuras de retracción plástica son ocasionadas por el cambio de volumen del hormigón en estado plástico.

Las retracciones que ocurren en el hormigón antes de su endurecimiento se pueden dividir en cuatro fases.

Primera fase – asentamiento plástico: ocurre antes de la evaporación del agua del hormigón; cuando del lanzamiento, el espacio entre las partículas sólidas está lleno de agua; cuando las partículas sólidas se asientan, existe la tendencia a que el agua, que es el elemento más liviano de la mezcla, suba para su superficie, formando una película. Ese fenómeno es conocido como exudación, y se desarrollará más adelante.

Segunda fase – retracción plástica primaria: es la clásica fisura plástica. El agua superficial comienza a evaporarse por razones climáticas - calor, viento, insolación y, cuando la tasa de evaporación excede a la de la exudación, el hormigón comienza a contraerse. Este tipo de retracción ocurre antes y durante el fraguado y es atribuida a las presiones que se desarrollan en los poros capilares del hormigón durante la evaporación.

Tercera fase – retracción autógena: en este caso, cuando la hidratación del cemento se desarrolla, los productos que se forman envuelven agregados manteniéndolos unidos; en esta fase, la importancia de la capilaridad disminuye y el asentamiento plástico y la retracción plástica primaria disminuyen también, tomando su lugar la retracción autógena, que cuando el hormigón está aún en estado plástico es pequeña, ocurriendo casi totalmente después el fraguado del mismo.

En el pasado, esa parte de retracción era prácticamente rechazada, pero hoy, principalmente con la utilización de bajas relaciones de agua/cemento, la retracción autógena ocupó un lugar importante.

Cuarta fase – retracción plástica secundaria: ocurre durante el inicio del endurecimiento del hormigón. En cuanto el hormigón comience a ganar resistencia, la retracción plástica tenderá a desaparecer.

Las combinaciones más comunes de ocurrencia de la retracción plástica son las tres primeras fases: asentamiento plástico, retracción por exudación y la autógena. Siempre que hay restricciones en esas variaciones volumétricas, tanto internas como externas, se desarrollan tensiones de tracción con probabilidad de formaciones de fisuras.

En los últimos años se ha observado un aumento significativo en las patologías asociadas a la retracción plástica del hormigón, que pueden estar ligadas a relaciones agua/cemento más bajas y, a la utilización de cementos de finuras más elevada, además del empleo de otros materiales cementicios adicionados a él, como la escoria de alto horno, puzolanas, filler calcáreo, que son generalmente muy finos; se sabe que esas condiciones incrementan la retracción del hormigón.

Ese aumento en la retracción plástica generalmente está asociado a tres factores: bajas tasas de exudación, elevada retracción autógena y elevadas presiones capilares provenientes de altas finuras de los materiales cementicios.

Hace algún tiempo, se imaginaba que las fisuras de retracción plástica eran inofensivas, ya que, presentaban una pequeña profundidad, sin que haya progreso con el pavimento en utilización. Eso seguramente era real cuando las tensiones de utilización – aquellas provenientes de las cargas – eran pequeñas, debido principalmente a los elevados espesores.

Hoy en día, además de las expresivas retracciones de los concretos modernos los pisos son, en su totalidad, utilizados con refuerzos, con mallas electrosoldadas o fibras de acero, que llevaron a una reducción en la espesura con el incremento de las tensiones actuantes. Como consecuencia, hoy se puede observar un gran número de fisuras, cuyo aspecto sólo puede ser explicado por la evolución de las antiguas e inofensivas fisuras plásticas.

### **2.3.2. FISURAS POR CONTRACCION PLÁSTICA**

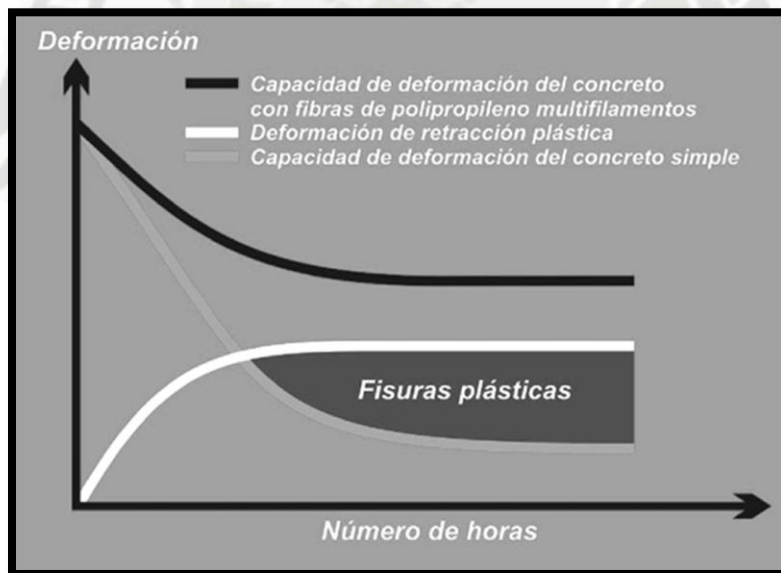
La utilización de fibras como auxiliares en el combate o reducción de las fisuras de retracción plástica han sido ampliamente difundidos por diversos investigadores, aunque el mecanismo por el cual eso sucede no se conozca bien. Hay vertientes que defienden que los complejos mecanismos de la presión de los poros capilares, desempeñan un papel importante en la reducción de la retracción y, consecuentemente, de las fisuras, mientras otros prefieren atribuirle a las fibras la reducción de los efectos dañinos de la retracción. Probablemente y, por los resultados de investigaciones experimentales, ambas teorías son válidas, siendo que el tema de la reducción de la porosidad capilar afectará básicamente la retracción por exudación, así como la fibra, como material de refuerzo, debe actuar en los niveles subsecuentes, mientras el módulo de elasticidad de la fibra es superior al de la pasta de cemento.

El principal mecanismo de actuación de las fibras puede ser modelado como:

a) El hormigón simple, después del lanzamiento, es fluido. De a poco el hormigón se endurece y con eso pierde su fluidez y, consecuentemente, su capacidad de deformación;

b) Por otro lado, con la evaporación del agua de exudación, la retracción aumenta hasta que, en determinado momento, el nivel de deformación de retracción es mayor que la capacidad de hormigón para absorber estas deformaciones y, así aparecen las fisuras;

c) El hormigón con fibras de elevado nivel de deformación y de bajo módulo, es más deformable en las primeras edades. Las fibras transfieren su natural capacidad de deformación para el hormigón. La deformación de retracción puede ser la misma, sin embargo, no mayor que la capacidad del hormigón en absorberlas. Así, las fisuras son inhibidas, o su frecuencia y tamaños serán reducidos. La **Figura 2.11** ilustra de manera cualitativa la explicación anterior.



**FIGURA 2.11** Gráfico de representación del mecanismo de combate a las fisuras de retracción plástica con la incorporación de fibras plásticas.

# 3 CAPITULO III

## AGREGADOS UTILIZADOS EN LA ELABORACIÓN DEL CONCRETO

### 3.1 AGREGADO GRUESO

#### 3.1.1 GRANULOMETRÍA

La granulometría de los agregados se define como la distribución del tamaño de sus partículas. Se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregados por una serie de tamices ordenados, por abertura, de mayor a menor.

Los tamices son unas mallas cuadradas, que se encuentran estandarizadas.

La denominación en unidades inglesas (tamices ASTM) se hace según el tamaño de la abertura en pulgadas para los tamaños grandes y el número de aberturas por pulgada lineal para tamices menores de 3/8".

La serie de tamices utilizados para agregado grueso son 3", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", #4. [11]

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*





FIGURA 3.1 Tamices utilizados para el agregado grueso

### PROCEDIMIENTO

- Las muestras para el ensayo se obtendrán por medio de cuarteo, manual o mecánico. El agregado debe estar completamente mezclado y tener la suficiente humedad para evitar la segregación y la pérdida de finos. La muestra para el ensayo debe tener la masa seca aproximada y consistir en una fracción completa de la operación de cuarteo.
- Las muestras de agregado grueso para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán de tener aproximadamente los siguientes pesos.

**TABLA 3.1 Peso de la muestra mínima de agregado grueso**

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
Mm	Pulgadas	Kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19.0	3/4	5
25.0	1	10
37.5	1 1/2	15
50.0	2	20
63.0	2 1/2	35
75.0	3	60
90.0	3 1/2	100
100.0	4	150

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

112.0	4 ½	200
125.0	5	300
150.0	6	500

- El proceso de tamizado se debe realizar de acuerdo con la ASTM C136, sobre una cantidad de material seco. El manejo de los tamices se puede llevar a cabo a mano o mediante el empleo de la maquina adecuada.
- Se coloca la numeración y/o diámetro de abertura de cada tamiz usado en la granulometría, posteriormente se tamiza la muestra y se pesa el material retenido en cada tamiz. Estos pesos retenidos se expresa como porcentaje retenido del peso total de la muestra.

$$P.R. = \frac{P.M.}{P.T} \times 100 \% \dots (3.1.1)$$

P.R: Peso Retenido del Agregado Grueso (%)

P.M: Peso de Material Retenido en el tamiz.

P.T: Peso Total de la muestra.

- Se acumulan los resultados de porcentajes retenidos, al que se denominará “Peso Retenido Acumulado en Porcentaje”.
- Se calcula el porcentaje pasante que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.

$$\% Pasante = 100 \% - \% Retenido Acumulado$$

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y se les llama *curvas granulométricas*.

Estas gráficas se representan por medio de dos ejes perpendiculares entre sí, horizontal y vertical, en el eje de las ordenadas se representan los porcentajes pasantes y en el eje de las abscisas las aberturas del tamiz.

El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la norma ASTM C033, los límites superior e inferior se muestran en la **Tabla 3.2**.

El **Cuadro 3.1** presenta los resultados del ensayo granulométrico realizado a la muestra de agregado grueso. Asimismo el **Gráfico 3.1** presenta la curva granulométrica obtenida.

TABLA 3.2 Límites granulométricos del agregado grueso

Tamaño Nominal (Tamices con aberturas cuadradas)	Montos más finos que cada tamiz de laboratorio, porcentaje de masa												
	100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	
3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
2 1/2" a 1 1/2"	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	
2" a 1"	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	
2" a N°4	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	---	0 a 5	---	
1 1/2" a 3/4"	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	---	
1 1/2" a N°4	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	
1" a 1/2"	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---	
1" a 3/8"	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	
1" a N°4	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	
3/4" a 3/8"	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	
3/4" a N°4	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	
1/2" a N°4	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
3/8" a N°8	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	
3/8" a N°16	---	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	
N°4 a N°16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 40	

Fuente: Norma ASTM C 033

**CUADRO 3.1 Granulometría del Agregado Grueso ensayado**

Tamices	Abertura (mm)	Log (apertura)	Peso Retenido (kg)	% Peso retenido	% Peso Reten. Acumulado	% Pasante Acumulado
1"	25	1.40	0	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	1.28	0.33	5.50	5.50	94.50
1/2"	12.50	1.10	1.45	24.17	29.67	70.33
3/8"	9.50	0.98	1.42	23.67	53.33	46.67
N°4	4.75	0.68	2.27	37.83	91.17	8.83
Fondo	0.00		0.53	8.83	100.00	0.00
			6			

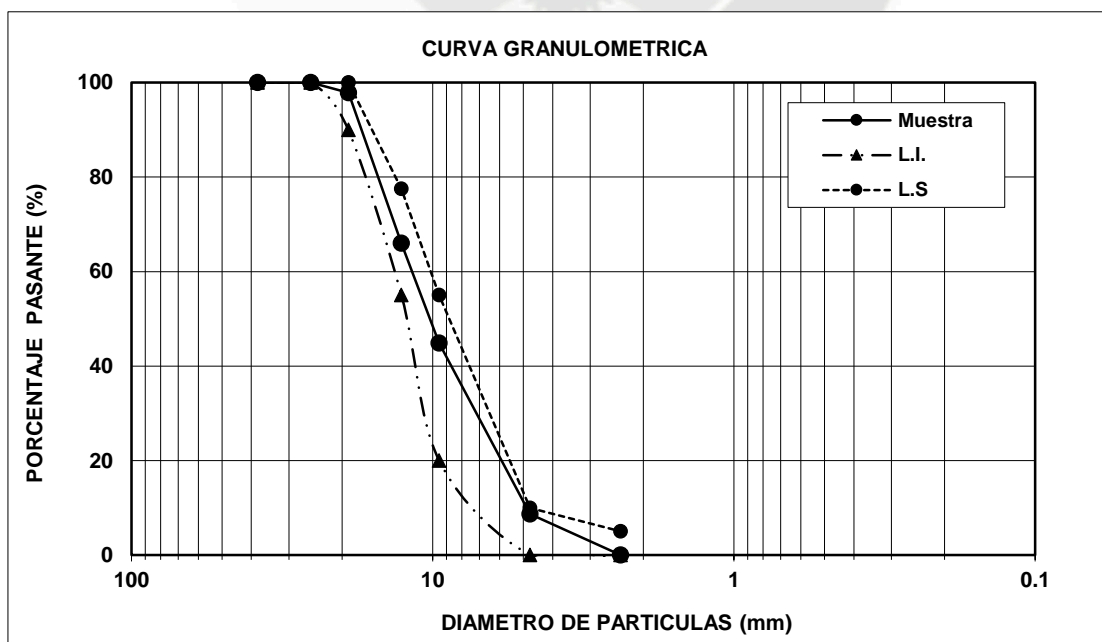
Fuente: Elaboración Propia

**TABLA 3.3 Límites de granulometría**

Malla	Porcentaje Pasante Acumulativo	
1"	100	100
3/4"	90	100
1/2"	-	-
3/8"	20	55
N°4	0	10
FONDO	0	5

Fuente: Norma ASTM C 033

**GRAFICO 3.1 Granulometría del agregado grueso ensayado**



Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

### 3.1.1. MÓDULO DE FINEZA

Es un parámetro que se obtiene de la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie de tamices especificados que cumplan con la relación 1:2 desde el tamiz #100 en adelante hasta el tamaño máximo presente más 500 para el agregado grueso y dividido en 100, para este cálculo no se incluyen los tamices de 1" y 1/2". [12]

$$M.F. = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado} + 500}{100}$$

### CUADRO 3.2 Porcentaje de Peso Retenido Acumulado ensayado

Tamices	% Peso Reten. Acumulado
1"	0.00
3/4"	5.50
1/2"	29.67
3/8"	53.33
N°4	91.17
Fondo	100.00

Fuente: Elaboración Propia

$$M.F. = \frac{5.50 + 53.33 + 91.17 + 500}{100} = 6.49$$

### 3.1.2 TAMAÑO MÁXIMO

Se define como la abertura del menor tamiz por el cual pasa el 100% de la muestra.

Se considera que cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, se reduce los requerimientos del agua de mezcla, incrementándose la resistencia del concreto. Este principio es válido con agregados de hasta 1 1/2". [12]

### 3.1.3 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

Es la primera malla que produzca un retenido entre 5% y 10%. [12]

### 3.1.4 PESO ESPECÍFICO

Es la relación entre la masa (o peso en el aire) de una unidad de volumen de un material a la masa del mismo volumen de agua a una temperatura indicada. Los valores son adimensionales.

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

Se distinguen tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.[13]

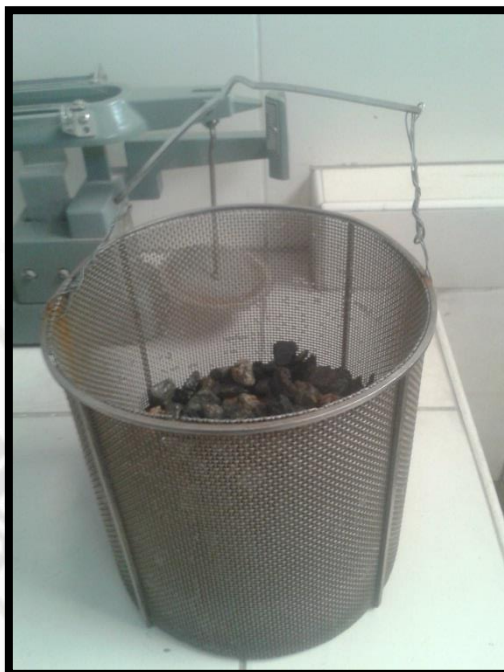


FIGURA 3.2 Canastilla para el P.E. Sumergido

### PESO ESPECÍFICO DE MASA

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total (incluyendo los vacíos permeables e impermeables de las partículas, pero sin incluir los vacíos entre partículas) a una temperatura establecida para el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida.

### PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total del agregado, incluyendo el peso del agua dentro de los vacíos alcanzados por la sumersión en agua durante aproximadamente 24 horas, a una temperatura establecida, en comparación con el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida.

### PESO ESPECÍFICO APARENTE

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen de la parte impermeable del agregado a una temperatura indicada y el peso en el aire de un igual volumen de agua destilada de gas a una temperatura constante

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos*

*Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

## ABSORCIÓN

Aumento en el peso de los agregados debido al agua en los poros del material pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje del peso seco.

## PROCEDIMIENTO

- Después de cuartear los agregados hasta obtener aproximadamente la cantidad mínima necesario para el ensayo, después de eliminar el material inferior a 4.75 mm. Las cantidades mínimas para ensayo se indican en la **Tabla 3.4**, en función del tamaño máximo nominal del agregado.

**TABLA 3.4 Cantidad mínima de muestra**

Tamaño Máximo Nominal		Cantidad mínima de muestra
mm	pulgadas	Kg
<b>Hasta 12.5</b>	½	2
<b>19</b>	¾	3
<b>25</b>	1	4
<b>37.5</b>	1 1/2	5
<b>50</b>	2	8
<b>63</b>	2 1/2	12
<b>75</b>	3	18
<b>90</b>	3 1/2	25

Fuente: Norma ASTM C 117

- La muestra se lava inicialmente con agua hasta eliminar completamente el polvo u otras sustancias extrañas adheridas a la superficie de las partículas, se seca a continuación en una estufa y se enfría al aire a una temperatura ambiente. Una vez fría se repite el secado hasta lograr peso constante, y se sumerge en agua durante 24±4 horas.
- Después del periodo de inmersión, se saca la muestra del agua y se secan las partículas rodándolas sobre un paño absorbente, hasta que se elimine el agua superficialmente visible, secando individualmente los fragmentos mayores. A continuación, se determina el peso de la muestra en el estado de saturada con superficie seca (S.S.S)
- Después, se coloca la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determina su peso sumergido en el agua. La canastilla y la muestra deberá quedar completamente su-

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

mergidas durante la pesada.

- Se seca la muestra en el horno, se enfría en el aire a temperatura ambiente y se determina su peso seco hasta peso constante.

Las características del agregado grueso se determinan por las siguientes relaciones que se presentan a continuación, en donde se muestran denominaciones que se representan en el **Cuadro 3.3**.

Peso Específico (densidad) de masa

$$\frac{A}{B - C}$$

Peso Específico (densidad) saturado con superficie seca

$$\frac{B}{B - C}$$

Peso Específico (densidad) aparente

$$\frac{A}{A - C}$$

Absorción

$$\frac{B - A}{A} * 100\%$$

**CUADRO 3.3** Peso específico y absorción del agregado grueso ensayado

<b>Peso en el aire de la muestra seca en gramos (Kg)</b>	<b>A</b>	<b>2.998</b>
<b>Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (Kg)</b>	<b>B</b>	<b>3.014</b>
<b>Peso sumergido en agua de la muestra saturada (kg)</b>	<b>C</b>	<b>1.795</b>
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.46</b>
Peso Específico Aparente (S.S.S.) (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.47</b>
Peso Específico Nominal (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.49</b>
Absorción (%)		<b>0.53</b>

Fuente: Elaboración propia



### 3.1.5 PESO UNITARIO

Se define el peso unitario de los agregados como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas.



FIGURA 3.3 Ensayo de P.U. del agregado grueso

De forma resumida el peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción.

Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para la proporción de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra.

El término común en nuestro medio con el cual se denomina la densidad total en agregados es la determinación de los pesos volumétricos sueltos y varillados del agregado y se abrevian PVS y PVV respectivamente [14]

#### PESO UNITARIO SUELTO

Método de llenado con palas. Para determinar el peso unitario del agregado suelto de tamaño nominal hasta de 100 mm (4")

Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm, por encima del borde hasta colmarlo. Se debe tener cuidado de que no se segreguen las partículas de las cuales se compone la muestra

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos*

*Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

Se enrasa la superficie del agregado con una regla, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase y se determina el peso en Kg, del recipiente lleno

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Método del apisonado. Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1 ½")

El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente hasta colmarlo.

Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla

Al apisonar la primera capa, evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno, en Kg.

### CUADRO 3.4 Peso unitario del agregado grueso ensayado

<b>Peso de molde (kg)</b>		<b>5.2</b>
<b>Volumen Interno del recipiente (m3)</b>	<i>V</i>	0.0091
<b>Peso de la muestra suelta (kg)</b>	<i>Pms</i>	20.48
<b>Peso de la muestra compactada (kg)</b>	<i>Pmc</i>	21.44
Peso Unitario suelto (kg/m3)		<b>1671.40</b>
Peso Unitario Compactado (kg/m3)		<b>1776.41</b>

Fuente: *Elaboración propia*

#### 3.1.6 CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se exprese como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se denomina Porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos, y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla. [15]

## SECO

No existe humedad en el agregado. Se consigue mediante un secado prolongado en una estufa a una temperatura de  $105 \pm 5^\circ \text{C}$ .

## SECO AL AIRE

Cuando existe algo de humedad en el interior del árido. Es característica, en los agregados que se han dejado secar al medio ambiente.

Al igual que en estado anterior, el contenido de humedad es menor que el porcentaje de absorción.

## SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO

Estado en el cual, todos los poros del agregado se encuentran llenos de agua. Condición ideal de un agregado, en la cual no absorbe ni cede agua.

## HÚMEDO

En este estado existe una película de agua que rodea el agregado, llamado agua libre, que viene a ser la cantidad de exceso, respecto al estado saturado superficialmente seco.

El contenido de humedad es mayor que el porcentaje de absorción.

## PROCEDIMIENTO

- Se coloca la muestra húmeda a ensayar en un recipiente adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda)
- Llevar el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
- Taras puestas en el horno a secar por 24 horas. Pesar el recipiente con la muestra seca (peso recipiente + muestra seca) y determinar la cantidad de agua evaporada

$$\frac{P_m - P_{ms}}{P_{ms}} * 100\%$$

$P_m$ : Peso de la muestra

$P_{ms}$ : Peso de la muestra seca

**CUADRO 3.5 Contenido de humedad del agregado grueso ensayado**

<b>Peso de la muestra (Kg)</b>	<b><i>P<sub>m</sub></i></b>	<b>3</b>
<b>Peso de muestra seca (Kg)</b>	<b><i>P<sub>ms</sub></i></b>	<b>2.989</b>
<b>Contenido de humedad (%)</b>	<b><i>V</i></b>	<b>0.37</b>

Fuente: Elaboración propia

**3.2 AGREGADO FINO****3.2.1 GRANULOMETRÍA**

Se considera como agregado fino a la arena o piedra natural finamente triturado, de dimensiones reducidas y que pasa por el tamiz 9.5 mm (3/8") y que cumple con los límites establecidos en la norma peruana.

El agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites establecidos en la norma ASTM C033 los cuáles se muestran en la Tabla 3.4. [16]

**TABLA 3.5 Límites granulométricos del agregado fino**

<b>TAMIZ</b>		<b>Porcentaje que pasa (en masa)</b>
9.5 mm	(3/8 pulg.)	100
4.75 mm	(No. 4)	95 a 100
2.36 mm	(No. 8)	80 a 100
1.18 mm	(No. 16)	50 a 85
600 µm	(No. 30)	25 a 60
300 µm	(No. 50)	5 a 30
150 µm	(No. 100)	0 a 10

Fuente: ASTM C 033

La serie de tamices utilizados para agregado fino son # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100. [11]



FIGURA 3.4 Tamizadora mecánica y tamices para agregado fino

### PROCEDIMIENTO

- Las muestras de agregado fino para el análisis granulométrico, después de secadas, deberán tener mínimo 300 gr.
- El manejo de los tamices se puede llevar a cabo a mano o mediante el empleo de la maquina adecuada.
- Se coloca la numeración y/o diámetro de abertura de cada tamiz usado en la granulometría, posteriormente se tamiza la muestra y se pesa el material retenido en cada tamiz. Estos pesos retenidos se expresa como porcentaje retenido del peso total de la muestra.

$$P.R. = \frac{P.M.}{P.T} \times 100 \%$$

P.R: Peso Retenido del Agregado Grueso (%)

P.M: Peso de Material Retenido en el tamiz.

P.T: Peso Total de la muestra.

- Se acumulan los resultados de porcentajes retenidos, al que se denominará “Peso Retenido Acumulado en Porcentaje”.
- Se calcula el porcentaje pasante que será simplemente la diferencia entre 100 y el porcentaje retenido acumulado.

$$\% \text{ Pasante} = 100 \% - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

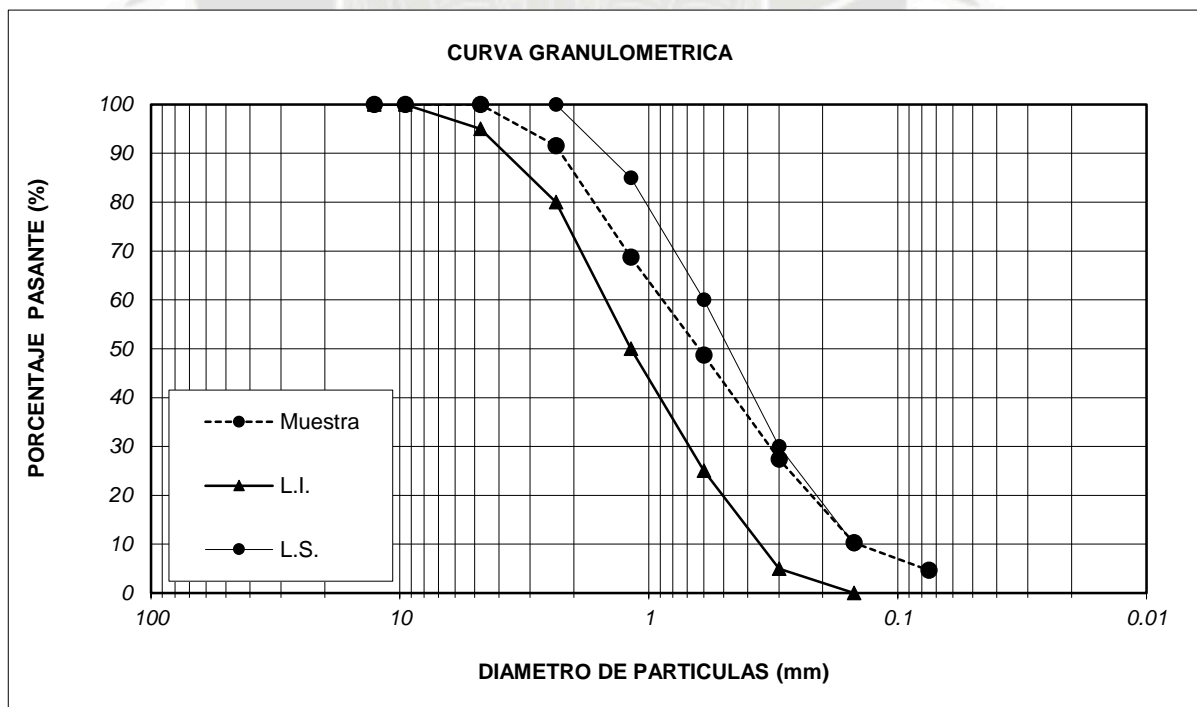
Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y se les llama curvas granulométricas.

**CUADRO 3.6 Granulometría del Agregado Fino Ensayado**

Tamices	Abertura (mm)	Log (apertura)	Peso Retenido (kg)	% Peso retenido	% Peso Reten. Acumulado	% Pasante Acumulado
3/8"	9.50	0.98	0.00	0.00	0.00	100.00
#4	4.75	0.68	0.35	0.05	0.05	99.95
#8	2.38	0.38	57.71	8.44	8.49	91.51
#16	1.19	0.08	155.80	22.78	31.27	68.73
#30	0.60	-0.23	137.12	20.05	51.32	48.68
#50	0.30	-0.53	145.84	21.32	72.64	27.36
#100	0.15	-0.83	116.92	17.09	89.73	10.27
#200	0.08	-1.12	38.43	5.62	95.35	4.65
Fondo	0.00	0.00	31.83	4.65	100.00	0.00
			684.00	100.00		

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 3.2 Curva granulométrica del Agregado Fino Ensayado**



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

### 3.2.2 MÓDULO DE FINEZA

Es la proporción de los valores retenidos acumulados en el tamizaje hasta el tamiz 100, dividido entre 100, es decir el módulo de fineza define como la suma de porcentajes acumulados retenidos de la serie de tamices 3", 1 1/2", 3/4", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50 y #100 dividida entre 100, sabiendo que para el cálculo no se incluyen los tamices de 1" y 1/2". [12].

$$M.F. = \frac{\sum \frac{3}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

**CUADRO 3.7** Peso retenido acumulado del Agregado Fino ensayado

Tamices	% Peso Reten. Acumulado
3/8"	0.00
#4	0.05
#8	8.49
#16	31.27
#30	51.32
#50	72.64
#100	89.73
#200	95.35
Fondo	100.00

*Fuente: Elaboración propia*

$$M.F. = \frac{0 + 0.05 + 8.49 + 31.27 + 51.32 + 72.64 + 89.73}{100} = 2.52$$



**FIGURA 3.5** Pesos Retenidos de las mallas del agregado fino

### 3.2.3 PESO ESPECÍFICO

El peso específico del agregado grueso es la relación entre la masa (o peso en el aire) de una unidad de volumen de un material a la masa del mismo volumen de agua a una temperatura indicada. Los valores son adimensionales. Se distinguen tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación. [17]

#### PESO ESPECÍFICO DE MASA

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total (incluyendo los vacíos permeables e impermeables de las partículas, pero sin incluir los vacíos entre partículas) a una temperatura establecida para el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida.

#### PESO ESPECÍFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total del agregado, incluyendo el peso del agua dentro de los vacíos alcanzados por la sumersión en agua durante aproximadamente 24 horas, a una temperatura establecida, en comparación con el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida.

#### PESO ESPECÍFICO APARENTE

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen de la parte impermeable del agregado a una temperatura indicada y el peso en el aire de un igual volumen de agua destilada de gas a una temperatura constante.

#### ABSORCIÓN

Aumento en el peso de los agregados debido al agua en los poros del material pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje del peso seco.

#### PROCEDIMIENTO

- Después de eliminar el material de tamaño superior a 4.75 mm (tamiz N°4), se selecciona, por cuarteo, una cantidad aproximada de 1 Kg que se seca en el horno, se enfría luego al aire. Una vez fría se pesa hasta lograr peso constante. A continuación se cubre la muestra completamente con agua y se la deja sumergida durante  $24 \pm 4$  horas.



- Después del periodo de inmersión, se decanta cuidadosamente para evitar la pérdida de finos y se extiende la muestra sobre una bandeja, se deseca la superficie de las superficies hasta que las partículas puedan fluir libremente.
- Para fijar este punto se utiliza un molde cónico, se sujeta firmemente el molde cónico con su diámetro mayor apoyado sobre una superficie plana, echando en su interior a través de un embudo, una cantidad de muestra suficiente, que se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla, levantando a continuación, con cuidado, verticalmente el molde. Realizando frecuentemente la prueba del cono hasta que se produzca un primer desmoronamiento superficial, indicativo de que finalmente ha alcanzado el agregado la condición de superficie seca.
- Inmediatamente, se introducen en el picnómetro previamente tarado, 500 g del agregado fino, preparado como se ha descrito anteriormente, y se le añade agua hasta aproximadamente un 90 por ciento de su capacidad; para eliminar el aire atrapado se rueda el picnómetro sobre una superficie plana, e incluso agitando o invirtiéndolo si es preciso, introduciéndolo seguidamente en un baño de agua a una temperatura entre 21°C y 25°C durante 1 hora, transcurrida la cual se enrasa con agua a igual temperatura, se saca del baño, se seca su superficie y se determina su peso total.
- Se saca el agregado fino del matraz y se determina finalmente su peso exacto.



FIGURA 3.6 Peso específico del agregado fino

Las características del agregado fino se determinan por las siguientes relaciones que se presentan a continuación, en donde se muestran denominaciones que se representan en el **Cuadro 3.8**.

Peso Específico (densidad) de masa

$$\frac{A}{B - C}$$

Peso Específico (densidad) saturado con superficie seca

$$\frac{B}{B - C}$$

Peso Específico (densidad) aparente

$$\frac{A}{A - C}$$

Absorción

$$\frac{B - A}{A} * 100\%$$

**CUADRO 3.8** Peso específico y absorción del agregado fino ensayado

<b>Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)</b>	<b>S</b>	<b>500.00</b>
<b>Peso en el aire de la muestra seca en gramos (gr)</b>	<b>A</b>	<b>490.00</b>
<b>Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)</b>	<b>B</b>	<b>654.50</b>
<b>Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)</b>	<b>C</b>	<b>950.40</b>
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.40</b>
Peso Específico Aparente (S.S.S.) (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.45</b>
Peso Específico Nominal (gr/cm <sup>3</sup> )		<b>2.52</b>
Absorción (%)		<b>2.04</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4 PESO UNITARIO

Se define el peso unitario de los agregados como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas.

De forma resumida el peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en es-

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

tado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción.

Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para la proporción de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra.

El término común en nuestro medio con el cual se denomina la densidad total en agregados es la determinación de los pesos volumétricos sueltos y varillados del agregado y se abrevian PVS y PVV respectivamente [14]

### PESO UNITARIO SUELTO

Método de llenado con palas. Para determinar el peso unitario del agregado suelto de tamaño nominal hasta de 100 mm (4")

Se llena el recipiente por medio de una herramienta, de modo que el agregado se descargue de una altura no mayor de 50 mm, por encima del borde hasta colmarlo. Se debe tener cuidado de que no se segreguen las partículas de las cuales se compone la muestra

Se enrasa la superficie del agregado con una regla, de modo que las partes salientes se compensen con las depresiones en relación con el plano de enrase y se determina el peso en Kg, del recipiente lleno



FIGURA 3.7 Ensayo del P.U. del agregado fino

## PESO UNITARIO COMPACTADO

Método del apisonado. Para agregados de tamaño nominal menor o igual que 39 mm (1 ½")

El agregado debe colocarse en el recipiente, en tres capas de igual volumen aproximadamente hasta colmarlo.

Cada una de las capas se empareja con la mano y se apisona con 25 golpes de varilla distribuidos uniformemente en cada capa, utilizando el extremo semiesférico de la varilla

Al apisonar la primera capa, evitar que la varilla golpee el fondo del recipiente. Al apisonar las capas superiores, se aplica la fuerza necesaria para que la varilla solamente atraviese la respectiva capa.

Una vez colmado el recipiente, se enrasa la superficie con la varilla, usándola como regla, y se determina el peso del recipiente lleno, en Kg.

### CUADRO 3.9 Peso unitario del Agregado Fino ensayado

<b>Peso de molde (kg)</b>		<b>4.82</b>
<b>Peso de la muestra suelta (kg)</b>	Pms	18.77
<b>Peso de la muestra compactada (kg)</b>	Pmc	19.54
<b>Volumen Interno del recipiente (m<sup>3</sup>)</b>	V	0.01
Peso Unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )		<b>1525.92</b>
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		<b>1610.14</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.2.5 CONTENIDO DE HUMEDAD

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se exprese como porcentaje de la muestra seca (en estufa), se denomina Porcentaje de humedad, pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos, y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla. [15]

#### SECO

No existe humedad en el agregado. Se lo consigue mediante un secado prolongado en una estufa a una temperatura de  $105 \pm 5^{\circ}$  C.

## SECO AL AIRE

Cuando existe algo de humedad en el interior del árido. Es característica, en los agregados que se han dejado secar al medio ambiente.

Al igual que en estado anterior, el contenido de humedad es menor que el porcentaje de absorción.

## SATURADO Y SUPERFICIALMENTE SECO

Estado en el cual, todos los poros del agregado se encuentran llenos de agua. Condición ideal de un agregado, en la cual no absorbe ni cede agua.

## HÚMEDO

En este estado existe una película de agua que rodea el agregado, llamado agua libre, que viene a ser la cantidad de exceso, respecto al estado saturado superficialmente seco.

El contenido de humedad es mayor que el porcentaje de absorción.



FIGURA 3.8 Contenido de Humedad

## PROCEDIMIENTO

- Se coloca la muestra húmeda a ensayar en un recipiente adecuado determinándose dicho peso (peso del recipiente + muestra húmeda)
- Llevar el recipiente con la muestra húmeda a una estufa, para secarla durante 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Taras puestas en el horno a secar por 24 horas. Pesarse el recipiente con la muestra seca (peso recipiente + muestra se-

ca) y determinar la cantidad de agua evaporada

$$\frac{P_m - P_{ms}}{P_{ms}} * 100\%$$

*P<sub>m</sub>*: Peso de la muestra

*P<sub>ms</sub>*: Peso de la muestra seca

**CUADRO 3.10 Contenido de Humedad del Agregado Fino ensayado**

Peso de la muestra (gr)	<i>P<sub>m</sub></i>	500.00
Peso de muestra seca (gr)	<i>P<sub>ms</sub></i>	500.00
Contenido de humedad (%)		0.00

*Fuente: Elaboración propia*

# 4 CAPÍTULO IV

## DISEÑO DE MEZCLAS

### $F'C=175, 210, 280 \text{ KG/CM}^2$

#### 4.1 DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga los requerimientos de un proyecto.

Es usual suponer que esta técnica es infalible ya que consiste en la aplicación de ciertas tablas y proporciones ya establecidas que satisfacen prácticamente todas las situaciones normales en obra, lo cual está muy alejado de la realidad.

Existe una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado y el asentamiento, relación agua cemento, etc.

Ante este panorama hay q tener muy claro que no existe ningún método perfecto, ni que nos proporcione una receta infalible para solucionar todos los casos prácticos. [18]

## 4.2 INFORMACIÓN REQUERIDA DE TABLAS

Siempre que sea posible, la dosificación del concreto deberá basarse en datos obtenidos de experiencias en laboratorios, en los cuales han sido utilizados los materiales hacer empleados en obras.

Las tablas utilizadas para la presente investigación serán las empleadas por el método Walker y Módulo de Fineza, las cuales son extraídas y siguiendo el procedimiento de dichos métodos.

### Selección de la resistencia promedio

Las mezclas deben diseñarse para una resistencia promedio cuyo valor es siempre superior al de la resistencia de diseño.

La diferencia entre ambas resistencias está dada y se determina en función del grado de control de la uniformidad y de la calidad del concreto, estando sujeto a las variaciones debidas a:

- Variaciones en la calidad de los materiales;
- Variaciones en el proceso de puesto en obra;
- Variaciones en el control de calidad.

### Casos:

Cuando la compañía constructora cuente con un registro el cual está basado en al menos 30 resultados de ensayos a compresión consecutivos en un periodo de 12 meses.

$$s = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n - 1}} \dots (4.2.1)$$

s: Desviación Estándar

n: Número de ensayos de la serie

$X_1, X_2, \dots, X_n$ : Resultados de resistencia de muestras de ensayos individuales.

$\bar{X}_n$ : Resistencia Promedio.



Cuando la compañía constructora cuente con un registro basado en 15 a 29 pruebas consecutivas, se deberá determinar la desviación estándar de estas y multiplicarlas por el factor de corrección indicado en la **Tabla 4.1**.

**TABLA 4.1 Factor de corrección**

Ensayos	Factor de Corrección
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López

La resistencia a la compresión promedio requerida, la cual ha de emplearse como base para la selección de las proporciones de la mezcla de concreto, deberá ser el mayor de los valores obtenidos a partir de la solución de las ecuaciones 4.2.2 o 4.2.3.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 * s \dots (4.2.2)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 * s - 35 \dots (4.2.3)$$

Cuando no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar, la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la **Tabla 4.2**.

**TABLA 4.2 Resistencia a la Compresión Promedio**

f'c	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

### Selección del asentamiento

Si las especificaciones de obra no dan el asentamiento de la mezcla a ser diseñada, se utilizará la **Tabla 4.3** para seleccionar un valor adecuado.

Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente

**TABLA 4.3 Asentamientos Recomendados**

TIPO DE ESTRUCTURAS	SLUMP MIN.	SLUMP MAX.
1_Zapatillas y muros de cimentación reforzados	3 "	1 "
2_Cimentaciones simples y calzaduras	3 "	1 "
3_Vigas y muros armados	4 "	1 "
4_Columnas	4 "	2 "
5_Losas y pavimentos	3 "	1 "
6_Concreto ciclópeo	2 "	1 "
7_Concreto Super plastificado	6 "	8 "

*Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.*

El asentamiento puede incrementarse en 1" si se repite un método de consolidación diferente a la vibración.

**TABLA 4.4 Consistencia vs Asentamiento**

Consistencia	Asentamiento
1_Seco	1" a 2"
2_Plastica	3" a 4"
3_Fluida	6" a 7"

*Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López*

### Selección del tamaño máximo del agregado

Su selección deberá tener en cuenta que el concreto deberá ser colocado sin dificultad en los encofrados y que en todos los lugares de ellos, especialmente esquinas y ángulos no deberá quedar espacios vacíos ni cangrejeras.

En general, en la medida que el porcentaje de vacíos tienda a disminuir conforme aumenta el tamaño máximo nominal de un agregado bien graduado, los requisitos de mortero de la unidad de volumen del concreto serán menores al incrementarse aquel.

Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económica-

mente disponible. Se considera que el tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá exceder los siguientes valores:

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados
- Un tercio del peralte de las losas
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras o alambres individuales de refuerzos; paquetes de barras; tendones o ductos de presfuerzo.

### Selección del Volumen Unitario de agua

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua por unidad cúbica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado está al estado seco.

El agregado no suele presentarse en estado seco, por lo que deberá posteriormente ser corregido en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado.

A partir del volumen unitario de agua y conociendo la relación agua-cemento efectiva es posible calcular el factor cemento, debido fundamentalmente a las características físicas del agregado, de la consistencia seleccionada, y del contenido de aire de la mezcla.

La **Tabla 4.5** ha sido preparada en base a las recomendaciones del comité 211 del ACI. Ella permite seleccionar el volumen unitario de agua, para agregados al estado seco, en concretos preparados con o sin aire incorporado, teniendo como factores la consistencia deseada y el tamaño máximo nominal del agregado grueso seleccionado.

**TABLA 4.5 Volumen Unitario de Agua**

Asentamiento	Agua, en 1m <sup>3</sup> , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>Concretos sin aire incorporado</b>								
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	176	160	----
<b>Concretos con aire incorporado</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

Dependiendo de la textura y perfil del agregado grueso, los requisitos dados en Tabla 4.2.5 pueden ser un poco más altos o bajos que los necesarios, tales diferencias pueden ser compensantes con otros factores involucrados.

La **Tabla 4.6** ha sido preparada por el Departamento de Concreto del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

**TABLA 4.6 Volumen Unitario de Agua**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeada	Agregado Angular	Agregado Redondeada	Agregado Angular	Agregado Redondeada	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

La **Tabla 4.6** permite calcular el volumen unitario de agua, considerando, además de la consistencia y el tamaño máximo nominal del agregado, el perfil del mismo. Los valores de la tabla corresponden a mezclas sin aire incorporado y deben ser ajustados en función del porcentaje de absorción y el contenido de humedad de los agregados.

### Selección del contenido de aire

Las burbujas de aire pueden estar presentes como resultado de las operaciones propias del proceso de puesto en obra, en tal caso se le conoce como aire atrapado o aire natural, o pueden encontrarse en la mezcla debido a que han sido intencionalmente incorporados a ella, en tal caso se le conoce como aire incorporado.

El aire atrapado depende del aporte de los materiales, las condiciones de operación y la granulometría y tamaño máximo del agregado.

En los concretos con aire incorporado, éste se incorpora intencionalmente a la mezcla mediante el empleo de aditivos con la finalidad de mejorar determinadas propiedades del concreto, especialmente su durabilidad frente a los procesos de congelación y deshielo.

La **Tabla 4.7** da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para distintos tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los límites de la norma ASTM C33.

**TABLA 4.7 Contenido de aire atrapado**

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

Si es necesario o se desea trabajar con aire incorporado, la Tabla 4.2.8 da tres niveles de aire total, los cuales dependen de los propósitos de empleo del aire incorporado y de la severidad de las condiciones del clima.

**TABLA 4.8 Contenido de Aire Total**

Tamaño Máximo Nominal	Contenido de aire total, en %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.0
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2.0	4.0	5.0
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1.0	3.0	4.0

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

## Selección de la relación agua-cemento

Desde que la mayoría de las propiedades deseables en el concreto endurecido dependen de la calidad de la pasta, producto final del proceso de hidratación del cemento, se considera que una etapa fundamental de la selección de las proporciones de una mezcla de concreto es la relación agua-cemento.

La relación agua-cemento requerida por una mezcla de concreto es función de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado del mismo.

La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado en las tablas, se refiere a la cantidad de agua en la mezcla cuando el agregado está saturado superficialmente seco. La relación agua-cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

La Tabla 4.9 ha sido confeccionada por un grupo de investigadores de la National Ready Mixed Concrete Association. Ella relaciona la resistencia en compresión promedio con el tamaño máximo nominal de agregado grueso de perfil angular y adecuadamente distribuido por tamaños, dentro de los límites establecidos por la Norma ASTM C 33.

Los valores indicados en esta tabla corresponden a concretos sin aire incorporado. Las relaciones corresponden a estimados conservadores de resistencias promedio obtenidas empleando cemento portland normal

**TABLA 4.9 Relación Agua-Cemento por resistencia**

f'cr (28 días)	Estimación de la relación agua-cemento en peso para agregado grueso del tamaño máximo nominal indicado.		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.80
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López

Para determinar la relación agua-cemento por durabilidad, el diseñador de la mezcla debe tener en consideración que por razones de exposición del concreto a procesos de congelación y deshielo; a la acción de suelo o aguas sulfatadas; o para prevenir procesos de corrosión en el acero de refuerzo, podría ser necesario recomendar relaciones agua-cemento de diseño con valores en peso de 0.4, 0.45 y 0.5, los cuales son equivalentes a resistencias en compresión de 335, 315 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, valores que podrían ser mayores que aquellos requeridos únicamente por razones de resistencia.

Teniendo en consideración lo indicada, así como que usualmente es difícil de determinar con seguridad la relación agua-cemento de diseño del concreto durante la producción del mismo, aquella que especifique el Ingeniero Estructural deberá ser razonablemente consistente con la relación agua-cemento de diseño requerida por durabilidad por lo que, en aquellos casos que deba seleccionarse la relación agua-cemento por resistencia y durabilidad, se utilizará el menor de los dos valores.

El concreto que deberá estar sometido a procesos de congelación, deshielo en condición húmeda; que deba tener baja permeabilidad al agua; o que va a estar expuesto a sales descongelantes, agua de mar, rocío o neblina de estas fuente; o a la acción de aguas cloacales, deberá tener la relación agua-cemento de diseño máxima y cumplir con los requisitos de la **Tabla 4.10**

**TABLA 4.10 Condiciones especiales de exposición**

Condiciones de exposición	Relación a/c máxima, en concretos con agregado de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concretos con agregados liviano
Concretos de baja permeabilidad	0.50	260
Expuesto a agua dulce	0.45	
Expuesto a agua de mar o aguas solubles	0.45	
Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condición húmedas:	0.45	300
Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.50	
Otros Elementos		
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de estas aguas Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.40	325
	0.45	300

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López

Los sulfatos de sodio, calcio y magnesio, presentes en los suelos, aguas freáticas y agua de mar, son causa de ataque al concreto al reaccionar con el aluminato tricalcico y la cal libre presentes en los concretos de cemento portland.

El concreto que va a estar expuesto a soluciones o suelos que contienen sulfatos, deberá cumplir con los requisitos indicados en la **Tabla 4.11**

**TABLA 4.11 Concreto expuesto a soluciones de sulfatos**

Exposición a Sulfatos	Sulfatos solubles en agua, presente en el suelo como SO <sub>4</sub> % en peso	Sulfato en agua, como SO <sub>4</sub> ppm	Cemento Tipo	Relación a/c máxima, en peso. En concretos con agregado de peso normal
Despreciable	0.00 – 0.10	0-150	-	-
Moderada	0.10 – 0.20	150-1500	II – 1P – 1PM V V +Puzolana	0.50
Severa	0.20 – 2.00	1500-10000		0.45
Muy Severa	Sobre 2.00	Sobre 10000		0.45

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

### Calculo del contenido de cemento

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen del concreto y la relación agua-cemento seleccionada, se puede determinar el factor cemento por unidad cúbica de concreto.

$$\text{Contenido de cemento } \left( \frac{l}{m^3} \right) = \frac{\text{Agua de mezclado } \left( \frac{l}{m^3} \right)}{\text{Relación } \left( \frac{a}{c} \right)} \dots (4.2.4)$$

### 4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO DEL CONCRETO

Existen diferentes métodos de diseño de mezcla; algunos pueden ser muy complejos como consecuencia de la existencia de múltiples variables; aun así se desconoce el método que ofrezca resultados perfectos.

#### MÉTODO WALKER

El denominado Método Walker se desarrolló debido a la preocupación del Profesor Stanton Walker en relación con el hecho de que, sea cual fuera la resistencia de diseño del concreto y por tanto su relación agua-cemento, contenido de cemento y características del agregado fino, la



cantidad de agregado grueso era la misma, ello cuando se aplicaba el procedimiento de diseño del comité ACI.

Considerando que la relación fino - grueso debería variar en función del contenido de la pasta en la mezcla, así como del perfil y tamaño máximo nominal del agregado grueso, y que otro factor que debería ser considerado era la mayor o menor fineza del agregado fino, el profesor Walker desarrollo la **Tabla 4.12**.

**TABLA 4.12 Porcentaje de agregado fino**

Tamaño máximo Nominal del Agregado Grueso	Agregado Redondo				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico				Factor cemento expresado en sacos por metro cúbico			
	5	6	7	8	5	6	7	8
Agregado Fino – Módulo de Fineza 2.3 a 2.4								
3/8"	60	57	54	51	69	65	61	58
1/2"	49	46	43	40	57	54	51	48
3/4"	41	38	35	33	48	45	43	41
1"	40	37	34	32	47	44	42	40
1 1/2"	37	34	32	30	44	41	39	37
2"	36	33	31	29	43	40	38	36
Agregado Fino – Módulo de Fineza 2.6 a 2.7								
3/8"	66	62	59	56	75	71	67	64
1/2"	53	50	47	44	61	58	55	53
3/4"	44	41	38	36	51	48	46	44
1"	42	39	37	35	49	46	44	42
1 1/2"	40	37	35	33	47	44	42	40
2"	37	35	33	32	45	42	40	38
Agregado Fino – Módulo de Fineza 3.0 a 3.1								
3/8"	74	70	66	62	84	80	76	73
1/2"	59	56	53	50	70	66	62	59
3/4"	49	46	43	40	57	54	51	48
1"	47	44	41	38	55	52	49	46
1 1/2"	44	41	38	36	52	49	46	44
2"	42	38	36	34	49	46	44	42

Fuente: "Tecnología del concreto" Enrique Rivva López.

Los valores de la tabla corresponden a porcentajes del agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

En dicha tabla se toma en consideración la fineza del agregado fino, clasificándolo en tres categorías: fino, mediana y grueso. Igualmente se considera si el agregado grueso es de perfil redondeado o angular y, para cada uno de los dos casos, se considera cuatro alternativas de factor cemento. Todo ello permite encontrar en la tabla un porcentaje de agregado fino que se considera con el más conveniente en relación al volumen absoluto total del agregado.

Calculando el volumen absoluto de agregado fino, se determina el de agregado grueso por diferencia con el volumen absoluto total de agregado y, conocidos ambos, se determina el peso seco de cada uno de ellos en la mezcla.

El procedimiento anterior garantiza una mejor relación fino -grueso en la mezcla de concreto. La tabla de Walker corresponde a concretos sin aire incorporado

Las cantidades de materiales por metro cúbico de concreto pueden ser determinadas, cuando se emplea el Método de Walker, siguiendo la secuencia que a continuación se indica:

Seleccionar la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.

- a) Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- b) Seleccionar el asentamiento
- c) Seleccionar el volumen unitario del agua de diseño (Tablas 4.5 o 4.6).
- d) Seleccionar el contenido de aire (Tabla 4.7).
- e) Seleccionar la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad (Tablas 4.9, 4.10 y 4.11).
- f) Determinar el factor cemento
- g) Determinar la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
- h) Determinar el volumen absoluto del agregado total.
- i) Determinar el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado (Tabla 4.12).
- j) Determinar el volumen absoluto de agregado grueso
- k) Determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso
- l) Corregir los valores de diseño por humedad del agregado.
- m) Determinar la proporción en peso de diseño y de obra.

## MÉTODO DEL MÓDULO DE FINEZA

Toma el módulo de fineza total de la mezcla de agregados como elemento fundamental para evaluar su habilidad en satisfacer determinado diseño de mezcla.

El sustento teórico reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de las partículas para una cierta distribución granulométrica.

Para encontrar de manera sencilla la proporción de mezcla de dos agregados conocidos para acercarnos al Módulo de Fineza Óptimo, se utiliza la siguiente ecuación:

$$MF_{(P+A)} \text{ en peso} = \%P \times MF_P + \%A \times MF_A \dots (4.3.1)$$

$MF_{(P+A)}$ : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

$MF_P$ : Módulo de fineza del agregado Grueso.

$MF_A$ : Módulo de fineza del agregado Fino.

$\%P$ : Porcentaje de agregado grueso en relación al volumen absoluto total de agregado.

$\%A$ : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado.

La deficiencia del Método del Módulo de fineza total es que obvia el análisis detallado de la granulometría de la mezcla, basándose sólo en el promedio que representa, lo cual en algunos casos tiende a subestimar la importancia de los finos, por lo que lo recomendable es aplicarlo conjuntamente con alguna curva teórica para una verificación adicional.

Actualmente, es uno de los métodos más usados en la tecnología del concreto pues ha demostrado que permite un acercamiento técnico inmediato a los diseños con mayor probabilidad de satisfacer la mayoría de requisitos en el concreto, y por otro lado, tiene una utilidad primordial en el control de los diseños de mezcla en producción, pues haciendo los ajustes en las mezclas de modo que permanezca constante el módulo de fineza total del diseño, se garantiza estabilidad y uniformidad en los requerimientos de agua y resistencias.

Aplicando la relación (4.3.1) es posible obtener los valores del módulo de fineza de la combinación de agregados que dan las mejores condiciones de trabajabilidad para diversos contenidos de cemento por metro cúbico de concreto.

La proporción de agregado fino, de módulo de fineza conocido, en relación al volumen absoluto total de agregado necesario para obtener un módulo de fineza determinado en la combinación de agregados puede ser calculado a partir de la siguiente ecuación.

$$r = \frac{MF_P - MF_{(P+A)}}{MF_P - MF_A} * 100\% \dots (4.3.2)$$

El valor obtenido de esta ecuación, multiplicado por el volumen absoluto de agregado, nos permite conocer el volumen absoluto de agregado fino. Por diferencia se puede determinar el volumen absoluto de agregado grueso.

Ambos volúmenes absolutos, multiplicados por sus respectivos pesos secos sólidos, permiten calcular los pesos secos por unidad de volumen del concreto, de los agregados fino y grueso.

Las cantidades de materiales por metro cubico de concreto pueden ser determinadas de la misma manera que, cuando se emplea el Método de Walker, siguiendo la secuencia que a continuación se indica:

Seleccionar la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada y la desviación estándar de la compañía constructora.

- a) Seleccionar el tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- b) Seleccionar el asentamiento
- c) Seleccionar el volumen unitario del agua de diseño (Tablas 4.5 o 4.6).
- d) Seleccionar el contenido de aire (Tabla 4.7).
- e) Seleccionar la relación agua-cemento por resistencia y por durabilidad (Tablas 4.9, 4.10 y 4.11).
- f) Determinar el factor cemento
- g) Determinar la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire.
- h) Determinar el volumen absoluto del agregado total.
- i) Calcular el módulo de fineza de la combinación de agregados. (Fórmula 4.3.1)

- j) Determinar el porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto total de agregado (Fórmula 4.3.2).
- k) Determinar el volumen absoluto de agregados.
- l) Determinar los pesos secos de los agregados fino y grueso
- m) Corregir los valores de diseño por humedad del agregado.
- n) Determinar la proporción en peso de diseño y de obra.

#### 4.4 CÁLCULOS Y DISEÑOS PARA CADA UNA DE LAS MUESTRAS A ANALIZAR

##### DISEÑO POR EL MÉTODO WALKER

##### A. DISEÑO PARA UNA LOSA DE 175 KG/CM<sup>2</sup>

Determinación de la Resistencia Promedio

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

Tamaño Máximo del Agregado

$$\frac{3}{4}''$$

Selección del Asentamiento para losas y de consistencia plástica

3" a 4"

Volumen Unitario de Agua

$$204 \text{ l/m}^3$$

Contenido de Aire

$$2 \%$$

Relación agua-cemento

$$0.63$$

Relación agua-cemento por resistencia

$$0.63$$

Relación agua-cemento por durabilidad

$$1$$

Contenido de Cemento

$$324.38 \text{ kg/m}^3$$

Calculo de Volúmenes Absolutos de la Pasta

Material	Peso	P. E.	V. abs
Cemento (m <sup>3</sup> )	324.4	2850	0.113
Agua (m <sup>3</sup> )	204	1000	0.204
Aire (m <sup>3</sup> )	2.00		0.020
<b>SUMA (m<sup>3</sup>)</b>			<b>0.338</b>

Volumen Absoluto del Agregado

$$0.662 \text{ m}^3$$

Porcentaje del Agregado Fino

Forma de Ag. Grueso

Angular

Factor Cemento

$$7.6 \text{ bol/m}^3$$

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

Módulo de fineza TMN	2.5 $\frac{3}{4}$ "
Interpolación de tablas % Agregado Fino	43.267 0.433

#### Volumen Absoluto del Agregado

Fino	$=0.433 \cdot 0.662$	0.287 m <sup>3</sup>
Grueso	$= (1-0.433) \cdot 0.662$	0.376 m <sup>3</sup>
Total		0.662 m <sup>3</sup>

#### Peso Seco de los Agregados

Fino	722.004 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	939.181 kg/m <sup>3</sup>

#### Valores de Diseño

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	324.38
Agua (l/m <sup>3</sup> )	204.00
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	722.00
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	939.18

#### Corrección por humedad del agregado

Peso Húmedo del agregado	
Fino	722.00 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	942.66 kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial	
Fino	-2.04 %
Grueso	-0.16 %
Aporte de Humedad	
Fino	$=722.00 \cdot (-2.04\%)$ -14.73 l/m <sup>3</sup>
Grueso	$=942.66 \cdot (-0.16\%)$ -1.50 l/m <sup>3</sup>
Total	-16.23 l/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	$=204 - (-16.23)$ 220.23 l/m <sup>3</sup>

#### Peso de materiales, corregidos por humedad

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	324.40
Agua (l/m <sup>3</sup> )	220.23
Agregado Fino húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	722.00
Agregado Grueso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	942.66

Proporción en peso húmedo

C	Ag. F	Ag. G	Agua
1	2.37	2.90	31.30

Relación a/c de diseño	0.63
Relación a/c de efectiva	0.74

Pesos por tanda de un saco

Material	Cantidad
Cemento (kg/saco)	42.50
Agua (l/saco)	31.30
Agregado Fino húmedo (kg/saco)	100.60
Agregado Grueso húmedo (kg/saco)	148.80

## B. DISEÑO PARA UNA LOSA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>

Determinación de la Resistencia Promedio

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \quad f'_{cr} = 294$$

Tamaño Máximo del Agregado  $\frac{3}{4}$ "

Selección del Asentamiento para losas y de consistencia plástica 3" a 4"

Volumen Unitario de Agua 204 l/m<sup>3</sup>

Contenido de Aire 2 %

Relación agua-cemento 0.55

Relación agua-cemento por resistencia 0.55  
Relación agua-cemento por durabilidad 1

Contenido de Cemento 370.297 kg/m<sup>3</sup>  
8.7 bol/m<sup>3</sup>

Calculo de Volúmenes Absolutos de la Pasta

Material	Peso	P. E.	V. abs
Cemento (m <sup>3</sup> )	370.3	2850	0.129
Agua (m <sup>3</sup> )	204	1000	0.204
Aire (m <sup>3</sup> )	2.00		0.020
SUMA (m <sup>3</sup> )			0.354

Volumen Absoluto del Agregado 0.646 m<sup>3</sup>

Porcentaje del Agregado Fino

Forma de Ag. Grueso Angular  
 Factor Cemento 8.7 bol/m<sup>3</sup>  
 Módulo de fineza 2.5  
 TMN ¾"

Interpolación de tablas 41.087  
 % Agregado Fino 0.411

Volumen Absoluto del Agregado

Fino =  $0.411 \cdot 0.646$  0.265 m<sup>3</sup>  
 Grueso =  $(1 - 0.411) \cdot 0.646$  0.381 m<sup>3</sup>  
 Total 0.646 m<sup>3</sup>

Peso Seco de los Agregados

Fino =  $0.285 \cdot 2.66 \cdot 1000$  706.103 kg/m<sup>3</sup>  
 Grueso =  $0.381 \cdot 2.50 \cdot 1000$  951.548 kg/m<sup>3</sup>

Valores de Diseño

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	370.297
Agua (l/m <sup>3</sup> )	204.00
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	706.10
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	951.55

Corrección por humedad del agregado

Peso Húmedo del agregado  
 Fino =  $706.100 \cdot (1 + 0.75)$  711.398 kg/m<sup>3</sup>  
 Grueso =  $951.548 \cdot (1 + 0.19)$  953.356 kg/m<sup>3</sup>  
 Humedad Superficial  
 Fino -3.79 %  
 Grueso -0.60 %  
 Aporte de Humedad  
 Fino =  $706.100 \cdot (-3.79\%)$  -26.76 l/m<sup>3</sup>  
 Grueso =  $951.548 \cdot (-0.60\%)$  -5.71 l/m<sup>3</sup>  
 Total -32.47 l/m<sup>3</sup>  
 Agua Efectiva =  $204 - (-32.47)$  236.47 l/m<sup>3</sup>



Peso de materiales, corregidos por humedad

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	370.30
Agua (l/m <sup>3</sup> )	236.47
Agregado Fino húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	711.40
Agregado Grueso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	953.36

Proporción en peso húmedo

C	Ag. F	Ag. G	Agua
1	1.92	2.57	27.1

Relación a/c de diseño 0.55  
Relación a/c de efectiva 0.64

Pesos por tanda de un saco

Material	Cantidad
Cemento (kg/saco)	42.50
Agua (l/saco)	27.10
Agregado Fino húmedo (kg/saco)	81.60
Agregado Grueso húmedo (kg/saco)	109.40

### C. DISEÑO PARA UNA LOSA DE 280 KG/CM<sup>2</sup>

Determinación de la Resistencia Promedio

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \quad f'_{cr} = 364$$

Tamaño Máximo del Agregado  $\frac{3}{4}$ "

Selección del Asentamiento para losas y de consistencia plástica 3" a 4"

Volumen Unitario de Agua 204 l/m<sup>3</sup>

Contenido de Aire 2 %

Relación agua-cemento 0.466

Relación agua-cemento por resistencia 0.466

Relación agua-cemento por durabilidad 1

Contenido de Cemento 437.77 kg/m<sup>3</sup>  
10.3 bol/m<sup>3</sup>

## Calculo de Volúmenes Absolutos de la Pasta

Material	Peso	P. E.	V. abs
Cemento (m3)	437.77	2850.00	0.154
Agua (m3)	204	1000	0.204
Aire (m3)	2.00		0.020
SUMA (m3)			0.378

Volumen Absoluto del Agregado 0.622 m3

## Porcentaje del Agregado Fino

Forma de Ag. Grueso	Angular
Factor Cemento	10.3 bol/m3
Módulo de fineza	2.5
TMN	$\frac{3}{4}$ "
Interpolación de tablas	37.90
% Agregado Fino	0.379

## Volumen Absoluto del Agregado

Fino	$=0.379 \cdot 0.622$	0.236 m3
Grueso	$=(1-0.379) \cdot 0.622$	0.387 m3
Total		0.622 m3

## Peso Seco de los Agregados

Fino	$=0.236 \cdot 2.66 \cdot 1000$	627.456 kg/m3
Grueso	$=0.387 \cdot 2.5 \cdot 1000$	966.278 kg/m3

## Valores de Diseño

Material	Cantidad
Cemento (kg/m3)	437.77
Agua (l/m3)	204.00
Agregado Fino (kg/m3)	627.46
Agregado Grueso (kg/m3)	966.28

## Corrección por humedad del agregado

Peso Húmedo del agregado	
Fino	632.16 kg/m3
Grueso	968.11 kg/m3
Humedad Superficial	
Fino	-3.79 %

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

Grueso	-0.60 %
Aporte de Humedad	
Fino	-23.78 l/m <sup>3</sup>
Grueso	-5.80 l/m <sup>3</sup>
Total	-29.58 l/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	233.58 l/m <sup>3</sup>

Peso de materiales, corregidos por humedad

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	437.77
Agua (l/m <sup>3</sup> )	233.58
Agregado Fino húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	632.16
Agregado Grueso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	968.11

Proporción en peso húmedo

C	Ag. F	Ag. G	Agua
1	1.44	2.21	22.7

Relación a/c de diseño	0.47
Relación a/c de efectiva	0.53

Pesos por tanda de un saco

Material	Cantidad
Cemento (kg/saco)	42.50
Agua (l/saco)	22.70
Agregado Fino húmedo (kg/saco)	61.40
Agregado Grueso húmedo (kg/saco)	94.00

## DISEÑO POR EL MÉTODO MÓDULO DE FINEZA

### A. DISEÑO PARA UNA LOSA DE 175 KG/CM<sup>2</sup>

Determinación de la Resistencia Promedio

$$f'_{cr} = f'_c + 70$$

$$f'_{cr} = 245$$

Tamaño Máximo del Agregado

$$\frac{3}{4}''$$

Selección del Asentamiento para losas y de consistencia plástica

3" a 4"

Volumen Unitario de Agua

$$205 \text{ l/m}^3$$

Contenido de Aire

$$2 \%$$

Relación agua-cemento	0.63
Relación agua-cemento por resistencia	0.63
Relación agua-cemento por durabilidad	1

Contenido de Cemento	325.97 kg/m <sup>3</sup> 7.7 bl/m <sup>3</sup>
----------------------	---

#### Calculo de Volúmenes Absolutos de la Pasta

Material	Peso	P. E.	V. abs
Cemento (m <sup>3</sup> )	325.97	2860.00	0.114
Agua (m <sup>3</sup> )	205.00	1000	0.205
Aire (m <sup>3</sup> )	2.00		0.020
SUMA (m <sup>3</sup> )			0.339

Volumen Absoluto del Agregado	0.661 m <sup>3</sup>
-------------------------------	----------------------

#### Calculo del módulo de fineza de la combinación de los agregados

Factor Cemento	7.7 bol/m <sup>3</sup>
TMN	$\frac{3}{4}$ "
Interpolación de tablas	5.087

#### Cálculo del valor de "rr"

Módulo de fineza – Agregado Grueso (mg)	6.49
Módulo de fineza – Agregado Fino (m)	2.50
Módulo de fineza Combinado (mr)	5.09
rr	35.2

#### Volumen Absoluto del Agregado

Fino	0.232 m <sup>3</sup>
Grueso	0.428 m <sup>3</sup>
Total	0.661 m <sup>3</sup>

#### Peso Seco de los Agregados

Fino	617.950 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	1070.78 kg/m <sup>3</sup>

## Valores de Diseño

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	325.97
Agua (l/m <sup>3</sup> )	205.00
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	617.95
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	1070.78

## Corrección por humedad del agregado

Peso Húmedo del agregado	
Fino	622.58 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	1072.81 kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial	
Fino	-3.79 %
Grueso	-0.60 %
Aporte de Humedad	
Fino	-23.42 l/m <sup>3</sup>
Grueso	-6.42 l/m <sup>3</sup>
Total	-29.84 l/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	234.84 l/m <sup>3</sup>

## Peso de materiales, corregidos por humedad

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	326.00
Agua (l/m <sup>3</sup> )	234.84
Agregado Fino húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	622.58
Agregado Grueso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1072.81

## Proporción en peso húmedo

C	Ag. F	Ag. G	Agua
1	1.91	3.29	30.6

Relación a/c de diseño	0.63
Relación a/c de efectiva	0.72

## Pesos por tanda de un saco

Material	Cantidad
Cemento (kg/saco)	42.5
Agua (l/saco)	30.6
Agregado Fino húmedo (kg/saco)	81.2
Agregado Grueso húmedo (kg/saco)	139.9

**DISEÑO PARA UNA LOSA DE 210 KG/CM<sup>2</sup>**

Determinación de la Resistencia Promedio

$$f'_{cr} = f'_c + 84$$

$$f'_{cr} = 294$$

Tamaño Máximo del Agregado

$$\frac{3}{4}''$$

Selección del Asentamiento para losas y de consistencia plástica

3" a 4"

Volumen Unitario de Agua

$$205 \text{ l/m}^3$$

Contenido de Aire

$$2 \%$$

Relación agua-cemento

$$0.55$$

Relación agua-cemento por resistencia

$$0.55$$

Relación agua-cemento por durabilidad

$$1$$

Contenido de Cemento

$$372.11 \text{ kg/m}^3$$

$$8.8 \text{ bol/m}^3$$

Calculo de Volúmenes Absolutos de la Pasta

Material	Peso	P. E.	V. abs
Cemento (m3)	372.11	2850	0.131
Agua (m3)	205.00	1000	0.205
Aire (m3)	2.00		0.020
SUMA (m3)			0.356

Volumen Absoluto del Agregado

$$0.644 \text{ m}^3$$

Calculo del módulo de fineza de la combinación de los agregados

Factor Cemento

$$8.8 \text{ bol/m}^3$$

TMN

$$\frac{3}{4}''$$

Interpolación de tablas

$$5.17$$

Cálculo del valor de "rr"

Módulo de fineza – Agregado Grueso (mg)

$$6.49$$

Módulo de fineza – Agregado Fino (m)

$$2.50$$

Módulo de fineza Combinado (mr)

$$5.17$$

rr

$$33.1$$

Volumen Absoluto del Agregado

Fino

$$0.213 \text{ m}^3$$

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

Grueso	0.431 m <sup>3</sup>
Total	0.644 m <sup>3</sup>

## Peso Seco de los Agregados

Fino	566.910 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	1078.28 kg/m <sup>3</sup>

## Valores de Diseño

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	372.11
Agua (l/m <sup>3</sup> )	205.00
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	566.91
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	1078.28

## Corrección por humedad del agregado

Peso Húmedo del agregado	
Fino	571.16 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	1080.32 kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial	
Fino	-3.79 %
Grueso	-0.60 %
Aporte de Humedad	
Fino	-21.49 l/m <sup>3</sup>
Grueso	-6.47 l/m <sup>3</sup>
Total	-27.96 l/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	232.96 l/m <sup>3</sup>

## Peso de materiales, corregidos por humedad

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	372.10
Agua (l/m <sup>3</sup> )	232.96
Agregado Fino húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	571.16
Agregado Grueso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1080.32

## Proporción en peso húmedo

C	Ag. F	Ag. G	Agua
1	1.53	2.90	26.60

Relación a/c de diseño	0.55
Relación a/c de efectiva	0.63

Pesos por tanda de un saco

Material	Cantidad
Cemento (kg/saco)	42.50
Agua (l/saco)	26.60
Agregado Fino húmedo (kg/saco)	65.20
Agregado Grueso húmedo (kg/saco)	123.40

## B. DISEÑO PARA UNA LOSA DE 280 KG/CM<sup>2</sup>

Determinación de la Resistencia Promedio

$$f'_{cr} = f'_c + 84$$

$$f'_{cr} = 364$$

Tamaño Máximo del Agregado

$$\frac{3}{4}''$$

Selección del Asentamiento para losas y de consistencia plástica

3" a 4"

Volumen Unitario de Agua

$$205 \text{ l/m}^3$$

Contenido de Aire

$$2 \%$$

Relación agua-cemento

$$0.47$$

Relación agua-cemento por resistencia

$$0.47$$

Relación agua-cemento por durabilidad

$$1$$

Contenido de Cemento

$$439.91 \text{ kg/m}^3$$

$$10.4 \text{ bol/m}^3$$

Calculo de Volúmenes Absolutos de la Pasta

Material	Peso	P. E.	V. abs
Cemento (m3)	439.91	2850	0.154
Agua (m3)	205.00	1000	0.205
Aire (m3)	2.00		0.020
SUMA (m3)			0.379

Volumen Absoluto del Agregado

$$0.621 \text{ m}^3$$

Cálculo del módulo de fineza de la combinación de los agregados

Factor Cemento

$$10.4 \text{ bol/m}^3$$

TMN

$$\frac{3}{4}''$$

Interpolación de tablas

$$5.29$$



## Cálculo del valor de "rr"

Módulo de fineza – Agregado Grueso (mg)	6.49
Módulo de fineza – Agregado Fino (m)	2.50
Módulo de fineza Combinado (mr)	5.29
rr	30.1

## Volumen Absoluto del Agregado

Fino	0.187 m <sup>3</sup>
Grueso	0.434 m <sup>3</sup>
Total	0.621 m <sup>3</sup>

## Peso Seco de los Agregados

Fino	497.312 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	1084.21 kg/m <sup>3</sup>

## Valores de Diseño

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	439.91
Agua (l/m <sup>3</sup> )	205.00
Agregado Fino (kg/m <sup>3</sup> )	497.31
Agregado Grueso (kg/m <sup>3</sup> )	1084.21

## Corrección por humedad del agregado

Peso Húmedo del agregado	
Fino	501.04 kg/m <sup>3</sup>
Grueso	1086.27 kg/m <sup>3</sup>
Humedad Superficial	
Fino	-3.79 %
Grueso	-0.60 %
Aporte de Humedad	
Fino	-18.85 l/m <sup>3</sup>
Grueso	-6.51 l/m <sup>3</sup>
Total	-25.35 l/m <sup>3</sup>
Agua Efectiva	230.35 l/m <sup>3</sup>

## Peso de materiales, corregidos por humedad

Material	Cantidad
Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	439.91
Agua (l/m <sup>3</sup> )	230.35
Agregado Fino húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	501.04
Agregado Grueso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1086.27

Proporción en peso húmedo

C	Ag. F	Ag. G	Agua
1	1.14	2.47	22.3

Relación a/c de diseño 0.47  
Relación a/c de efectiva 0.52

Pesos por tanda de un saco

Material	Cantidad
Cemento (kg/saco)	42.50
Agua (l/saco)	22.30
Agregado Fino húmedo (kg/saco)	48.40
Agregado Grueso húmedo (kg/saco)	104.90

#### 4.5 DOSIFICACIONES Y CORRECCIONES DEL CONCRETO PARA LOS ENSAYOS

Una vez obtenidas las proporciones de los materiales para las resistencias 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> por los métodos Walker y Módulo de Fineza, se elaboran probetas cilíndricas normadas para someterlas a un ensayo de compresión a los 7 días de edad y verificar si llegar al 70% de la resistencia requerida. De acuerdo a los resultados se hacen correcciones para optimizar el diseño de mezcla patrón.

	Und	WALKER (kg/cm <sup>2</sup> )			M. FINEZA (kg/cm <sup>2</sup> )		
		f'c 175	f'c 210	f'c 280	f'c 175	f'c 210	f'c 280
Cemento	Kg/m <sup>3</sup>	324.38	370.30	437.77	325.97	372.11	439.91
Agua	litros/m <sup>3</sup>	238.52	236.49	233.60	234.84	232.96	230.35
Agregado Fino	Kg/m <sup>3</sup>	767.83	711.90	632.71	622.58	571.16	501.04
Agregado Grueso	Kg/m <sup>3</sup>	940.97	954.03	968.95	1072.81	1080.32	1086.27

	Und	WALKER			M. FINEZA (kg/cm <sup>2</sup> )		
		f'c 175	f'c 210	f'c 280	f'c 175	f'c 210	f'c 280
Cemento	Kg/m <sup>3</sup>	296.80	357.51	399.61	296.45	338.29	408.80
Agua	litros/m <sup>3</sup>	203.68	222.49	215.43	212.16	210.08	212.06
Agregado Fino	Kg/m <sup>3</sup>	767.83	711.40	632.16	622.58	571.16	501.04
Agregado Grueso	Kg/m <sup>3</sup>	940.97	953.36	968.11	1072.81	1080.32	1086.27



# 5. CAPÍTULO V

## PROPIEDADES DEL

### CONCRETO A EVALUAR

#### 5.1. ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO

##### 5.1.1. TRABAJABILIDAD

Procedimiento de ensayo según (NTP 339.035): “Método de ensayo para la medición del Asentamiento del hormigón con el cono de Abrams”. [19]

##### a) EQUIPO

- Cono de Abrams: Molde de forma tronco cónica de 20 cm. de diámetro en la base inferior y 10 cm. de diámetro en la base superior; altura de 30 cm; provisto de agarraderas y aletas de pie.

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

- Varilla compactadora: De acero liso de 5/8" de diámetro con punta semiesférica y de aproximadamente 60 cm. de longitud. La denominación en unidades inglesas (tamices ASTM) se hace según el tamaño de la abertura en pulgadas para los tamaños grandes y el número de aberturas por pulgada lineal para tamices menores de 3/8 de pulgada.



FIGURA 5.1 Equipo para el ensayo de asentamiento

#### b) PROCEDIMIENTO

- Colocar el molde humedecido sobre una superficie plana no absorbente.
- Llenar el concreto en tres capas de aproximadamente 1/3 del volumen total cada capa.
- Compactar cada capa con la barra mediante 25 golpes uniformes en toda la sección.
- Enrasar el molde una vez terminada de compactar la última capa por exceso, esto se puede hacer utilizando una plancha de albañilería o la barra compactadora.
- Levantar el molde en dirección vertical, y medir inmediatamente la diferencia entre la altura del molde y la altura del concreto

fresco. Esta operación debe hacerse entre 5 a 10 seg. máximo, evitar movimiento laterales o torsionales.

- De observarse un asentamiento tipo corte, este ensayo deberá desecharse y realizarse uno nuevo con otra parte de la mezcla. Si se vuelve a cortar, el concreto carece de plasticidad y cohesión y no es válido para este ensayo.
- Se golpea con la varilla en el centro del molde y se puede observar como es la cohesión de la mezcla.

### 5.1.2. PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE AIRE

Se busca determinar la densidad del concreto recién mezclado y a través de fórmulas calcular el peso unitario y el contenido de aire del concreto.

Son ensayos sencillos pero que brindan información sumamente importante. El primero consiste en determinar el peso de un volumen conocido de hormigón compactado en forma normalizada

Peso unitario fue la terminología previa que se usó para describir la propiedad determinada por medio de este método de ensayo, la cual es la masa por unidad de volumen. [20]

#### a) APARATO

- Moldes: deben ser de 6" de diámetro y 12" de altura; de acero, hierro forjado, PVC ú otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento. Antes de usarse los moldes deben ser cubiertos ligeramente con aceite mineral o un agente separador de encofrado no reactivo.
- Varilla: debe ser de fierro liso diámetro 5/8", de 60 cm de largo y con una de sus extremos boleados.
- Mazo: debe usarse un mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 Kg.

- Equipo adicional: badilejo, plancha de metal y depósito que contenga el íntegro de la mezcla a colocar en la probeta (una carretilla de obra cumple este requerimiento).

#### b) PROCEDIMIENTO

- Colocar el concreto en forma normalizada de acuerdo a la norma ASTM C031.
- Dado que el volumen del recipiente, llenado hasta enrase superior puede conocerse con precisión lo mismo que su peso, por diferencia de pesadas (lleno a vacío), y haciendo el cociente de esa diferencia por el volumen del recipiente, se determina el peso unitario de la mezcla fresca.

$$P.U. = \frac{(PR + HF) - PR}{VR}$$

P.U: Peso Unitario

PR: Peso de recipiente

HF: Muestra

VR: Volumen de recipiente

- Si el peso unitario (ensayo) es inferior al peso unitario (teórico), el cociente entre ambos, multiplicado por 100, nos da el porcentaje del volumen aparente que está realmente ocupado por hormigón; el resto es, por lo tanto el contenido de aire incorporado en burbujas semi microscópicas y no huecos macroscópicos. La diferencia al 100% es el contenido de aire porcentual de aire incorporado (conocido como método gravimétrico)

$$C.A. = \left(1 - \frac{P.U.E}{P.U.T}\right) * 100\%$$

C.A: Contenido de aire

P.U.E: Peso Unitario de ensayo

P.U.T: Peso Unitario Teórico

### 5.1.3. ENSAYO PARA EVALUAR EL GRADO DE FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

El método que se utilizó es una adaptación de uno de los métodos de prueba que actualmente son empleados para evaluar la potencial fisuración del concreto debido a la contracción plástica a edades tempranas. Este método evalúa la contracción plástica mediante la comparación del patrón de fisuración de superficie de paneles rectangulares de concreto reforzado con fibras, con el patrón de fisuras de paneles rectangulares de un concreto de referencia, sin fibras, sometidas a condiciones específicas de alta evaporación. El método consiste en someter paneles rectangulares de concreto a velocidades de viento de 4 m/s en una cámara de condiciones constantes de humedad (Humedad relativa del 30 %) y temperatura (36 °C).[21] Se intentó recrear las condiciones de la norma en el laboratorio, utilizándose el horno a una temperatura de 40°C y una humedad constante del 30% durante 24 horas.



FIGURA 5.2 Condiciones recreadas en laboratorio

#### a) EQUIPO REQUERIDO

- Moldes: se usaron baldosas de acero cuadradas de 350x350x50 mm para simular agrietamiento restringido por contracción durante los experimentos.

- Horno: Para poder mantener las losetas a una temperatura y humedad constante.



FIGURA 5.3 Molde de fisuración 35 x 35 x 5 cm

#### b) PROCEDIMIENTO

- Se procede a mezclar los componentes del concreto con el agua hasta obtener una mezcla homogénea
- Se coloca la muestra de concreto en el molde de acero.
- En seguida se procede a enrasar con una plancha hasta alcanzar una superficie lisa.
- Se coloca las losetas en el horno 24 horas a una temperatura de 40°C y una humedad de 30%.





FIGURA 5.4 Losetas de fisuración

## 5.2. ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO

### 5.2.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Calcular la resistencia a la compresión a partir de la carga de rotura dividida por el área de la sección que resiste la carga y se reporta en unidades de kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto diseñada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada  $f'_c$ .

Los resultados de las pruebas de resistencia a partir de cilindros normalizados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto (ASTM C-39) [22]

La resistencia a la compresión es una de las propiedades más importantes del concreto, siendo también el factor que se emplea frecuentemente para definir su calidad

#### a) EQUIPO REQUERIDO

- Máquina de compresión (Laboratorio de Concreto de la Universidad Católica de Santa María).

- Vernier metálico de 0.1 mm de precisión
- Las probetas empleadas para determinar la resistencia a la compresión son de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- Dos platos de acero de mínimo 25 mm de espesor y 3% más grande que el diámetro de una probeta.

#### b) PROCEDIMIENTO

- Las probetas luego de sacarlas de las pozas de curado, deberán de secarse al aire libre para luego someterlas al ensayo respectivo
- El diámetro del espécimen será determinado por el promedio de los dos diámetros medidos en ángulo recto, este diámetro promedio será usado para calcular el área de la sección del espécimen.
- Para que la fuerza se distribuya de manera uniforme se utilizarán dos platos de acero. En caso la superficie de la probeta este con porosidades (dañada) se aplicara una capa de capping (azufre), la cual será preparada con la combinación de Azufre y Bentonita en la proporción de 3 a 1 (en peso) respectivamente y llevándolo a una temperatura de 135°C para que este llegue a un estado fluido. Para la aplicación de capping a las superficies superior e inferior, se utilizará un molde en donde se verterá el azufre para luego colocar el espécimen y obtener caras completamente planas y sin porosidades.
- Se debe limpiar las superficies de contacto de las placas de carga y de la probeta, colocando la probeta en la máquina de ensayo alineada y centrada

- Finalmente se registra la carga máxima expresada en kgf y con la ayuda de la siguiente fórmula se halla la resistencia a la compresión.

$$R_c = \frac{P}{A}$$

P: Carga Máxima

A: Área de carga



FIGURA 5.5 Máquina de ensayo a la compresión del concreto

### 5.2.2. RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN

Este método de ensayo se usa para determinar el esfuerzo de flexión de especímenes preparados y curados de acuerdo con el método de ensayo C 42/C 42M o las prácticas C 31/C 31M o C 192/C 192M. Los resultados se calculan e informan como el módulo de ruptura. El esfuerzo determinado puede variar si existen diferencias en el tamaño del espécimen, preparación, condición de humedad, curado o las condiciones donde la viga haya sido moldeada o aserrada al tamaño requerido. [23]

Los resultados de este método pueden ser usados para determinar el cumplimiento de especificaciones o como una base para determinar el proporcionamiento de la mezcla y las operaciones de mezclado y colocación del concreto. Este ensayo se utiliza en la evaluación de concretos para la construcción de losas y pavimentos.

#### a) APARATOS

- Máquina de compresión (Laboratorio de Concreto de la Universidad Católica de Santa María).
- Moldes de acero inoxidable de 150x150x500 mm.
- Dos placas y tres apoyos de acero



FIGURA 5.6 Especímenes prismáticos

#### b) PROCEDIMIENTO

- La muestra es centrada sobre las placas de carga, luego se coloca los bloques de aplicación de carga en contacto con la superficie del espécimen en el punto medio entre los soportes.

Tienen una longitud entre apoyos de 45 cm. Los lados de la muestra forman ángulos rectos con las caras superior e inferior.



FIGURA 5.7 Posición del dispositivo de ensayo

- La carga es aplicada hasta que ocurra la rotura. Se toma tres medidas de cada dimensión (una en cada borde y en el centro, para determinar el ancho promedio, la altura promedio y se localiza la línea de fractura de la probeta en la sección de falla.
- Dado que las fracturas se producen en la zona de tensión, se calcula el módulo de rotura con la fórmula siguiente:

$$R = \frac{P * L}{b * h^2}$$

R: Esfuerzo de rotura (kgf/cm<sup>2</sup>)

P: Carga Máxima (Kgr)

L: Luz de ensayo de la probeta (cm)

b: Ancho promedio de la probeta en la sección de rotura (cm)

h: Altura promedio de la probeta en la sección de rotura (cm)

### 5.2.3. RESISTENCIA AL IMPACTO

Se define la resistencia al impacto como la habilidad de una superficie de concreto a resistir el desgaste por roce, frotamiento y fricción. Este fenómeno se origina de varias maneras, siendo las más comunes las atribuidas a las condiciones de servicio, como son el tránsito de peatones y vehículos sobre las veredas y losas, el efecto del viento cargado de partículas sólidas y el desgaste producido por el flujo continuo de agua. La capacidad de un piso para soportar el impacto de cargadores, montacargas y el impacto por caída de objetos pesados que afecten la vida y servicios de la superficie

En la mayoría de los casos, el desgaste por abrasión no ocasiona problemas estructurales, sin embargo puede traer consecuencias en el comportamiento bajo las condiciones de servicio o indirectamente propiciando el ataque de algún otro enemigo de la durabilidad (agresión química, corrosión, etc.), siendo esto último más evidente en el caso de las estructuras hidráulicas.

#### a) APARATOS

- Máquina de los Ángeles: La resistencia al impacto se mide utilizando la Máquina de Los Ángeles [24]
- Carga Abrasiva: consiste en esferas de acero o de fundición, de un diámetro entre 46.38 mm (1 13/16") y 47.63 mm (1 7/8") y un peso comprendido entre 390 y 445 gramos.
- Moldes: Cubos de concreto de 5.0 cm de lado, de los diferentes tipos de concreto tanto con fibra como sin fibra.



FIGURA 5.8 Muestras de cubos de concreto

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## b) PROCEDIMIENTO

- Se elaboró cubos de concreto de 5.0 cm.
- Secamos los cubos en el horno a una temperatura de 40°C hasta obtener peso constante.
- Anotamos el peso de la muestra antes del ensayo
- Colocamos la muestra y la carga abrasiva en la máquina de los Ángeles y la hacemos rotar durante 1000 revoluciones.
- Tamizamos la porción más fina por el tamiz N°12.
- Pesamos la muestra retenida por el tamiz.
- Determinamos el porcentaje de desgaste por diferencia de pesos.

$$\%Desg. = \frac{(P1 - P2)}{P1} * 100$$

P1: Peso inicial

P2: Peso final



FIGURA 5.9 Las muestras se pesan después del ensayo



# CAPÍTULO VI

## ANÁLISIS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

### 6.1. ASPECTOS PREVIOS

Una vez obtenidas las proporciones de los materiales e insumos en el diseño de mezcla se procede a cuantificar la cantidad de material que se necesita por metro cúbico. En nuestro caso hemos obtenido cantidades de material para resistencia  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  y adiciones de fibra tal como se indica en el **CUADRO 6.1**.

Los valores hallados están debidamente corregidos por humedad ya que las propiedades de los materiales se encuentran en estado natural.



**CUADRO 6.1 Proporciones en peso de los materiales para la fabricación de concreto**

MATERIAL	Unidad	WALKER (kg/cm <sup>2</sup> )			FINEZA(kg/cm <sup>2</sup> )		
		f'c 175	f'c 210	f'c 280	f'c 175	f'c 210	f'c 280
Cemento	kg/m <sup>3</sup>	296.80	357.51	399.61	296.45	338.29	408.80
Agua	kg/m <sup>3</sup>	203.68	222.49	215.43	212.16	210.08	212.06
Ag. Fino	kg/m <sup>3</sup>	767.83	711.40	632.16	622.58	571.16	501.04
Ag. Grueso	kg/m <sup>3</sup>	940.97	953.36	968.11	1072.81	1080.32	1086.27
PE	kg/m <sup>3</sup>	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
PE	kg/m <sup>3</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
PE	kg/m <sup>3</sup>	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
CHO	kg/m <sup>3</sup>	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
CHO	kg/m <sup>3</sup>	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
CHO	kg/m <sup>3</sup>	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PP-65	kg/m <sup>3</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
PP-65	kg/m <sup>3</sup>	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
PP-65	kg/m <sup>3</sup>	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00

Fuente: Elaboración Propia

**Características de las fibras utilizadas en la investigación  
(Datos Técnicos mencionados en la Hoja Técnica del proveedor)**

**Sikafiber ® PE**

**Fibra de Polipropileno para el refuerzo de concreto.**

<b>Densidad real</b>	Aprox. 0,91 kg/l.
<b>Absorción de agua</b>	Ninguna.
<b>Módulo de elasticidad</b>	15,000 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Alargamiento de rotura</b>	20 - 30 %
<b>Resistencia a tracción</b>	300 - 350 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistencia química</b>	Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacteria.
<b>Durabilidad</b>	Indefinida.
<b>Temperatura de fusión</b>	160 – 170 °C.
<b>Longitud</b>	19 mm

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**Norma**

A los concretos a los que se agregado **Sikafiber PE** cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116-95



FIGURA 6.1 Fibra de Polipropileno PE

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*

**Sika® Fiber CHO 80/60 NB****Fibra de acero para refuerzo del concreto en losas y C° pre-fabricado**

<b>Longitud:</b>	60 mm con extremos conformados
<b>Diámetro de la fibra:</b>	0.75 mm
<b>Relación longitud/ Diámetro:</b>	80
<b>Resistencia a tracción:</b>	1100 MPa min.
<b>Elongación de rotura:</b>	4% max.
<b>Densidad real:</b>	8.3 gr/cm <sup>3</sup>



FIGURA 6.2 Fibra de Acero

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**Sika® Fiber Force PP-65**  
**Fibra de polipropileno macro sintética estructural**

<b>Absorción de agua:</b>	0%
<b>Gravedad específica:</b>	0.92
<b>Largo de la fibra:</b>	65 mm
<b>Ancho de la fibra:</b>	1.2855 mm
<b>Espesor de la fibra:</b>	0.3325 mm
<b>Resistencia a la tracción:</b>	620 Mpa
<b>Conductividad eléctrica:</b>	Baja
<b>Fibras por kilo:</b>	26,000 unidades +/- 3%
<b>Punto de fusión:</b>	440 °C
<b>Resistencia a álcalis, sales y ácidos:</b>	Alta.

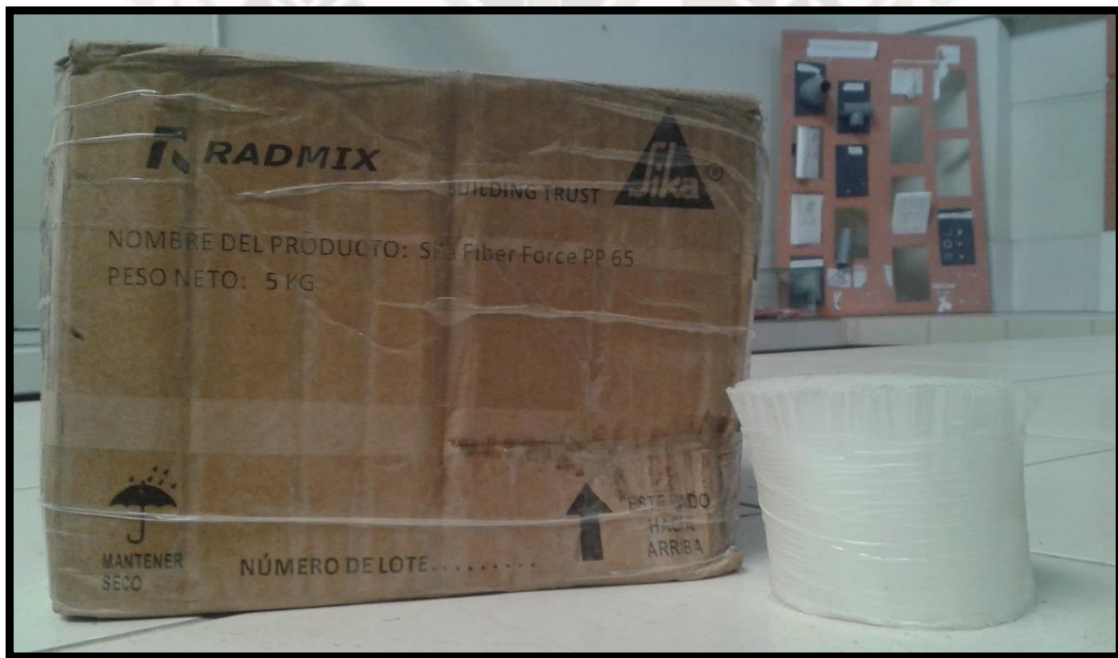


FIGURA 6.3 Fibra de Polipropileno PP65

## 6.2. DATOS DEL VACIADO

### 6.2.1. SERIES DE FABRICACION DE PROBETAS

Se procede a fabricar 60 series de vaciados, cada uno de ellos con el objetivo de moldear un grupo diferente de probetas, además de efectuar el ensayo de trabajabilidad del concreto en estado fresco. Como se indicará a continuación:

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 6.2 Resumen de la codificación de los tipos de concreto**

METODO WALKER			METODO MODULO DE FINEZA		
f'c 175	f'c 210	f'c 280	f'c 175	f'c 210	f'c 280
W 175	W 210	W 280	F 175	F 210	F 280
W 175 - PE 0.4	W 210 - PE 0.4	W 280 - PE 0.4	F 175 - PE 0.4	F 210 - PE 0.4	F 280 - PE 0.4
W175 - PE 0.5	W 210 - PE 0.5	W 280 - PE 0.5	F175 - PE 0.5	F 210 - PE 0.5	F 280 - PE 0.5
W 175 - PE 0.6	W 210 - PE 0.6	W 280 - PE 0.6	F 175 - PE 0.6	F 210 - PE 0.6	F 280 - PE 0.6
W 175 - CHO 20	W 210 - CHO 20	W 280 - CHO 20	F 175 - CHO 20	F 210 - CHO 20	F 280 - CHO 20
W 175 - CHO 25	W 210 - CHO 25	W 280 - CHO 25	F 175 - CHO 25	F 210 - CHO 25	F 280 - CHO 25
W 175 - CHO 30	W 210 - CHO 30	W 280 - CHO 30	F 175 - CHO 30	F 210 - CHO 30	F 280 - CHO 30
W 175 - PP65 2	W 210 - PP65 2	W 280 - PP65 2	F 175 - PP65 2	F 210 - PP65 2	F 280 - PP65 2
W 175-PP65 5.5	W 210-PP65 5.5	W 280-PP65 5.5	F 175-PP65 5.5	F 210-PP65 5.5	F 280-PP65 5.5
W 175 - PP65 9	W 210 - PP65 9	W 280 - PP65 9	F 175 - PP65 9	F 210 - PP65 9	F 280 - PP65 9

*Fuente: Elaboración Propia*

La identificación de las series de concreto resumidas en este cuadro se encuentra detallada en la sección ANEXOS en el **CUADRO A-10**. Codificación de tipos de concreto

En cada una de las tandas preparadas, como forma de control de calidad del concreto se realizaron ensayos de asentamiento (slump) para cada una de las series, tanto en la serie patrón como en el caso de los concretos fabricados con fibras, para apreciar cómo varía el asentamiento del concreto adicionado con fibras respecto de los concretos patrones.

### 6.2.2. DESCRIPCION DE ENSAYOS

#### TIPOS DE PROBETAS FABRICADAS.

La fabricación de las probetas se realizó de acuerdo a los procedimientos establecidos por la norma MTC E 202 2000; ASTM C 192 – 143 – 138 – 231.

#### PREPARACIÓN DE PROBETAS CILINDRICAS Y PRISMATICAS

Las probetas cilíndricas y prismáticas se elaboraron en el Laboratorio de Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la U.C.S.M

Se procedió de la siguiente manera

- Mezclado
- Vaciado
- Desmoldado
- Identificación y rotulado de probetas
- Curado de probetas en el laboratorio
- Ensayos de probetas en el laboratorio

## PROCESOS REALIZADOS

### PREPARACIÓN DE CONCRETO Y LLENADO DE PROBETAS

#### a) MEZCLADO

El mezclado del concreto tiene por finalidad cubrir la superficie de los agregados con la pasta de cemento, produciendo una masa homogénea.

El mezclado a máquina, en las denominadas mezcladoras, asegura concretos uniformes y de manera económica. Las mezcladoras están constituidas, fundamentalmente, por un recipiente metálico denominado tambor, provisto de paletas en su interior. La mezcla se efectúa, cuando cada una de las partes del concreto es elevada, vuelta a vuelta, por las paletas durante la rotación del tambor, de manera que en un cierto punto, en cada revolución son vertidas hacia la parte inferior para mezclarse con las otras porciones, hasta construir una masa homogénea.

#### PROCEDIMIENTO PARA CARGAR LA MEZCLADORA

No existe una norma que defina el procedimiento para cargar la mezcladora. Generalmente se acepta que se coloque inicialmente en el tambor una pequeña cantidad de agua que no es parte del diseño para humedecer las paredes de la mezcladora, luego se le agrega el agregado grueso y fino de diseño conjuntamente con el 15% del agua, una vez mezclados añadimos el cemento y posteriormente el resto del agua se termina de introducir cuando todos los materiales se encuentran en la mezcladora.



FIGURA 6.4 Mezcladora de Capacidad 2 Pie<sup>3</sup>

## DURACIÓN DEL MEZCLADO

La duración del mezclado se establece a partir del instante en que los componentes del concreto, incluyendo el agua, se introducen en la mezcladora, hasta la descarga de la misma.

En la práctica, la duración de mezclado se puede expresar ya sea en minutos o por el número de vueltas que debe realizar el tambor para producir una mezcla homogénea.

El valor exacto de los tiempos mínimos de mezcladora varía con el tipo y tamaño de mezcladora que se esté usando, la **Tabla 6.1** muestra valores típicos de estos tiempos.

**TABLA 6.1 Tiempo mínimo de mezclado recomendado**

Capacidad de la mezcladora m <sup>3</sup>	Tiempo de mezclado, en minutos, según el American Concrete Institute
0.8	1
1.5	1 ¼
2.3	1 ½
3.1	1 ¾
3.8	2
4.6	1 ¼
7.6	3 ¼

Fuente: Neville, A.M., *Tecnología del Concreto*

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

No se debe mezclar durante un periodo largo o mayor de especificado pues habrá evaporación del agua de la mezcla, con la consecuente disminución de trabajabilidad y aumento de la resistencia. Otro efecto secundario es la trituración de los agregados, especialmente si no son duros, la granulometría se vuelve más fina y la trabajabilidad menor. El concreto se debe colocar en los moldes a más tardar entre los 30 y 90 minutos posteriores al mezclado.

#### b) VACIADO DE CONCRETO

Fabricación de Probetas Cilíndricas para Ensayos de Compresión (NTP.339.034.1999). Para la fabricación de estas probetas se utilizarán moldes de 150mm de diámetro por 300mm de altura de acuerdo a la especificación ASTM C-470 "Molds For Forminf Concrete Test Cylinder Vertical".



FIGURA 6.5 Moldes para probetas cilíndricas

Una vez obtenida la docilidad necesaria para la mezcla de concreto tanto en el concreto patrón, como en el concreto adicionado con fibras, la mezcla de material se añadió en tres capas de espesor similar dentro de los moldes, luego de depositar una capa de concreto al interior del molde, ésta es compactada con una varilla de acero de 5/8" de diámetro, con 25 golpes uniformemente distribuida por toda la sección del molde.



Terminada la colocación del concreto, se procede a ejecutar el acabado correspondiente, de manera que la superficie quede plana y pareja a nivel del borde del cilindro.



FIGURA 6.6 Identificación de probetas de concretos.

### FABRICACION DE PROBETAS PRISMÁTICAS

Al igual que el caso anterior, la mezcla de concreto fue colocado en los moldes de 15x15x50 cm, en dos capas de espesor similar, para luego ser debidamente compactadas con un vibrador.



FIGURA 6.7 Vaciado de probetas prismáticas en moldes

### c) DESMOLDADO

Las probetas cilíndricas y prismáticas fueron desmoldadas después de 24 horas en el Laboratorio de Concreto.

## d) IDENTIFICACION Y ROTULADO DE PROBETAS

Las muestras fueron identificadas de la siguiente manera:

**CUADRO 6.3 Identificación de Probetas (Detalle de una de las 6 series que se elaboraron en la presente investigación)**

CODIGO DE LA MUESTRA	PROBETAS CILINDRICAS	PROBETAS PRISMATICAS
	Diámetro=15cm, H= 30cm	15 x 15 x 50 cm
W 175	09 muestras	06 muestras
W 175 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras
W175 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras
W 175 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras
W 175 - CHO 20	09 muestras	06 muestras
W 175 - CHO 25	09 muestras	06 muestras
W 175 - CHO 30	09 muestras	06 muestras
W 175 - PP65 2	09 muestras	06 muestras
W 175 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras
W 175 - PP65 9	09 muestras	06 muestras

*Fuente: Elaboración propia*

## e) EL CURADO DE PROBETAS

Una vez concluido el proceso de llenado de moldes, transcurridas las 24 horas, las probetas fueron depositadas en una poza de curado a temperatura ambiente y así lograr que el concreto complete el proceso de fragua.

Este proceso de curado se inicia inmediatamente del desmoldado de las probetas, para que no pierdan la humedad, se las sumerge en la poza de curado Foto N°6.9. Este curado se realizó por un lapso de tiempo hasta la realización de los ensayos programados, es decir, a los 07, 14 y 28 días en el caso de las probetas cilíndricas y 07 y 28 días para las probetas prismáticas.

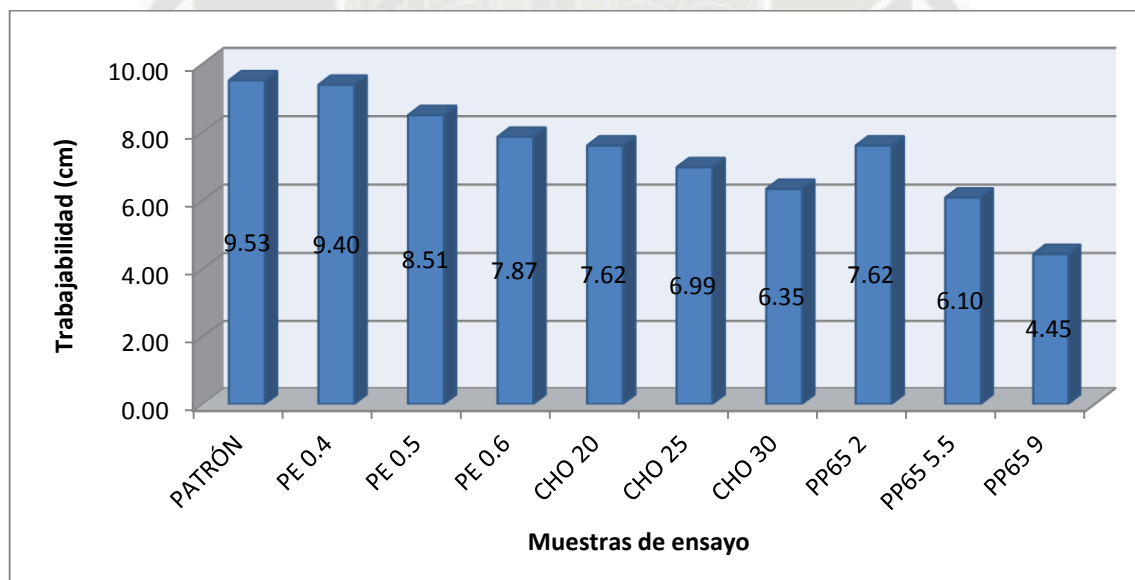


FIGURA 6.8 Pozas de curado conteniendo probetas cilíndricas y prismáticas

### 6.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

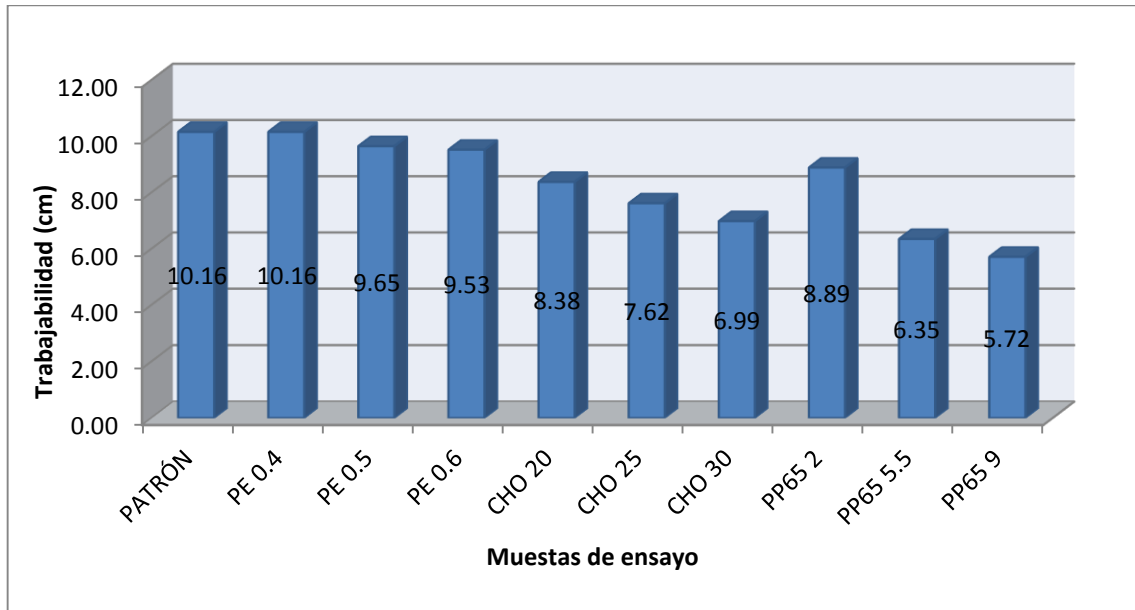
#### 6.3.1. TRABAJABILIDAD

GRAFICO 6.1 Trabajabilidad del concreto  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$  c/s fibra (Método Walker)



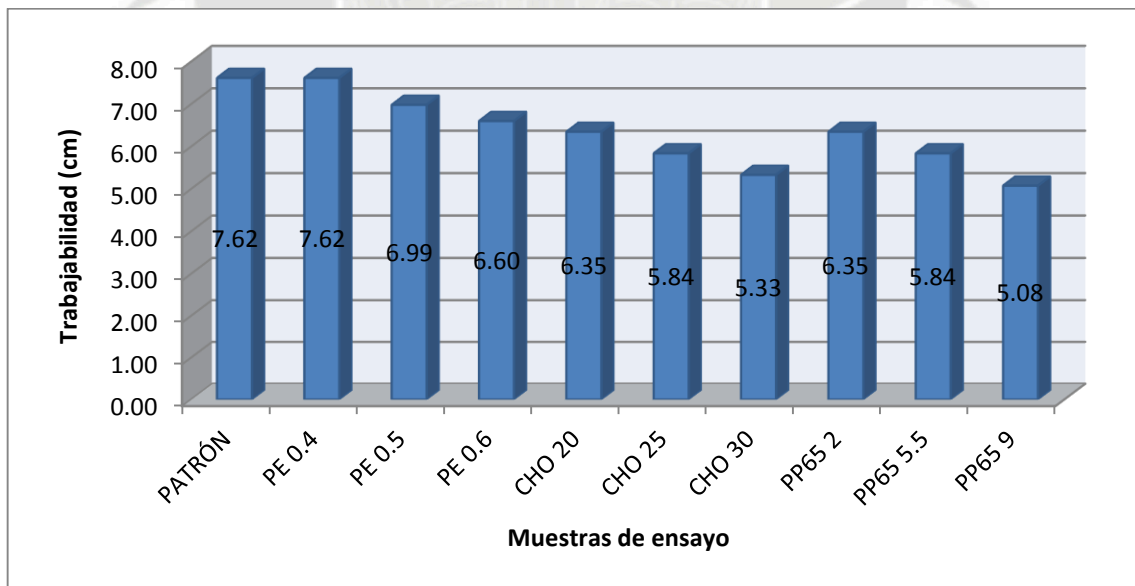
Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO 6.2 Trabajabilidad del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)**



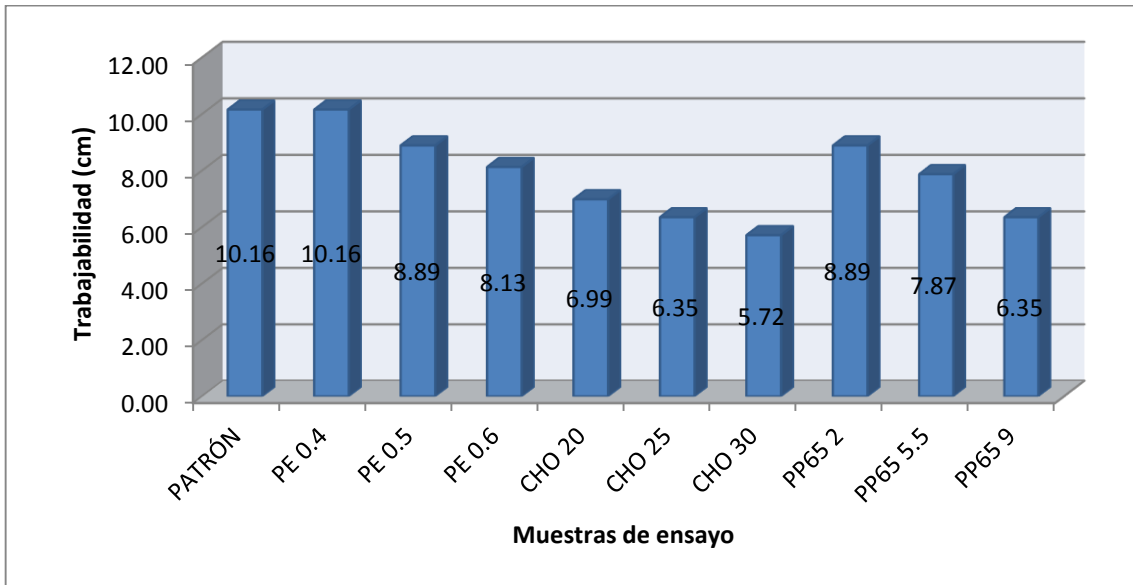
Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO 6.3 Trabajabilidad del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)**



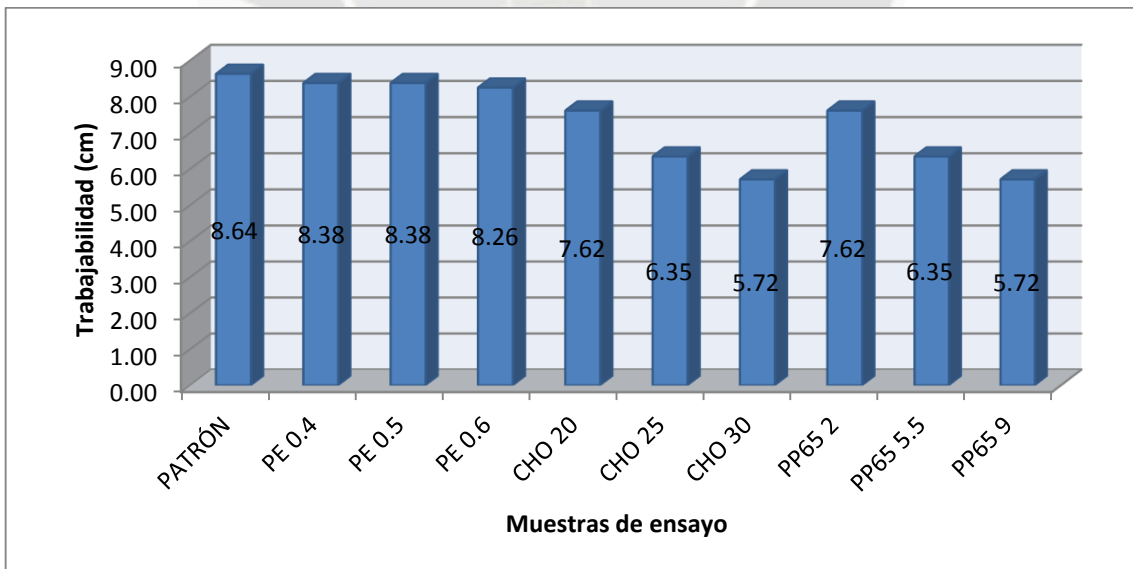
Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO 6.4 Trabajabilidad del concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)**



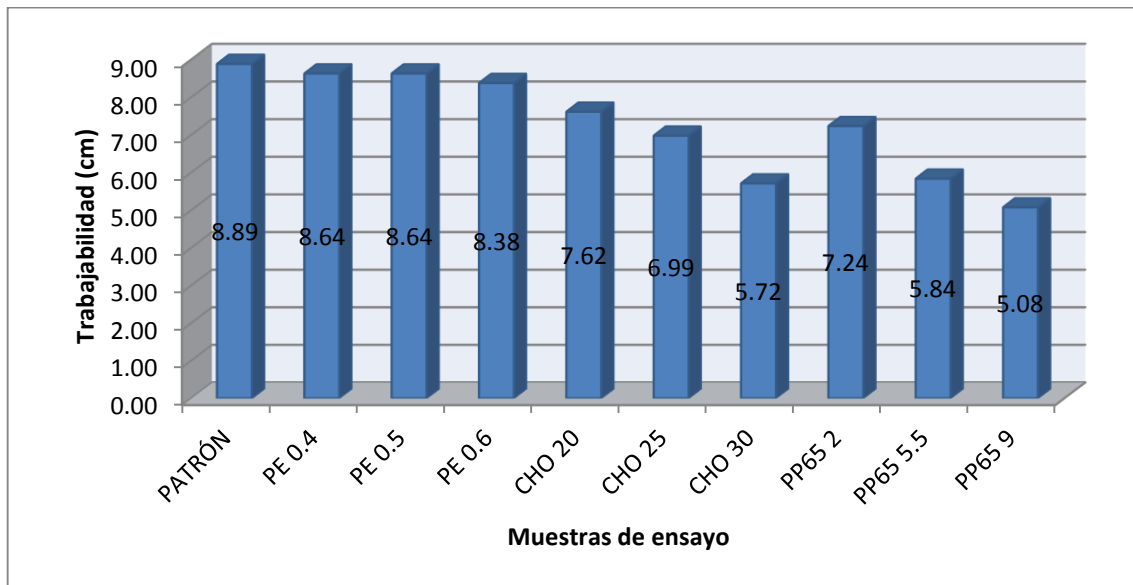
Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO 6.5 Trabajabilidad del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración Propia

**GRAFICO 6.6 Trabajabilidad del concreto  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración Propia

Se observa que la inclusión de mayores cantidades de fibra de polipropileno PE y PP65, así como fibra de acero; provoca en el concreto la disminución en su trabajabilidad en forma proporcional al contenido de fibra.

Con respecto al concreto patrón de  $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$  (Método de Walker), adicionar  $0.40 \text{ kg/m}^3$  de fibra de polipropileno PE significa una disminución en su trabajabilidad en 1.3%; y si al mismo concreto le adicionamos  $0.50 \text{ kg/m}^3$  de esta fibra, su docilidad disminuye en 10.7%.

De la misma manera en caso de que a este concreto se le adicione  $20 \text{ kg/m}^3$  de fibra de acero, su trabajabilidad disminuye en 20%, y al agregarle  $5.5 \text{ kg/m}^3$  de fibra de polipropileno PP65 se obtiene una disminución de 36% en su trabajabilidad.

**CUADRO 6.4 Porcentaje de disminución en la trabajabilidad del concreto adicionado con fibras, polipropileno (PE y PP65) y acero, respecto del concreto patrón**

	MÉTODO WALKER			MÉTODO MÓDULO M. FINEZA		
	f'c 175	f'c 210	f'c 280	f'c 175	f'c 210	f'c 280
<b>PATRÓN</b>						
PE 0.4	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	2.9%	2.9%
PE 0.5	10.7%	5.0%	8.3%	12.5%	2.9%	2.9%
PE 0.6	17.3%	6.3%	13.3%	20.0%	4.4%	5.7%
CHO 20	20.0%	17.5%	16.7%	31.3%	11.8%	14.3%
CHO 25	26.7%	25.0%	23.3%	37.5%	26.5%	21.4%
CHO 30	33.3%	31.3%	30.0%	43.8%	33.8%	35.7%
PP65 2	20.0%	12.5%	16.7%	12.5%	11.8%	18.6%
PP65 5.5	36.0%	37.5%	23.3%	22.5%	26.5%	34.3%
PP65 9	53.3%	43.8%	33.3%	37.5%	33.8%	42.9%

Fuente: Elaboración propia

### 6.3.2. PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS

**CUADRO 6.5 Peso Unitario f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**

DISEÑO	RESITENCIA	FIBRA		PESO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PU (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación con respecto a un concreto sin fibras	CONTENIDO DE VACIOS
		TIPO	kg/m <sup>3</sup>					
WALKER	175	-	-	11.92	5301.44	2.25	----	1.0%
WALKER	175	CHO	20	11.93	5301.44	2.25	0.08%	1.6%
WALKER	175	CHO	25	11.94	5301.44	2.25	0.13%	1.7%
WALKER	175	CHO	30	11.95	5301.44	2.25	0.25%	1.7%
WALKER	175	PE	0.4	11.92	5301.44	2.25	0.00%	1.0%
WALKER	175	PE	0.5	11.91	5301.44	2.25	-0.08%	1.1%
WALKER	175	PE	0.6	11.91	5301.44	2.25	-0.13%	1.1%
WALKER	175	PP65	2	11.89	5301.44	2.24	-0.25%	1.1%
WALKER	175	PP65	5.5	11.90	5301.44	2.24	-0.17%	0.8%
WALKER	175	PP65	9	11.85	5301.44	2.24	-0.59%	1.0%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.6 Peso Unitario  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**

DISEÑO	RESITENCIA	FIBRA		PESO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PU (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación con respecto a un concreto sin fibras	CONTE-NIDO DE VACIOS
		TIPO	kg/m <sup>3</sup>					
WALKER	210	-	-	11.94	5301.44	2.25	----	0.8%
WALKER	210	CHO	20	11.95	5301.44	2.25	0.08%	0.7%
WALKER	210	CHO	25	11.96	5301.44	2.26	0.17%	0.8%
WALKER	210	CHO	30	11.95	5301.44	2.25	0.08%	1.1%
WALKER	210	PE	0.4	11.93	5301.44	2.25	-0.08%	0.2%
WALKER	210	PE	0.5	11.92	5301.44	2.25	-0.17%	0.3%
WALKER	210	PE	0.6	11.90	5301.44	2.24	-0.34%	0.5%
WALKER	210	PP65	2	11.86	5301.44	2.24	-0.67%	0.7%
WALKER	210	PP65	5.5	11.86	5301.44	2.24	-0.67%	0.5%
WALKER	210	PP65	9	11.80	5301.44	2.23	-1.17%	0.8%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.7 Peso Unitario  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**

DISEÑO	RESITENCIA	FIBRA		PESO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PU (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación con respecto a un concreto sin fibras	CONTE-NIDO DE VACIOS
		TIPO	kg/m <sup>3</sup>					
WALKER	280	-	-	11.93	5301.44	2.25	----	0.9%
WALKER	280	CHO	20	11.95	5301.44	2.25	0.17%	1.4%
WALKER	280	CHO	25	11.96	5301.44	2.26	0.25%	1.5%
WALKER	280	CHO	30	11.97	5301.44	2.26	0.29%	1.6%
WALKER	280	PE	0.4	11.92	5301.44	2.25	-0.08%	1.0%
WALKER	280	PE	0.5	11.92	5301.44	2.25	-0.13%	1.0%
WALKER	280	PE	0.6	11.89	5301.44	2.24	-0.34%	1.2%
WALKER	280	PP65	2	11.87	5301.44	2.24	-0.50%	1.3%
WALKER	280	PP65	5.5	11.85	5301.44	2.24	-0.67%	1.3%
WALKER	280	PP65	9	11.85	5301.44	2.23	-0.70%	1.1%

Fuente: Elaboración propia



**CUADRO 6.8 Peso Unitario  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

DISEÑO	RESITENCIA	FIBRA		PESO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PU (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación con respecto a un concreto sin fibras	CONTE-NIDO DE VACIOS
		TIPO	kg/m <sup>3</sup>					
FINEZA	175	-	-	11.89	5301.44	2.24	----	0.6%
FINEZA	175	CHO	20	11.91	5301.44	2.25	0.17%	1.1%
FINEZA	175	CHO	25	11.93	5301.44	2.25	0.31%	1.1%
FINEZA	175	CHO	30	11.94	5301.44	2.25	0.38%	1.2%
FINEZA	175	PE	0.4	11.87	5301.44	2.24	-0.17%	0.7%
FINEZA	175	PE	0.5	11.85	5301.44	2.24	-0.34%	0.9%
FINEZA	175	PE	0.6	11.86	5301.44	2.24	-0.25%	0.8%
FINEZA	175	PP65	2	11.80	5301.44	2.23	-0.76%	1.2%
FINEZA	175	PP65	5.5	11.82	5301.44	2.23	-0.63%	0.9%
FINEZA	175	PP65	9	11.80	5301.44	2.23	-0.76%	0.8%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.9 Peso Unitario  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

DISEÑO	RESITENCIA	FIBRA		PESO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PU (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación con respecto a un concreto sin fibras	CONTE-NIDO DE VACIOS
		TIPO	kg/m <sup>3</sup>					
FINEZA	210	-	-	11.85	5301.44	2.24	----	0.9%
FINEZA	210	CHO	20	11.86	5301.44	2.24	0.08%	1.5%
FINEZA	210	CHO	25	11.88	5301.44	2.24	0.25%	1.5%
FINEZA	210	CHO	30	11.90	5301.44	2.24	0.42%	1.5%
FINEZA	210	PE	0.4	11.85	5301.44	2.24	0.00%	0.9%
FINEZA	210	PE	0.5	11.83	5301.44	2.23	-0.17%	1.1%
FINEZA	210	PE	0.6	11.83	5301.44	2.23	-0.21%	1.1%
FINEZA	210	PP65	2	11.80	5301.44	2.23	-0.42%	1.2%
FINEZA	210	PP65	5.5	11.77	5301.44	2.22	-0.72%	1.3%
FINEZA	210	PP65	9	11.75	5301.44	2.22	-0.84%	1.2%

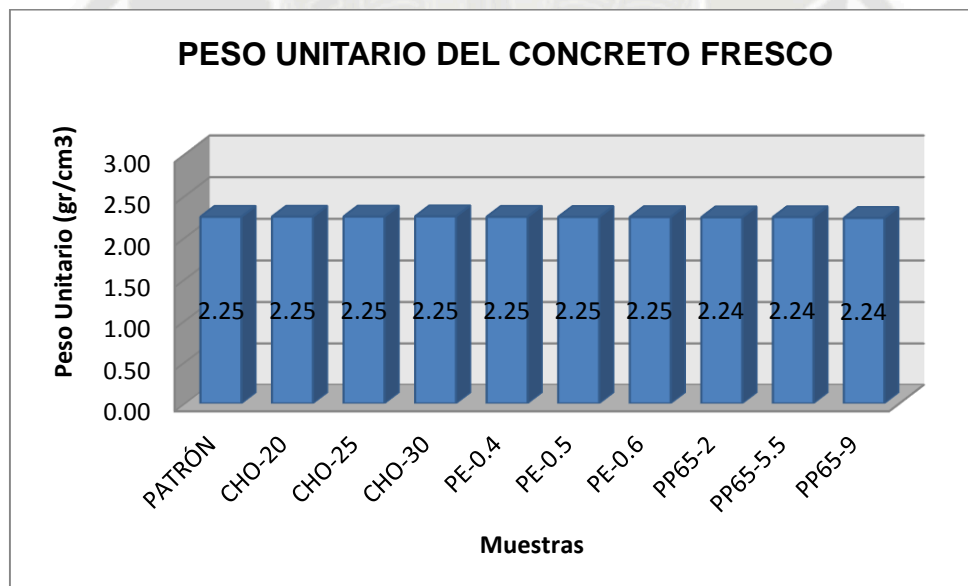
Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.10 Peso Unitario  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  (Método M. Fineza)**

DISEÑO	RESITENCIA	FIBRA		PESO (kg)	VOLUMEN (cm <sup>3</sup> )	PU (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación con respecto a un concreto sin fibras	CONTE-NIDO DE VACIOS
		TIPO	kg/m <sup>3</sup>					
FINEZA	280	-	-	11.84	5301.44	2.23	----	1.1%
FINEZA	280	CHO	20	11.84	5301.44	2.23	0.03%	1.7%
FINEZA	280	CHO	25	11.87	5301.44	2.24	0.24%	1.7%
FINEZA	280	CHO	30	11.90	5301.44	2.24	0.51%	1.5%
FINEZA	280	PE	0.4	11.82	5301.44	2.23	-0.14%	1.2%
FINEZA	280	PE	0.5	11.80	5301.44	2.23	-0.31%	1.4%
FINEZA	280	PE	0.6	11.80	5301.44	2.23	-0.31%	1.4%
FINEZA	280	PP65	2	11.79	5301.44	2.22	-0.40%	1.4%
FINEZA	280	PP65	5.5	11.79	5301.44	2.22	-0.44%	1.2%
FINEZA	280	PP65	9	11.78	5301.44	2.22	-0.48%	1.0%

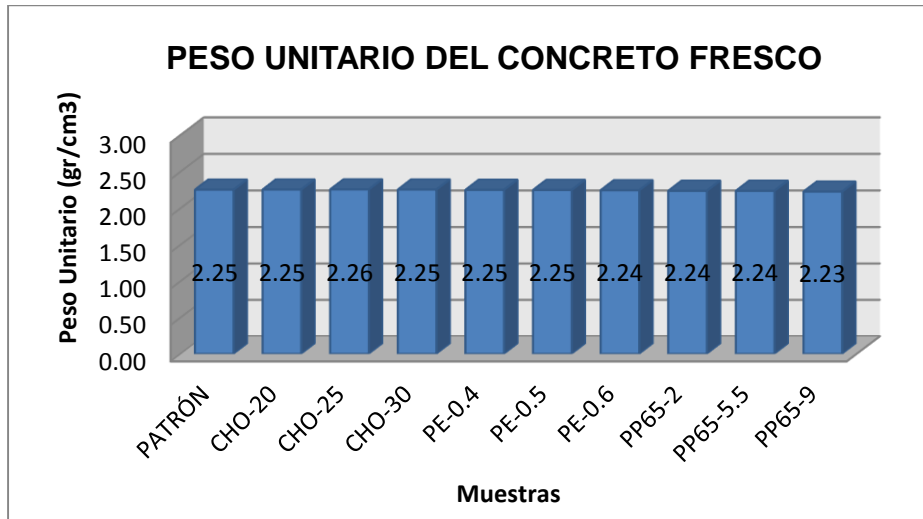
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.7 Peso Unitario del concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)**



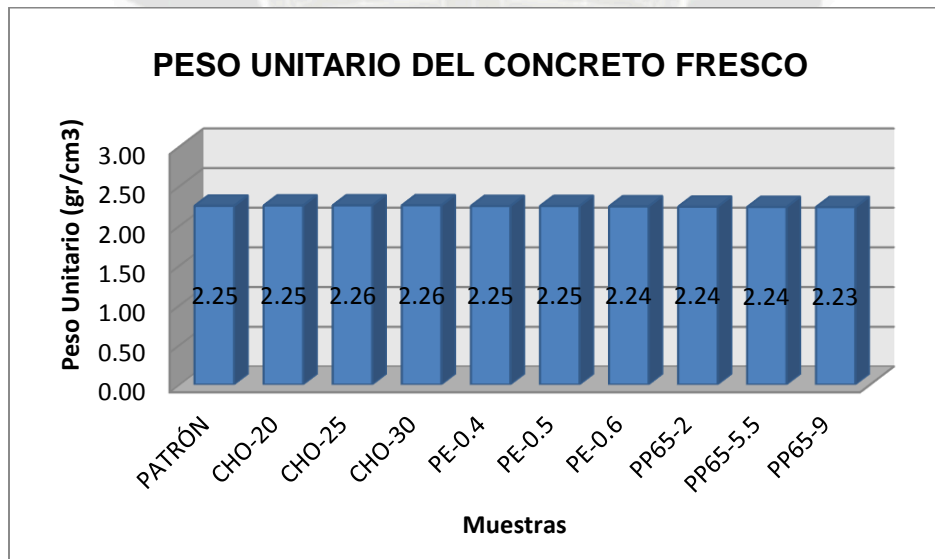
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.8** Peso Unitario del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)



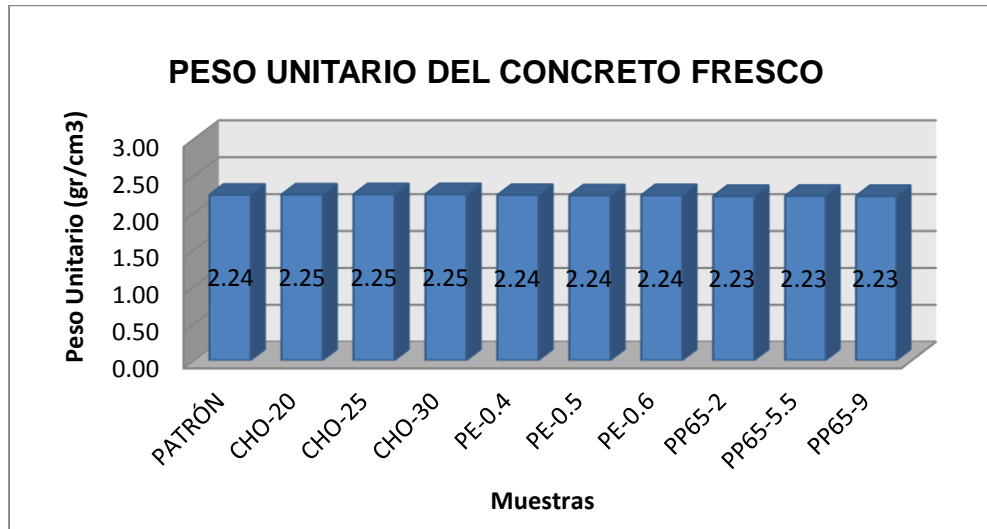
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.9** Peso Unitario del concreto  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)



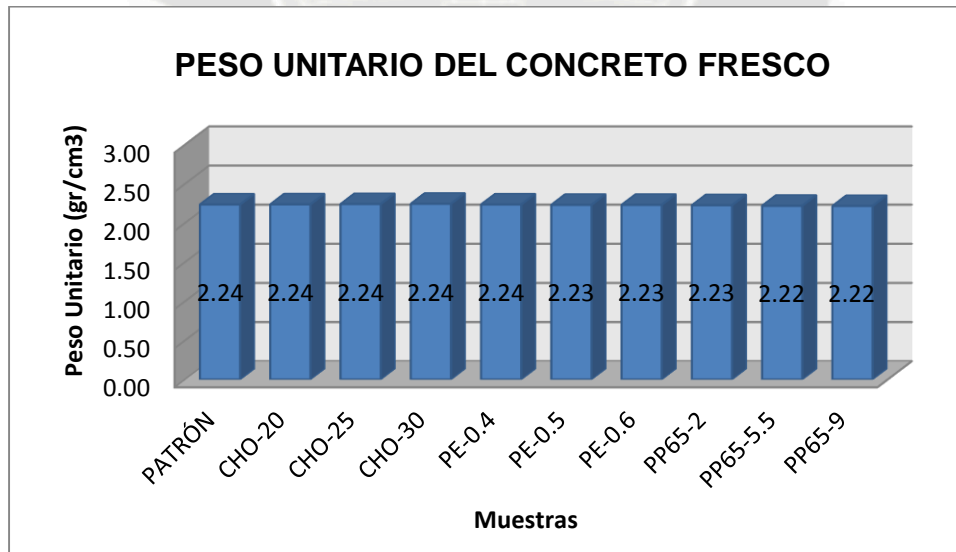
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.10** Peso Unitario del concreto  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)



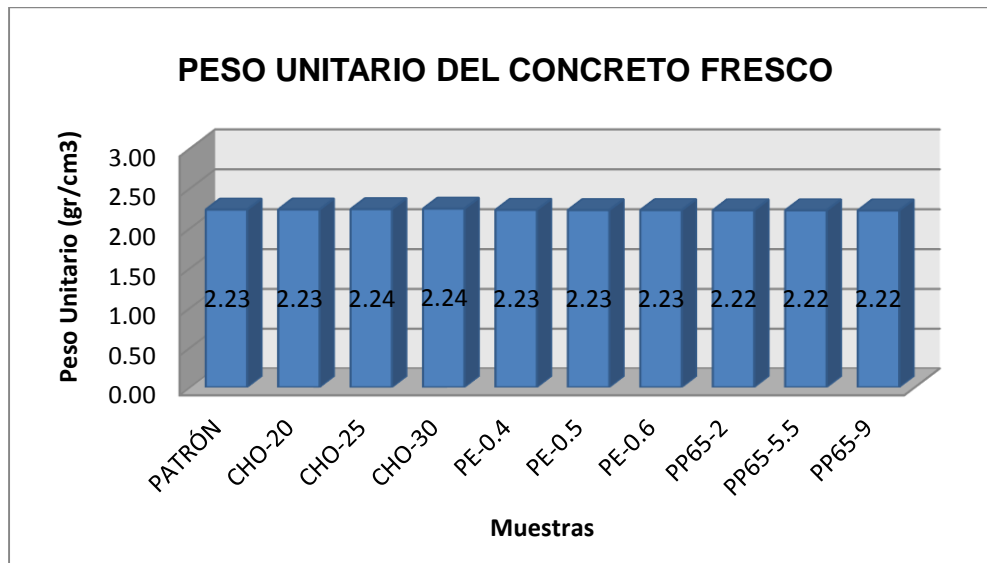
Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.11** Peso Unitario del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)



Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.12 Peso Unitario del concreto  $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)**



*Fuente: Elaboración propia*

Podemos observar que los pesos unitarios de los concretos patrones son mayores en el método de diseño Walker, en el caso de resistencias notamos que a mayor resistencia mayor peso unitario. Si comparamos el patrón con el reforzado con fibras vemos que la fibra PP65 en dosis de 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup> aumentan el peso unitario siendo la de 9 kg/m<sup>3</sup> la que más lo hace. Encontramos que con el método del Módulo de Fineza para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> hay una variación de 6.06%

## 6.3.3. FISURACIÓN

CUADRO 6.11 Variación de fisuración  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  (Método Walker)

FIBRA		Longitud cm	Variación con respecto a las fisuras de un concreto sin fibras	Máxima Variación por fibra
TIPO	kg/m <sup>3</sup>			
PATRON	0	14.65	---	—
PE	0.4	3.25	-78%	80%
PE	0.5	3.05	-79%	
PE	0.6	2.90	-80%	
PP65	2	1.00	-93%	93%
PP65	5.5	2.50	-83%	
PP65	9	4.90	-67%	
CHO	20	4.85	-67%	92%
CHO	25	2.00	-86%	
CHO	30	1.20	-92%	

Fuente: Elaboración propia

CUADRO 6.12 Variación de fisuración  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (Método Walker)

FIBRA		Longitud cm	Variación con respecto a las fisuras de un concreto sin fibras	Máxima Variación por fibra
TIPO	kg/m <sup>3</sup>			
PATRON	-	16.24	---	—
PE	0.4	3.75	-77%	92%
PE	0.5	2.50	-85%	
PE	0.6	1.25	-92%	
PP65	2	9.50	-42%	42%
PP65	5.5	11.40	-30%	
PP65	9	13.93	-14%	
CHO	20	3.90	-76%	94%
CHO	25	3.15	-81%	
CHO	30	1.00	-94%	

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.13 Variación de fisuración  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**

FIBRA		Longitud Cm	Variación con respecto a las fisuras de un concreto sin fibras	Máxima Variación por fibra
TIPO	kg/m <sup>3</sup>			
PATRON	-	17.55	---	—
PE	0.4	8.80	-50%	85%
PE	0.5	2.65	-85%	
PE	0.6	2.70	-85%	
PP65	2	7.50	-57%	57%
PP65	5.5	8.05	-54%	
PP65	9	13.50	-23%	
CHO	20	3.95	-77%	90%
CHO	25	2.95	-83%	
CHO	30	1.75	-90%	

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.14 Variación de fisuración  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

FIBRA		Longitud Cm	Variación con respecto a las fisuras de un concreto sin fibras	Máxima Variación por fibra
TIPO	kg/m <sup>3</sup>			
PATRON	-	12.15	---	—
PE	0.4	2.50	-79%	98%
PE	0.5	0.90	-93%	
PE	0.6	0.25	-98%	
PP65	2	3.50	-71%	71%
PP65	5.5	4.10	-66%	
PP65	9	6.15	-49%	
CHO	20	3.25	-73%	92%
CHO	25	1.70	-86%	
CHO	30	0.95	-92%	

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.15 Variación de fisuración  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

FIBRA		Longitud Cm	Variación con respecto a las fisuras de un concreto sin fibras	Máxima Variación por fibra
TIPO	kg/m <sup>3</sup>			
PATRON	-	14.78	---	—
PE	0.4	5.65	-62%	77%
PE	0.5	3.40	-77%	
PE	0.6	3.55	-76%	
PP65	2	0.55	-96%	96%
PP65	5.5	1.45	-90%	
PP65	9	5.70	-61%	
CHO	20	3.00	-80%	93%
CHO	25	1.85	-87%	
CHO	30	1.00	-93%	

Fuente: Elaboración propia

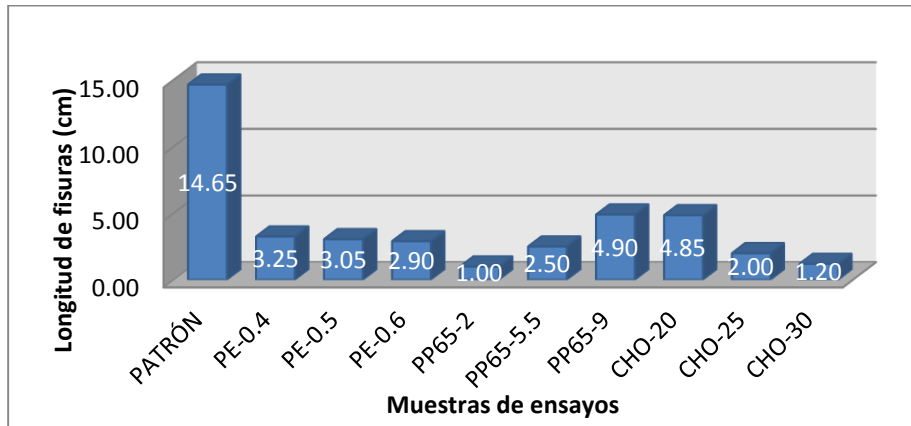
**CUADRO 6.16 Variación de fisuración  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

FIBRA		Longitud Cm	Variación con respecto a las fisuras de un concreto sin fibras	Máxima Variación por fibra
TIPO	kg/m <sup>3</sup>			
PATRON	-	15.91	---	—
PE	0.4	7.60	-52%	77%
PE	0.5	6.15	-61%	
PE	0.6	3.60	-77%	
PP65	2	1.50	-91%	91%
PP65	5.5	3.25	-80%	
PP65	9	3.75	-76%	
CHO	20	3.05	-81%	93%
CHO	25	1.70	-89%	
CHO	30	1.10	-93%	

Fuente: Elaboración propia

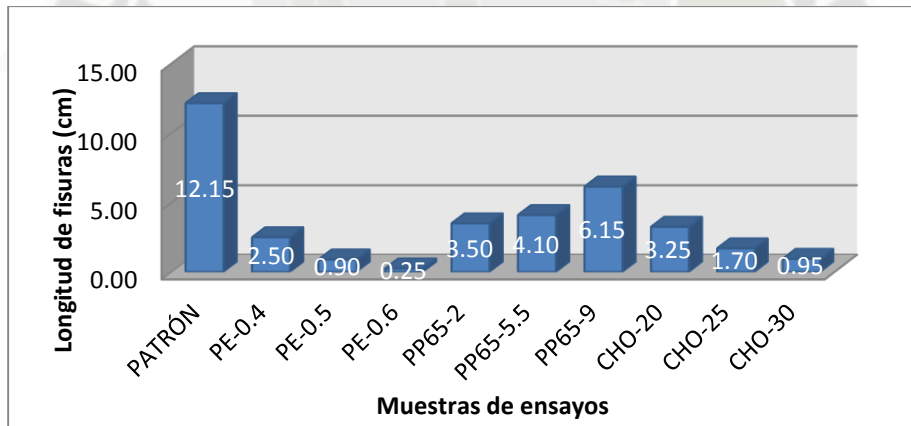


**GRAFICO 6.13 Fisuración por Contracción Plástica  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

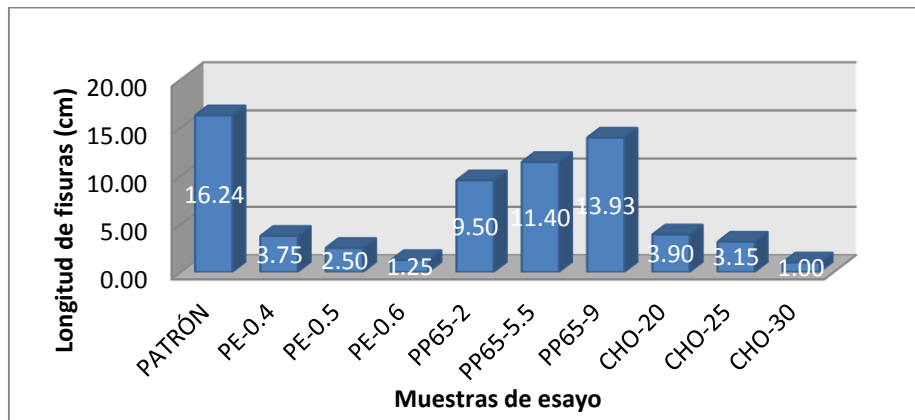
**GRAFICO 6.14 Fisuración por Contracción Plástica  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración propia

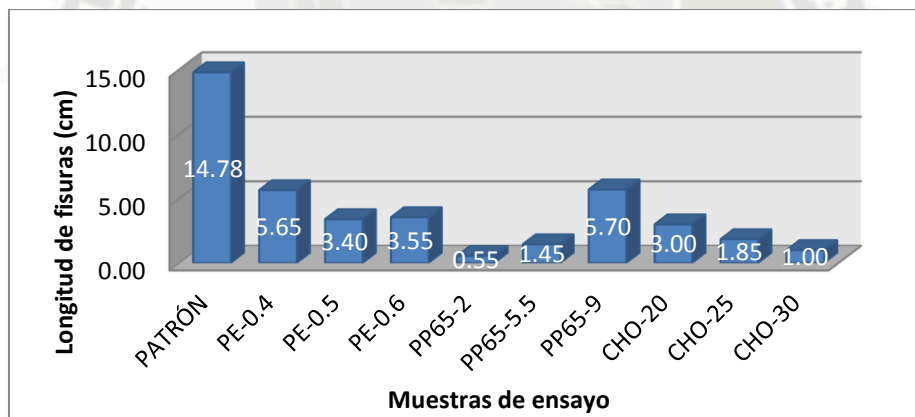
Se aprecia considerablemente el aporte de las fibras ya que un concreto diseñado a una resistencia  $175 \text{ kg/cm}^2$  con el método Walker presenta decrementos de fisuras en 80%, 93%, 92% para la fibra PE, PP65 y CHO 80/60 y para el método Módulo de Fineza presenta decrementos de fisuras en 98%, 71% y 92%. A su vez se observa que los porcentajes óptimos de las fibras PE, PP65 y CHO 80/60 son 0.4, 2 y 30  $\text{kg/m}^3$ .

**GRAFICO 6.15 Fisuración por Contracción Plástica  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, c/s fibra (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

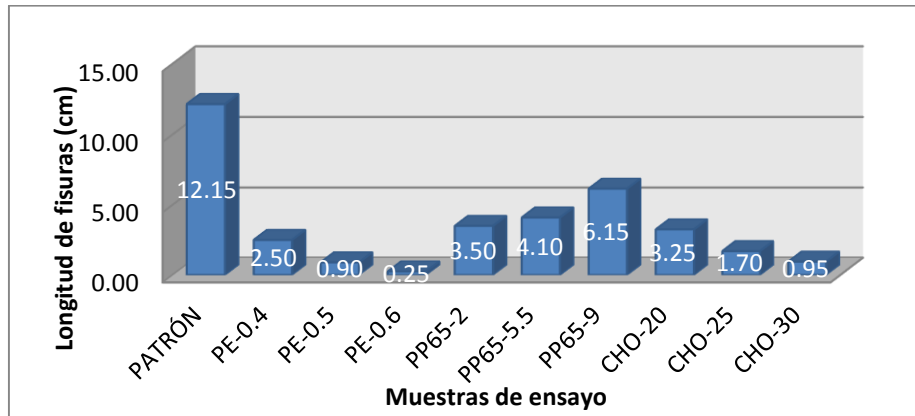
**GRAFICO 6.16 Fisuración por Contracción Plástica  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, c/s fibra (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración propia

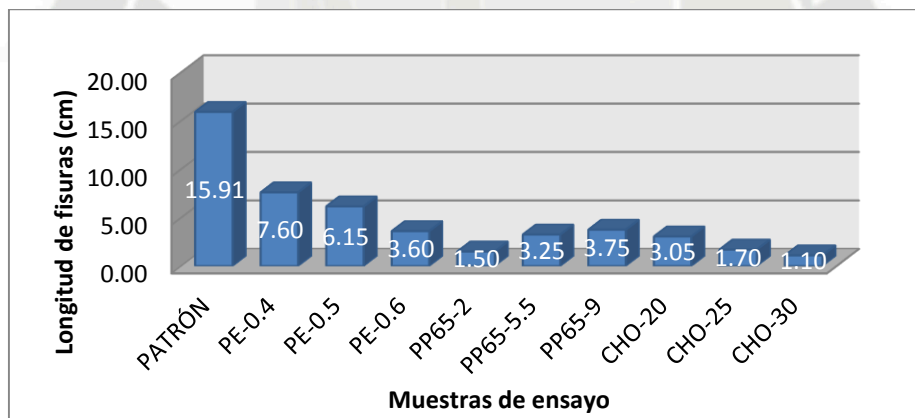
Se aprecia considerablemente el aporte de las fibras ya que un concreto diseñado a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> con el método Walker presenta decrementos de fisuras en 92%, 42%, 94% para la fibra PE, PP65 y CHO 80/60 y para el método Módulo de Fineza presenta decrementos de fisuras en 77%, 96% y 93%. A su vez se observa que los porcentajes óptimos de las fibras PE, PP65 y CHO 80/60 son 0.4, 2 y 30 kg/m<sup>3</sup>.

**GRAFICO 6.17 Fisuración por Contracción Plástica  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.18 Fisuración por Contracción Plástica  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , c/s fibra (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración propia

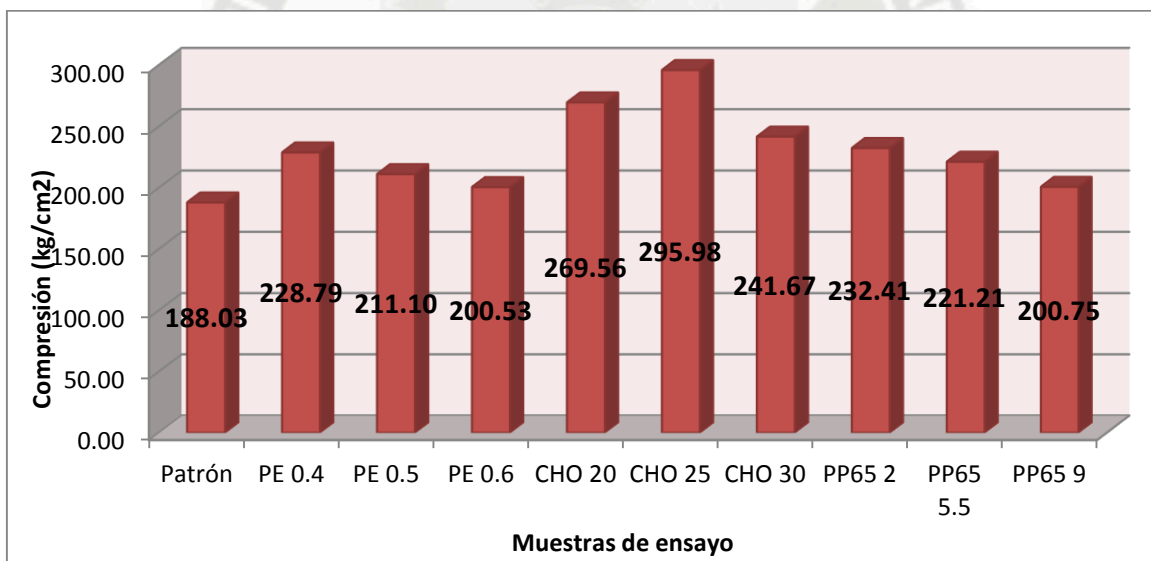
Se aprecia considerablemente el aporte de las fibras ya que un concreto diseñado a una resistencia  $280 \text{ kg/cm}^2$  con el método Walker presenta decrementos de fisuras en 85%, 57%, 90% para la fibra PE, PP65 y CHO 80/60 y para el método Módulo de Fineza presenta decrementos de fisuras en 77%, 91% y 93%. A su vez se observa que los porcentajes óptimos de las fibras PE, PP65 y CHO 80/60 son 0.4, 2 y 30  $\text{kg/m}^3$ .

**6.3.4. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón
W 175	188.03	
W 175 - PE 0.4	228.79	21.68%
W175 - PE 0.5	211.10	12.27%
W 175 - PE 0.6	200.53	6.65%
W 175 - CHO 20	269.56	43.37%
W 175 - CHO 25	295.98	57.41%
W 175 CHO 30	241.67	28.53%
W 175 PP65 2	232.41	23.60%
W 175 PP65 5.5	221.21	17.65%
W 175 PP65 9	200.75	6.77%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.19 Compresión c/s fibra f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

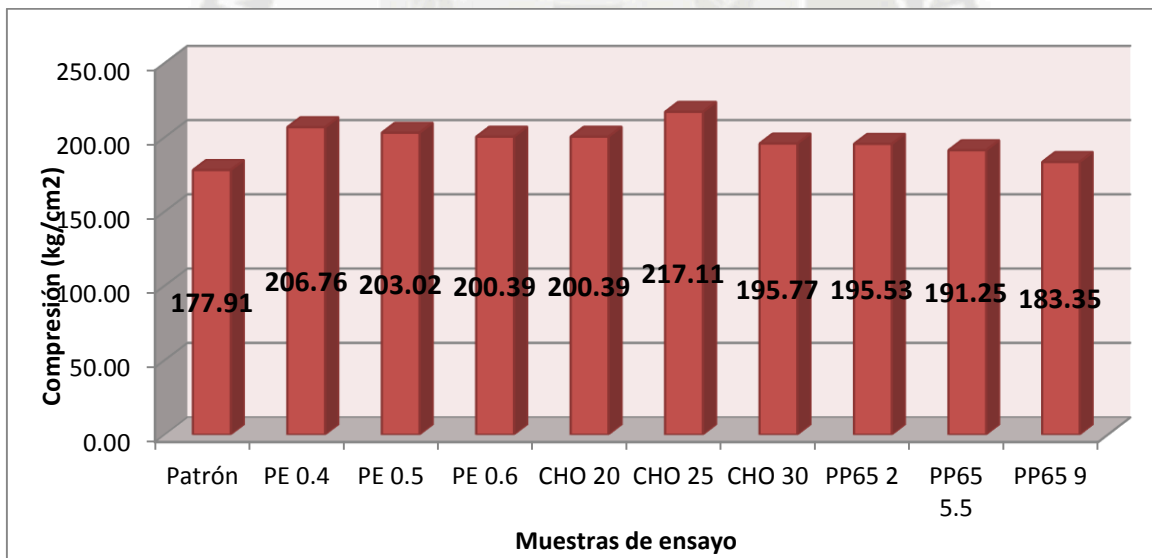
A los 28 días de edad: el concreto sin fibras alcanza una resistencia de 188.03 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con 0.4 kg/m<sup>3</sup> de adición de polipropileno PE alcanza los 228.79 kg/cm<sup>2</sup>, asimismo el concreto con adición de fibra de 25 kg/m<sup>3</sup> de adición de fibra de acero CHO 80/60 aumenta llegando a 295.98 kg/cm<sup>2</sup>; el concreto con adición de fibra de polipropileno PP65 con dosificación de 2 kg/m<sup>3</sup>, aumenta hasta llegar a 232.41 kg/cm<sup>2</sup>.

En general podemos deducir que la adición de fibra de acero CHO 80/60 influye significativamente en la resistencia a compresión del concreto.

TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón
F 175	177.91	
F 175 PE 0.4	206.76	16.22%
F 175 PE 0.5	203.02	14.11%
F 175 PE 0.6	200.39	12.63%
F 175 CHO 20	200.39	12.63%
F 175 CHO 25	217.11	22.03%
F 175 CHO 30	195.77	10.04%
F 175 PP65 2	195.53	9.90%
F 175 PP65 5.5	191.25	7.50%
F 175 PP65 9	183.35	3.05%

Fuente: Elaboración propia

GRAFICO 6.20 Compresión c/s fibra f'c=175 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)



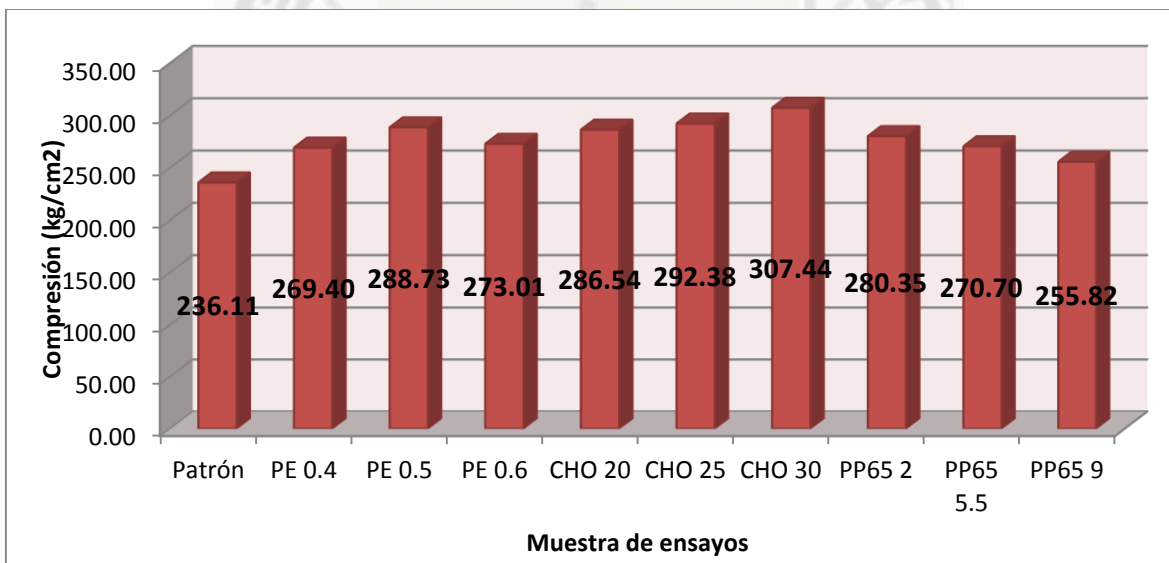
Fuente: Elaboración propia

En general, la resistencia a la compresión obtenidos con los diseños basados en el Método Walker para f'c 175 kgf/cm<sup>2</sup> son superiores a los obtenidos mediante el Método Módulo de Fineza.

TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón
W 210	236.11	
W 210 PE 0.4	269.40	14.10%
W 210 PE 0.5	288.73	22.29%
W 210 PE 0.6	273.01	15.63%
W 210 CHO 20	286.54	21.36%
W 210 CHO 25	292.38	23.83%
W 210 CHO 30	310.84	31.65%
W 210 PP65 2	280.35	18.74%
W 210 PP65 5.5	270.70	14.65%
W 210 PP65 9	255.82	8.35%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.21 Compresión c/s fibra f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**



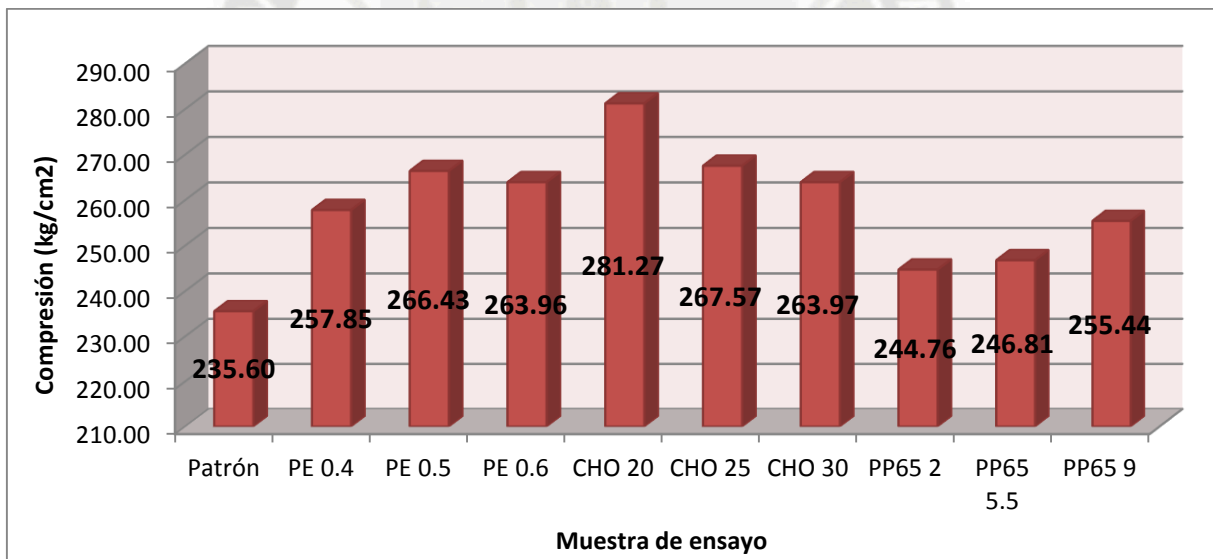
Fuente: Elaboración propia

A los 28 días de edad: el concreto sin fibras alcanza una resistencia de 236.11 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto con 0.5 kg/m<sup>3</sup> de adición de polipropileno PE alcanza los 288.73 kg/cm<sup>2</sup>, en tanto, el concreto con adición de fibra de 30 kg/m<sup>3</sup> de adición de fibra de acero CHO 80/60 aumenta llegando a 307.44 kg/cm<sup>2</sup>; el concreto con adición de fibra de polipropileno PP65 con dosificación de 2 kg/m<sup>3</sup>, aumenta hasta llegar a 280.35 kg/cm<sup>2</sup>.

**CUADRO 6.17 Variación de la compresión c/s fibra f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón
F 210	235.60	---
F 210 PE 0.4	257.85	9.44%
F 210 PE 0.5	266.43	13.09%
F 210 PE 0.6	263.96	12.04%
F 210 CHO 20	281.27	19.39%
F 210 CHO 25	267.57	13.57%
F 210 CHO 30	263.97	12.04%
F 210 PP65 2	244.76	3.89%
F 210 PP65 5.5	246.81	4.76%
F 210 PP65 9	255.44	8.42%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.22 Compresión c/s fibra f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

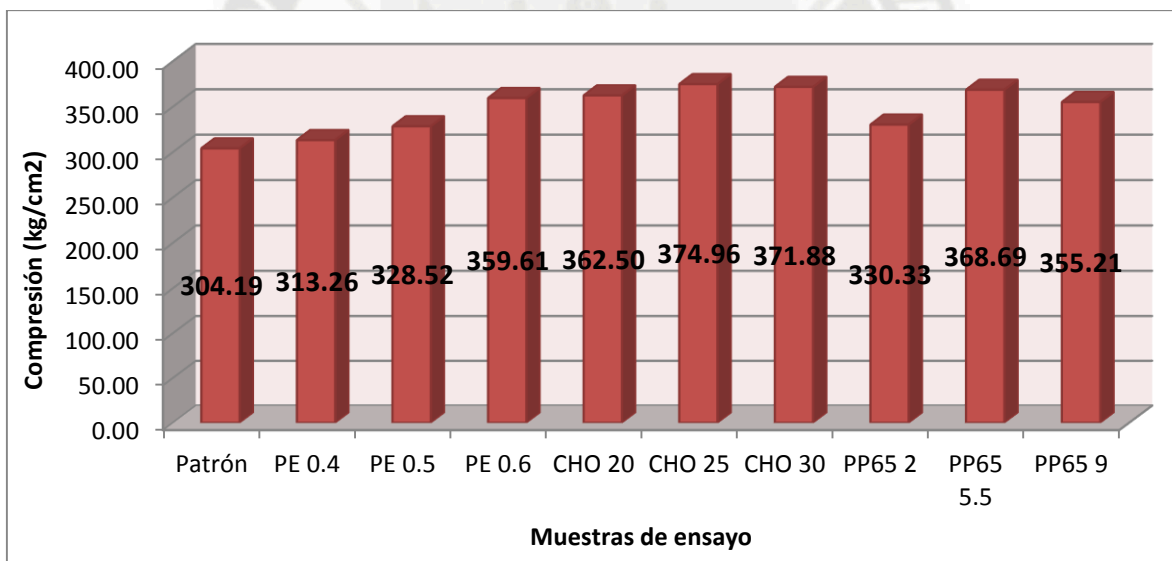
Fuente: Elaboración propia

En general, la resistencia a la compresión obtenidos con los diseños basados en el Método Walker para f'c 210 kgf/cm<sup>2</sup> son superiores a los obtenidos mediante el Método Módulo de Fineza.

**CUADRO 6.18 Variación de la compresión c/s fibra f' $c=280$  kg/cm $^2$  (Método Walker)**

TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm $^2$ )	Variación con respecto al concreto patrón
W 280	304.19	---
W 280 PE 0.4	313.26	2.98%
W 280 PE 0.5	328.52	8.00%
W 280 PE 0.6	359.61	18.22%
W 280 CHO 20	362.50	19.17%
W 280 CHO 25	374.96	23.26%
W 280 CHO 30	371.88	22.25%
W 280 PP65 2	330.33	8.59%
W 280 PP65 5.5	368.69	21.20%
W 280 PP65 9	355.21	16.77%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.23 Compresión c/s fibra f' $c=280$  kg/cm $^2$  (Método Walker)**

Fuente: Elaboración propia

A los 28 días de edad: el concreto sin fibras alcanza una resistencia de 304.19 kg/cm $^2$ , mientras que el concreto con 0.6 kg/m $^3$  de adición de polipropileno PE alcanza los 359.61 kg/cm $^2$ , asimismo el concreto con adición de fibra de 25 kg/m $^3$  de adición de fibra de acero CHO 80/60 aumenta llegando a 374.96 kg/cm $^2$ ; el concreto con adición de fibra de polipropileno PP65 con dosificación de 5.5 kg/m $^3$ , aumenta hasta llegar a 368.69 kg/cm $^2$ .

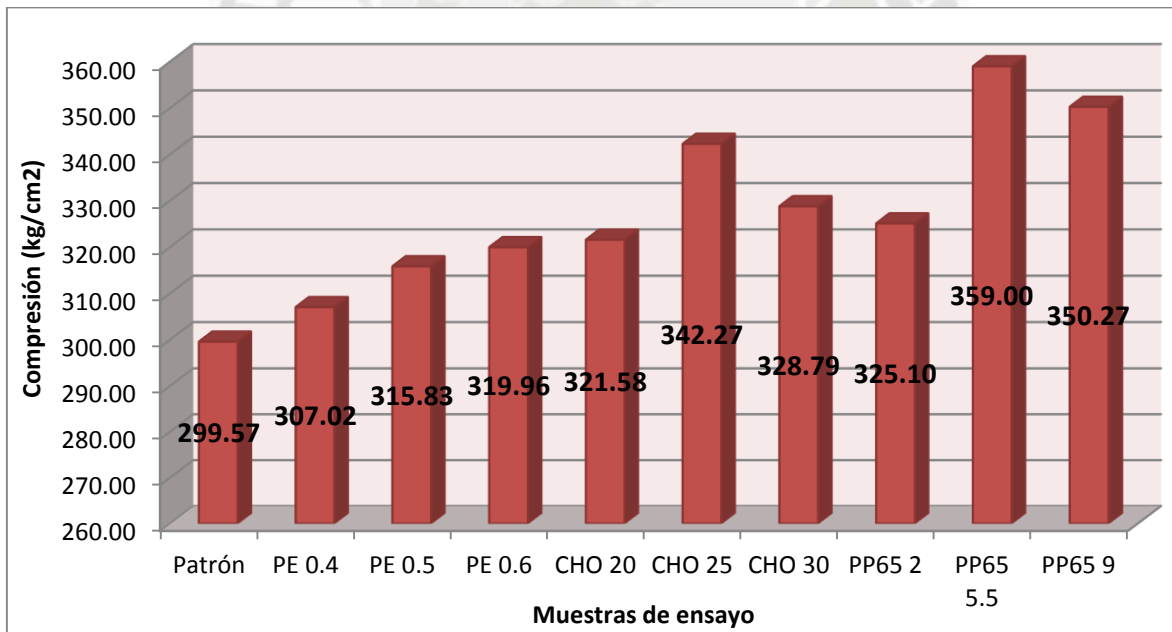


**CUADRO 6.19 Variación de la compresión c/s fibra f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón
F 280	299.57	---
F 280 PE 0.4	307.02	2.49%
F 280 PE 0.5	315.83	5.43%
F 280 PE 0.6	319.96	6.81%
F 280 CHO 20	321.58	7.35%
F 280 CHO 25	342.27	14.25%
F 280 CHO 30	328.79	9.76%
F 280 PP65 2	325.10	8.52%
F 280 PP65 5.5	359.00	19.84%
F 280 PP65 9	350.27	16.92%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.24 Compresión c/s fibra f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración propia

En general, la resistencia a la compresión obtenidos con los diseños basados en el Método Walker para f'c 280 kgf/cm<sup>2</sup> son superiores a los obtenidos mediante el Método Módulo de Fineza.

## 6.3.5. RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN

**CUADRO 6.20 Variación de Flexotracción  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker) para 7 y 28 días**

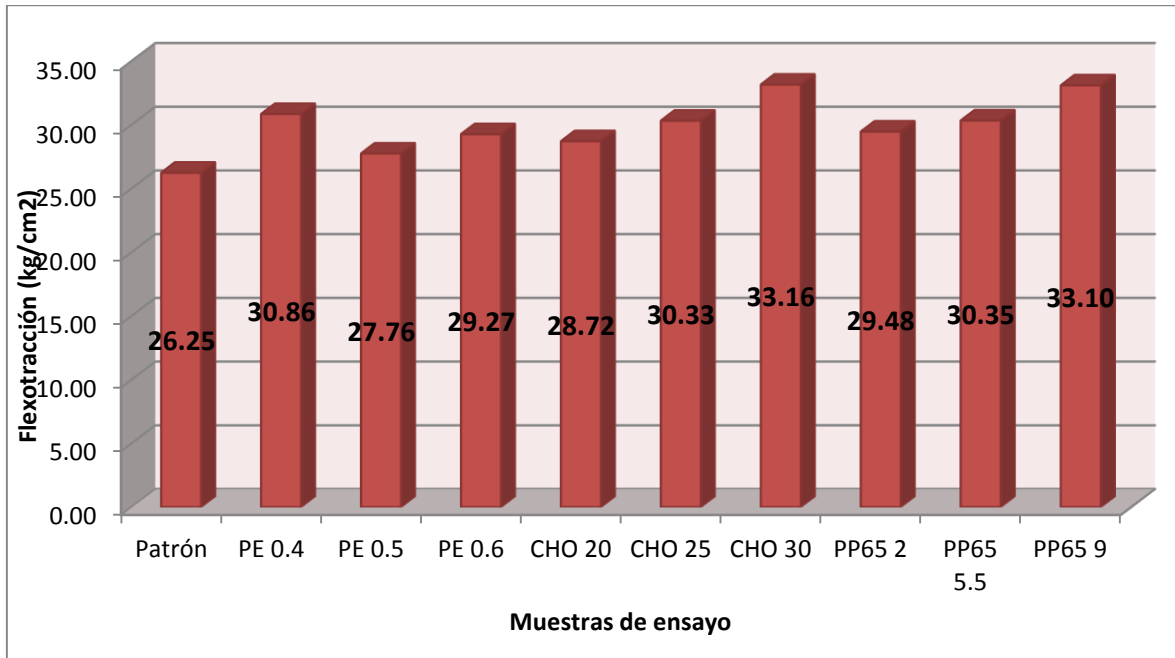
EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio De la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 175	22.869	---
	W 175 PE 0.4	27.522	20.34%
	W 175 PE 0.5	23.323	1.98%
	W 175 PE 0.6	23.377	2.22%
28	W 175	26.251	100.00%
	W 175 PE 0.4	30.858	17.55%
	W 175 PE 0.5	27.755	5.73%
	W 175 PE 0.6	29.272	11.51%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 175	22.869	---
	W 175 CHO 20	23.352	2.11%
	W 175 CHO 25	24.751	8.23%
	W 175 CHO 30	26.954	17.86%
28	W 175	26.251	100.00%
	W 175 CHO 20	28.721	9.41%
	W 175 CHO 25	30.332	15.55%
	W 175 CHO 30	33.164	26.34%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 175	22.869	---
	W 175 PP65 2	31.973	39.81%
	W 175 PP65 5.5	24.973	8.85%
	W 175 PP65 9	26.319	15.08%
28	W 175	26.251	100.00%
	W 175 PP65 2	29.477	12.29%
	W 175 PP65 5.5	30.345	15.60%
	W 175 PP65 9	33.105	26.11%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.25 Resistencia a la flexotracción  $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$  (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.21 Variación de flexotracción  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (Método Walker) para 7 y 28 días**

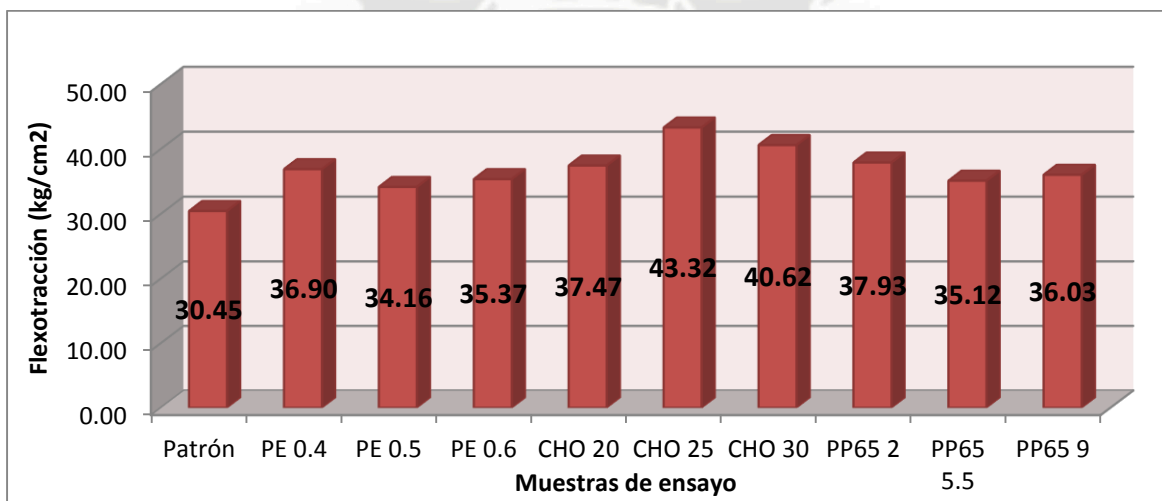
EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio De la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 210	23.825	---
	W 210 PE 0.4	27.010	13.37%
	W 210 PE 0.5	27.809	16.73%
	W 210 PE 0.6	28.547	19.82%
28	W 210	30.453	100.00%
	W 210 PE 0.4	36.898	21.16%
	W 210 PE 0.5	34.164	12.19%
	W 210 PE 0.6	35.368	16.14%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 210	23.825	---
	W 210 CHO 20	30.371	27.48%
	W 210 CHO 25	35.091	47.29%
	W 210 CHO 30	32.941	38.26%
28	W 210	30.453	---
	W 210 CHO 20	37.467	23.03%
	W 210 CHO 25	43.321	42.26%
	W 210 CHO 30	40.622	33.39%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 210	23.825	---
	W 210 PP65 2	30.300	27.18%
	W 210 PP65 5.5	28.434	19.35%
	W 210 PP65 9	28.600	20.05%
28	W 210	30.453	---
	W 210 PP65 2	37.927	24.54%
	W 210 PP65 5.5	35.118	15.32%
	W 210 PP65 9	36.031	18.32%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.26 Resistencia a la flexotracción  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.22 Variación de Flexotracción  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker) para 7 y 28 días**

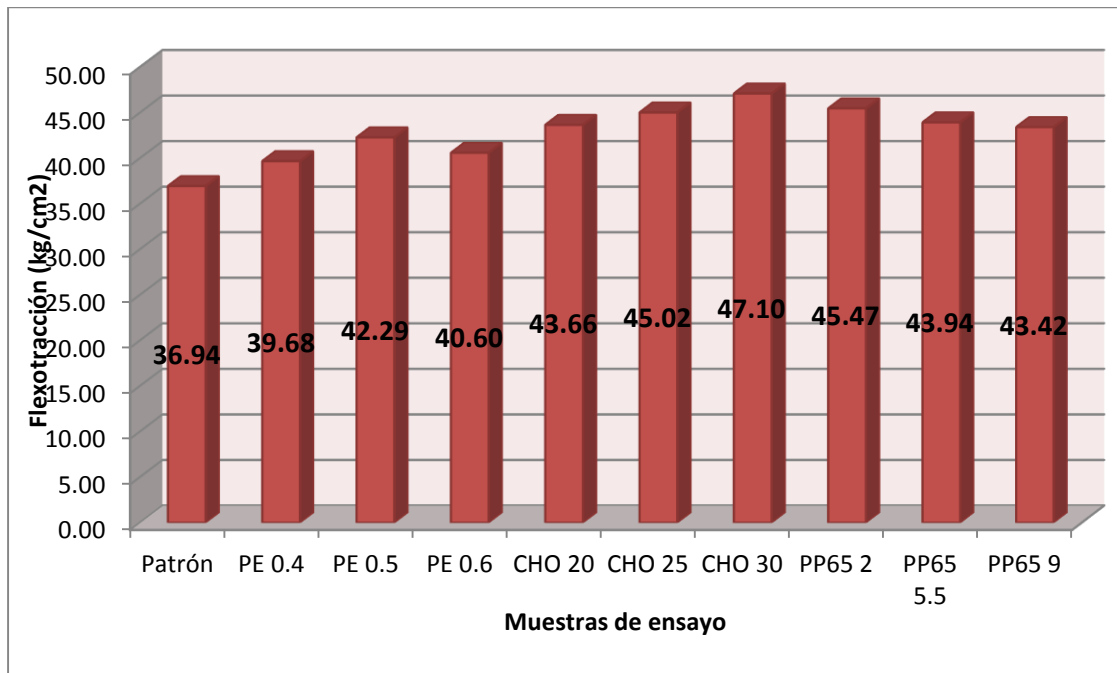
EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio De la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 280	29.235	---
	W 280 PE 0.4	31.351	7.24%
	W 280 PE 0.5	33.240	13.70%
	W 280 PE 0.6	31.780	8.71%
28	W 280	36.943	---
	W 280 PE 0.4	39.682	7.42%
	W 280 PE 0.5	42.292	14.48%
	W 280 PE 0.6	40.596	9.89%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 280	29.235	---
	W 280 CHO 20	35.072	19.97%
	W 280 CHO 25	36.427	24.60%
	W 280 CHO 30	37.857	29.49%
28	W 280	36.943	---
	W 280 CHO 20	43.658	18.18%
	W 280 CHO 25	45.022	21.87%
	W 280 CHO 30	47.101	27.50%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	W 280	29.235	---
	W 280 PP65 2	37.024	26.64%
	W 280 PP65 5.5	35.715	22.16%
	W 280 PP65 9	34.597	18.34%
28	W 280	36.943	---
	W 280 PP65 2	45.474	23.09%
	W 280 PP65 5.5	43.940	18.94%
	W 280 PP65 9	43.415	17.52%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.27 Resistencia a la flexotracción  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.23 Variación de Flexo tracción  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza) para 7 y 28 días**

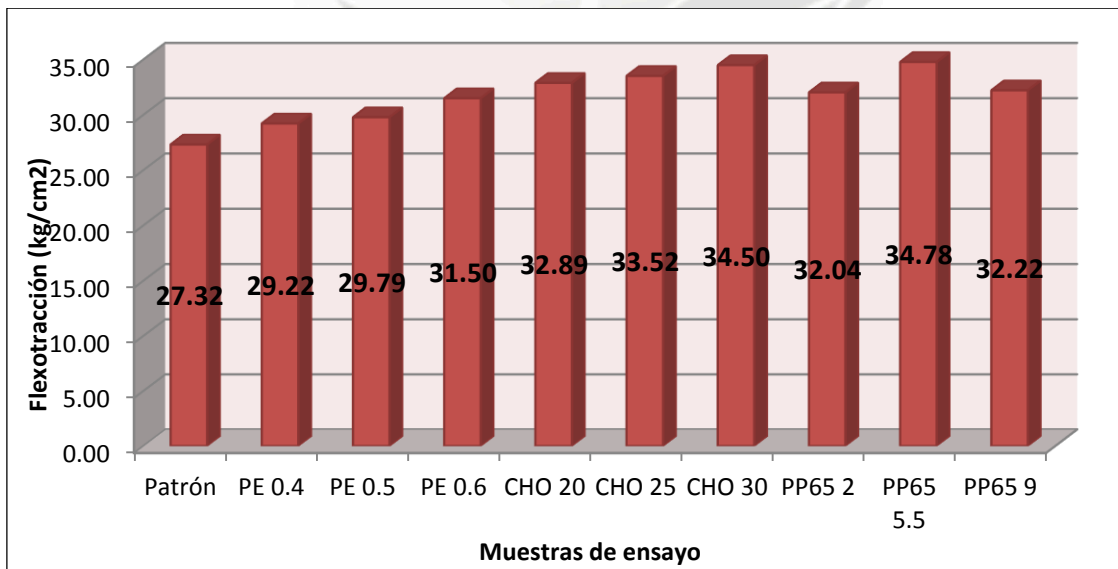
EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 175	21.782	---
	F 175 PE 0.4	23.606	8.37%
	F 175 PE 0.5	23.999	10.17%
	F 175 PE 0.6	24.684	13.32%
28	F 175	27.320	---
	F 175 PE 0.4	29.218	6.95%
	F 175 PE 0.5	29.787	9.03%
	F 175 PE 0.6	31.499	15.30%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 175	21.782	---
	F 175 CHO 20	26.505	21.68%
	F 175 CHO 25	26.997	23.94%
	F 175 CHO 30	27.803	27.64%
28	F 175	27.320	---
	F 175 CHO 20	32.892	20.40%
	F 175 CHO 25	33.518	22.69%
	F 175 CHO 30	34.496	26.27%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 175	21.782	---
	F 175 PP65 2	24.951	14.55%
	F 175 PP65 5.5	27.366	25.63%
	F 175 PP65 9	25.255	15.94%
28	F 175	27.320	---
	F 175 PP65 2	32.035	17.26%
	F 175 PP65 5.5	34.781	27.31%
	F 175 PP65 9	32.223	17.95%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.28 Resistencia a la flexotracción f'c=175 kg/cm<sup>2</sup>**



Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

**CUADRO 6.24 Variación de Flexo tracción  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Fineza) para 7 y 28 días**

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 210	28.590	---
	F 210 PE 0.4	32.715	14.43%
	F 210 PE 0.5	36.555	27.86%
	F 210 PE 0.6	31.437	9.96%
28	F 210	36.182	---
	F 210 PE 0.4	39.677	9.66%
	F 210 PE 0.5	41.962	15.97%
	F 210 PE 0.6	39.557	9.33%

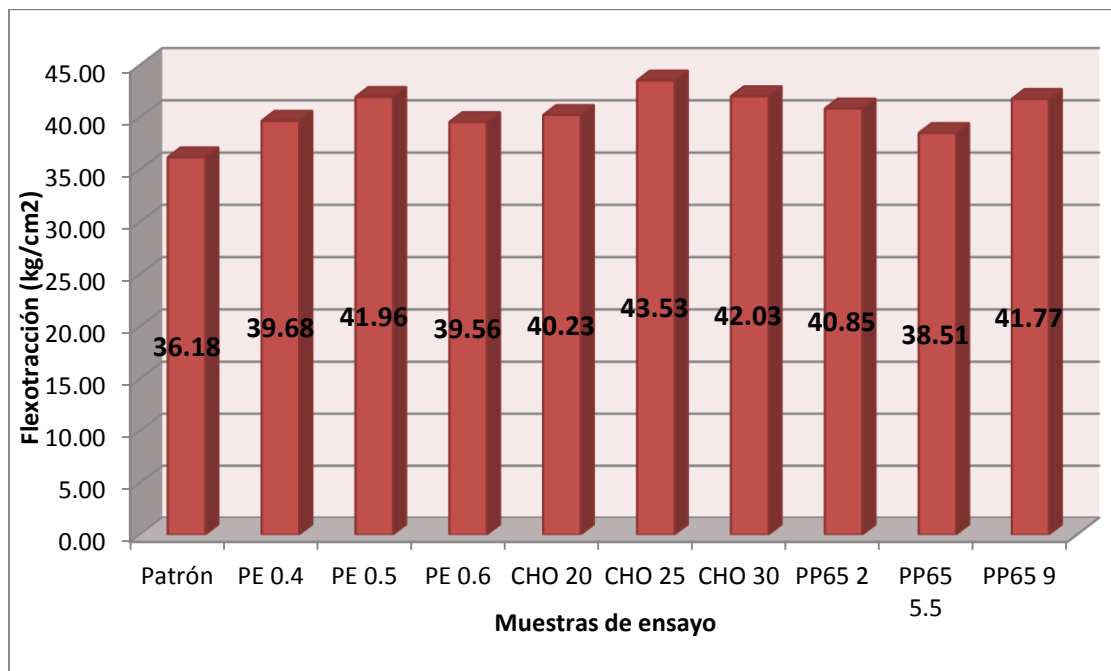
EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 210	28.590	---
	F 210 CHO 20	30.444	6.48%
	F 210 CHO 25	34.112	19.32%
	F 210 CHO 30	32.732	14.49%
28	F 210	36.182	---
	F 210 CHO 20	40.232	11.19%
	F 210 CHO 25	43.530	20.31%
	F 210 CHO 30	42.028	16.16%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 210	28.590	---
	F 210 PP65 2	30.724	7.47%
	F 210 PP65 5.5	30.565	6.91%
	F 210 PP65 9	32.840	14.87%
28	F 210	36.182	---
	F 210 PP65 2	40.847	12.89%
	F 210 PP65 5.5	38.506	6.42%
	F 210 PP65 9	41.769	15.44%

Fuente: Elaboración propia



**GRAFICO 6.29 Resistencia a la Flexo tracción  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.25 Variación de flexo tracción  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Fineza) para 7 y 28 días**

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 280	39.619	---
	F 280 PE 0.4	43.670	10.22%
	F 280 PE 0.5	37.570	-5.17%
	F 280 PE 0.6	37.596	-5.11%
28	F 280	45.459	---
	F 280 PE 0.4	51.216	12.66%
	F 280 PE 0.5	49.172	8.17%
	F 280 PE 0.6	49.673	9.27%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 280	39.619	---
	F 280 CHO 20	42.716	7.82%
	F 280 CHO 25	44.882	13.28%
	F 280 CHO 30	45.664	15.26%

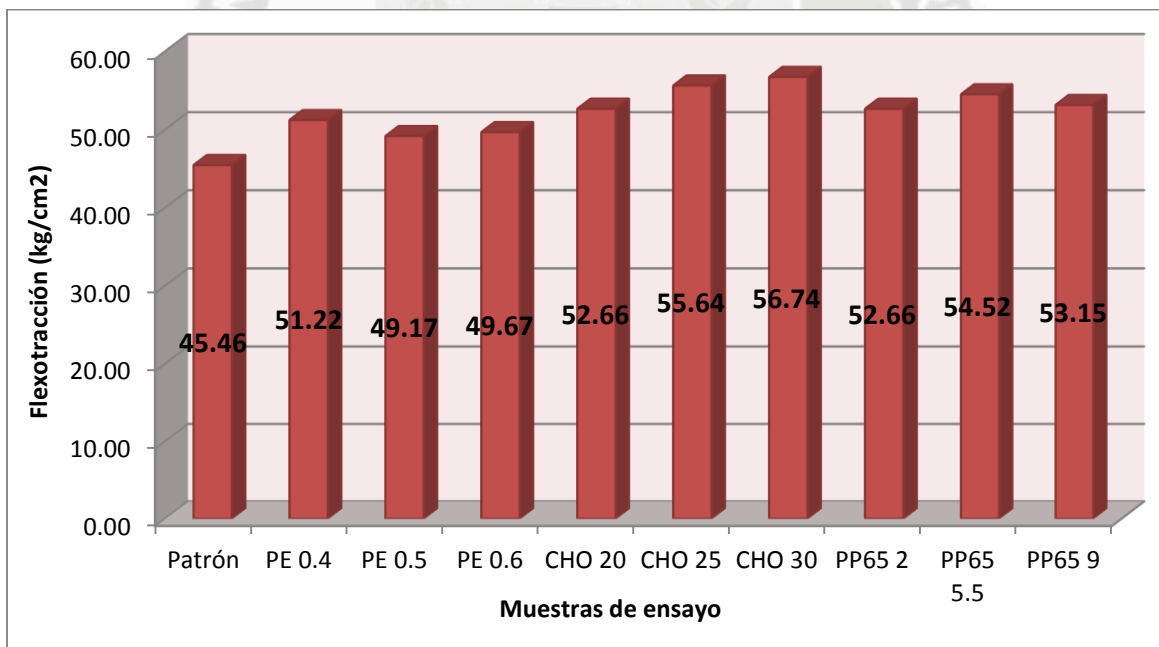
ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

28	F 280	45.459	---
	F 280 CHO 20	52.663	15.85%
	F 280 CHO 25	55.644	22.40%
	F 280 CHO 30	56.741	24.82%

EDAD días	TIPO DE CONCRETO	Promedio de la resistencia a la flexo tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación con respecto al concreto patrón (%)
7	F 280	39.619	---
	F 280 PP65 2	42.716	7.82%
	F 280 PP65 5.5	43.974	10.99%
	F 280 PP65 9	42.698	7.77%
28	F 280	45.459	---
	F 280 PP65 2	52.663	15.85%
	F 280 PP65 5.5	54.517	19.93%
	F 280 PP65 9	53.148	16.91%

Fuente: Elaboración propia

**GRAFICO 6.30 Resistencia a la flexo Tracción f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración propia

## 6.3.6. RESISTENCIA AL IMPACTO

**CUADRO 6.26 Resistencia al Impacto  $f'c=175, 210$  y  $280$  kg/cm<sup>2</sup>  
(Método M. fineza)**

MUESTRA	Peso inicial (gr)	Peso después del ensayo (gr)	Desgaste al impacto
F 175	10962.60	7286.40	33.53%
F 175 - PE 0.4	10620.00	7614.00	28.31%
F175 - PE 0.5	10356.00	7716.00	25.49%
F 175 - PE 0.6	11202.60	8190.00	26.89%
F 175 - CHO 20	11052.00	7870.90	28.78%
F 175 - CHO 25	11044.20	7944.00	28.07%
F 175 - CHO 30	11034.00	8500.00	22.97%
F 175 - PP65 2	10947.00	7650.90	30.11%
F 175 - PP65 5.5	11114.40	7858.20	29.30%
F 175 - PP65 9	10759.80	7813.80	27.38%
F 210	11271.00	7138.80	36.66%
F 210 - PE 0.4	11280.00	8694.00	22.93%
F 210 - PE 0.5	11461.20	8628.60	24.71%
F 210 - PE 0.6	11363.40	8413.80	25.96%
F 210 - CHO 20	11310.00	7974.00	29.50%
F 210 - CHO 25	10674.00	7740.00	27.49%
F 210 - CHO 30	11244.00	7944.00	29.35%
F 210 - PP65 2	11251.20	7874.40	30.01%
F 210 - PP65 5.5	11116.80	8379.60	24.62%
F 210 - PP65 9	11166.00	8712.00	21.98%
F 280	11071.20	8284.20	25.17%
F 280 - PE 0.4	11349.60	8863.20	21.91%
F 280 - PE 0.5	11197.80	8649.30	22.76%
F 280 - PE 0.6	11046.00	8435.40	23.63%
F 280 - CHO 20	11046.76	9031.82	18.24%
F 280 - CHO 25	10686.00	8688.00	18.70%
F 280 - CHO 30	10476.00	8508.00	18.79%
F 280 - PP65 2	10356.44	8216.15	20.67%
F 280 - PP65 5.5	10787.45	8461.25	21.56%
F 280 - PP65 9	11525.40	9012.00	21.81%

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la Abrasión es notoriamente afectada con la incorporación de fibras de polipropileno PE y PP65, así como CHO 80/60. En todas las dosificaciones de adición de fibras, la resistencia a la abrasión disminuye en

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

comparación con el concreto patrón de resistencias 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, obtenidos con los diseños basados en el Método Walker.

**CUADRO 6.27 Resistencia al Impacto  $f'c=175, 210$  y  $280$  kg/cm<sup>2</sup> (Método Walker)**

MUESTRA	Peso inicial (gr)	Peso después del ensayo (gr)	Desgaste al impacto
W 175	10414.47	6922.08	33.53%
W 175 - PE 0.4	11319.00	7816.20	30.95%
W175 - PE 0.5	10673.40	7450.20	30.20%
W 175 - PE 0.6	10978.55	7808.64	28.87%
W 175 - CHO 20	10830.96	7619.89	29.65%
W 175 - CHO 25	11136.00	7878.00	29.26%
W 175 - CHO 30	11016.00	8130.80	26.19%
W 175 - PP65 2	10728.06	7371.76	31.29%
W 175 - PP65 5.5	10854.00	7576.80	30.19%
W 175 - PP65 9	10902.00	7551.00	30.74%
W 210	10707.45	6781.86	36.66%
W 210 - PE 0.4	11054.40	7911.54	28.43%
W 210 - PE 0.5	11231.98	7852.03	30.09%
W 210 - PE 0.6	11272.80	7528.20	33.22%
W 210 - CHO 20	11083.80	7575.30	31.65%
W 210 - CHO 25	10460.52	7353.00	29.71%
W 210 - CHO 30	11019.12	7546.80	31.51%
W 210 - PP65 2	11026.18	7480.68	32.16%
W 210 - PP65 5.5	10894.46	7960.62	26.93%
W 210 - PP65 9	11305.20	7803.60	30.97%
W 280	10517.64	7869.99	25.17%
W 280 - PE 0.4	11122.61	8508.67	23.50%
W 280 - PE 0.5	10973.84	8303.33	24.34%
W 280 - PE 0.6	10825.08	8182.34	24.41%
W 280 - CHO 20	11272.20	8942.40	20.67%
W 280 - CHO 25	10472.28	8253.60	21.19%
W 280 - CHO 30	10266.48	8082.60	21.27%
W 280 - PP65 2	10567.80	8134.80	23.02%
W 280 - PP65 5.5	11007.60	8452.80	23.21%
W 280 - PP65 9	11294.89	8561.40	24.20%

Fuente: Elaboración propia

#### 6.4. FORMULACIÓN DE LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA PARA CADA RESISTENCIA

Para establecer la dosificación óptima para cada resistencia se comparó los resultados de los distintos ensayos en concreto fresco y endurecido: trabajabilidad, fisuración, resistencia a la compresión, flexotracción e impacto.

**CUADRO 6.28 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto  
f'c=175 kg/cm2 (Método Walker)**

MUESTRA	Compresión	Flexotracción	Impacto	Trabajabilidad	Fisuración
W 175	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	---
W 175 - PE 0.4	21.68%	17.55%	-15.59%	1.33%	78%
W175 - PE 0.5	12.27%	5.73%	-23.98%	10.67%	79%
W 175 - PE 0.6	6.65%	11.51%	-13.90%	17.33%	80%
W 175 - CHO 20	43.37%	9.41%	-11.59%	20.00%	67%
W 175 - CHO 25	57.41%	15.55%	-12.76%	26.67%	86%
W 175 CHO 30	28.53%	26.34%	-36.92%	33.33%	92%
W 175 PP65 2	23.60%	12.29%	-6.71%	20.00%	93%
W 175 PP65 5.5	17.65%	15.60%	-9.96%	36.00%	83%
W 175 PP65 9	6.77%	26.11%	-8.34%	53.33%	67%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.29 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto  
f'c=210 kg/cm2 (Método Walker)**

MUESTRA	Compresión	Flexotracción	Impacto	Trabajabilidad	Fisuración
W 210	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	---
W 210 PE 0.4	14.10%	21.16%	-22.45%	0.00%	77%
W 210 PE 0.5	22.29%	12.19%	-17.92%	5.00%	85%
W 210 PE 0.6	15.63%	16.14%	-9.39%	6.25%	92%
W 210 CHO 20	21.36%	23.03%	-13.66%	17.50%	76%
W 210 CHO 25	23.83%	42.26%	-18.97%	25.00%	81%
W 210 CHO 30	30.21%	33.39%	-14.05%	31.25%	94%
W 210 PP65 2	18.74%	24.54%	-12.29%	12.50%	82%
W 210 PP65 5.5	14.65%	15.32%	-26.55%	37.50%	70%
W 210 PP65 9	8.35%	18.32%	-15.52%	43.75%	68%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.30 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto  
f'c=280 kg/cm2 (Método Walker)**

MUESTRA	Compresión	Flexotracción	Impacto	Trabajabilidad	Fisuración
W 280	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	---
W 280 PE 0.4	2.98%	7.42%	-6.64%	0.00%	50%
W 280 PE 0.5	8.00%	14.48%	-3.33%	8.33%	85%
W 280 PE 0.6	18.22%	9.89%	-3.02%	13.33%	85%
W 280 CHO 20	19.17%	18.18%	-27.54%	16.67%	77%
W 280 CHO 25	23.26%	21.87%	-15.84%	23.33%	83%
W 280 CHO 30	22.25%	27.50%	-15.50%	30.00%	90%
W 280 PP65 2	8.59%	23.09%	-17.90%	16.67%	77%
W 280 PP65 5.5	21.20%	18.94%	-14.34%	23.33%	74%
W 280 PP65 9	16.77%	17.52%	-3.86%	33.33%	63%

Fuente: Elaboración propia

Para las resistencias 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, usando el Método Walker, la fibra de acero CHO 80/60 incrementa la resistencia a la compresión y flexotracción en mayor porcentaje que las fibras de polipropileno PE y PP65

**CUADRO 6.31 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto  
f'c=175 kg/cm2 (Método M. Fineza)**

MUESTRA	Compresión	Flexotracción	Impacto	Trabajabilidad	Fisuración
F 175	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	---
F 175 PE 0.4	16.22%	6.95%	-7.72%	0.00%	79%
F 175 PE 0.5	14.11%	9.03%	-5.76%	12.50%	93%
F 175 PE 0.6	12.63%	15.30%	-13.90%	20.00%	98%
F 175 CHO 20	12.63%	20.40%	-11.59%	31.25%	73%
F 175 CHO 25	22.03%	22.69%	-16.29%	37.50%	86%
F 175 CHO 30	10.04%	26.27%	-19.11%	43.75%	92%
F 175 PP65 2	9.90%	17.26%	-6.71%	12.50%	71%
F 175 PP65 5.5	7.50%	27.31%	-12.63%	22.50%	66%
F 175 PP65 9	3.05%	17.95%	-18.35%	37.50%	49%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.32 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto  
f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

MUESTRA	Compresión	Flexotracción	Impacto	Trabajabilidad	Fisuración
F 210	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	---
F 210 PE 0.4	9.44%	9.66%	-37.47%	2.94%	62%
F 210 PE 0.5	13.09%	15.97%	-32.59%	2.94%	77%
F 210 PE 0.6	12.04%	9.33%	-29.20%	4.41%	76%
F 210 CHO 20	19.39%	11.19%	-19.55%	11.76%	80%
F 210 CHO 25	13.57%	20.31%	-25.03%	26.47%	87%
F 210 CHO 30	12.04%	16.16%	-19.95%	33.82%	93%
F 210 PP65 2	3.89%	12.89%	-18.14%	11.76%	96%
F 210 PP65 5.5	4.76%	6.42%	-32.84%	26.47%	90%
F 210 PP65 9	8.42%	15.44%	-40.05%	33.82%	61%

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 6.33 Resumen de Propiedades Mecánicas del concreto  
f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> (Método M. Fineza)**

MUESTRA	Compresión	Flexotracción	Impacto	Trabajabilidad	Fisuración
F 280	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	---
F 280 PE 0.4	2.49%	12.66%	-12.97%	2.86%	52%
F 280 PE 0.5	5.43%	8.17%	-9.59%	2.86%	61%
F 280 PE 0.6	6.81%	9.27%	-6.12%	5.71%	77%
F 280 CHO 20	7.35%	15.85%	-0.98%	14.29%	81%
F 280 CHO 25	14.25%	22.40%	-25.73%	21.43%	89%
F 280 CHO 30	9.76%	24.82%	-25.37%	35.71%	93%
F 280 PP65 2	8.52%	15.85%	-8.54%	18.57%	91%
F 280 PP65 5.5	19.84%	19.93%	-7.80%	34.29%	80%
F 280 PP65 9	16.92%	16.91%	-13.37%	42.86%	76%

Fuente: Elaboración propia

Para las resistencias 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, usando el Método Módulo de Fineza, la fibra de acero CHO 80/60 incrementa la resistencia a la compresión y flexotracción en mayor porcentaje que las fibras de polipropileno PE y PP65

# CAPITULO VII

# ANÁLISIS DE COSTOS Y

# PRESUPUESTOS

## 7.1. ASPECTOS PREVIOS

En el presente capítulo presentamos un análisis de costos para un concreto con fibra de polipropileno y acero, la cual será comparada con los costos que demandara un concreto sin fibras; es así entonces que dicho análisis abarcará un análisis de costos unitarios para un concreto simple y un concreto con fibras de polipropileno microsintética con dosificaciones de 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup>, fibra de acero con dosificaciones de 20,25 y 30 kg/m<sup>3</sup> y polipropileno macrosintéticas PP65 con dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>.

## 7.2. PRINCIPALES PARÁMETROS QUE AFECTAN EL COSTO

El costo de los concretos en general, viene afectado por varios factores, las cuales definen el precio unitario del concreto; por tanto indicamos los siguientes parámetros:

- Control de calidad y adecuada producción de los materiales.
- Selección de los agregados y diseño de mezclas.
- Fibras de acero puesta en obra

*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA*

*Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo*



- Agregados puesta en obra
- Cemento puesta en obra
- Normas y especificaciones de ingeniería
- Control de calidad y adecuada producción

### 7.3. ESTUDIO DE COSTO Y COMPARACIONES

Para el estudio de costos y comparaciones se toma en cuenta la Mano de Obra, Materiales, Equipos y Herramientas, que hacen posible presumir el costo de la elaboración de un concreto para que fuera previsto.

#### 7.3.1. PRECIOS DE INSUMOS

Los precios que se muestran a continuación son los costos actuales de los materiales, equipos, mano de obra sin incluir impuestos de IGV. Para luego aplicarlos al análisis de costos unitarios.

**CUADRO 7.1 Precios de insumos usados**

MATERIALES	UNID	PRECIO (S/.)
Cemento Yura Portland IP	Bols	21.50
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	55.00
Piedra Chancada de 3/4"	m <sup>3</sup>	85.00
Agua	m <sup>3</sup>	8.00
Fibra PE	Kg	36.67
Fibra PP65	Kg	28.34
Fibra CHO	kg	11.25

*Fuente: Elaboración Propia*

## 7.3.2. APORTES UNITARIOS DE MATERIAL

CUADRO 7.2 Dosificación del concreto 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> para un diseño Walker c/s fibra

DESCRIPCIÓN	CEMENTO kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO kg/m <sup>3</sup>	AGUA kg/m <sup>3</sup>	FIBRAS kg/m <sup>3</sup>
175 kg/cm <sup>2</sup> sin fibras	324.38	767.83	940.97	238.52	
175 kg/cm <sup>2</sup> con 0.4 kg/m <sup>3</sup> de PE	324.38	767.83	940.97	238.52	0.40
175 kg/cm <sup>2</sup> con 0.5 kg/m <sup>3</sup> de PE	324.38	767.83	940.97	238.52	0.50
175 kg/cm <sup>2</sup> con 0.6 kg/m <sup>3</sup> de PE	324.38	767.83	940.97	238.52	0.60
175 kg/cm <sup>2</sup> con 20 kg/m <sup>3</sup> de CHO	324.38	767.83	940.97	238.52	20.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 25 kg/m <sup>3</sup> de CHO	324.38	767.83	940.97	238.52	25.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 30 kg/m <sup>3</sup> de CHO	324.38	767.83	940.97	238.52	30.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 2 kg/m <sup>3</sup> de PP65	324.38	767.83	940.97	238.52	2.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 5.5 kg/m <sup>3</sup> de PP65	324.38	767.83	940.97	238.52	5.50
175 kg/cm <sup>2</sup> con 9 kg/m <sup>3</sup> de PP65	324.38	767.83	940.97	238.52	9.00
210 kg/cm <sup>2</sup> sin fibras	370.30	711.40	953.36	236.47	
210 kg/cm <sup>2</sup> con 0.4 kg/m <sup>3</sup> de PE	370.30	711.40	953.36	236.47	0.40
210 kg/cm <sup>2</sup> con 0.5 kg/m <sup>3</sup> de PE	370.30	711.40	953.36	236.47	0.50
210 kg/cm <sup>2</sup> con 0.6 kg/m <sup>3</sup> de PE	370.30	711.40	953.36	236.47	0.60
210 kg/cm <sup>2</sup> con 20 kg/m <sup>3</sup> de CHO	370.30	711.40	953.36	236.47	20.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 25 kg/m <sup>3</sup> de CHO	370.30	711.40	953.36	236.47	25.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 30 kg/m <sup>3</sup> de CHO	370.30	711.40	953.36	236.47	30.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 2 kg/m <sup>3</sup> de PP65	370.30	711.40	953.36	236.47	2.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 5.5 kg/m <sup>3</sup> de PP65	370.30	711.40	953.36	236.47	5.50
210 kg/cm <sup>2</sup> con 9 kg/m <sup>3</sup> de PP65	370.30	711.40	953.36	236.47	9.00
280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibras	437.77	632.16	968.11	233.58	
280 kg/cm <sup>2</sup> con 0.4 kg/m <sup>3</sup> de PE	437.77	632.16	968.11	233.58	0.40
280 kg/cm <sup>2</sup> con 0.5 kg/m <sup>3</sup> de PE	437.77	632.16	968.11	233.58	0.50
280 kg/cm <sup>2</sup> con 0.6 kg/m <sup>3</sup> de PE	437.77	632.16	968.11	233.58	0.60
280 kg/cm <sup>2</sup> con 20 kg/m <sup>3</sup> de CHO	437.77	632.16	968.11	233.58	20.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 25 kg/m <sup>3</sup> de CHO	437.77	632.16	968.11	233.58	25.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 30 kg/m <sup>3</sup> de CHO	437.77	632.16	968.11	233.58	30.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 2 kg/m <sup>3</sup> de PP65	437.77	632.16	968.11	233.58	2.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 5.5 kg/m <sup>3</sup> de PP65	437.77	632.16	968.11	233.58	5.50
280 kg/cm <sup>2</sup> con 9 kg/m <sup>3</sup> de PP65	437.77	632.16	968.11	233.58	9.00

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.3 Dosificación del concreto 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> para un diseño M. Fineza c/s fibra**

DESCRIPCIÓN	CEMENTO kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO kg/m <sup>3</sup>	AGUA kg/m <sup>3</sup>	FIBRAS kg/m <sup>3</sup>
175 kg/cm <sup>2</sup> sin fibras	325.97	622.58	1072.81	234.84	
175 kg/cm <sup>2</sup> con 0.4 kg/m <sup>3</sup> de PE	325.97	622.58	1072.81	234.84	0.40
175 kg/cm <sup>2</sup> con 0.5 kg/m <sup>3</sup> de PE	325.97	622.58	1072.81	234.84	0.50
175 kg/cm <sup>2</sup> con 0.6 kg/m <sup>3</sup> de PE	325.97	622.58	1072.81	234.84	0.60
175 kg/cm <sup>2</sup> con 20 kg/m <sup>3</sup> de CHO	325.97	622.58	1072.81	234.84	20.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 25 kg/m <sup>3</sup> de CHO	325.97	622.58	1072.81	234.84	25.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 30 kg/m <sup>3</sup> de CHO	325.97	622.58	1072.81	234.84	30.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 2 kg/m <sup>3</sup> de PP65	325.97	622.58	1072.81	234.84	2.00
175 kg/cm <sup>2</sup> con 5.5 kg/m <sup>3</sup> de PP65	325.97	622.58	1072.81	234.84	5.50
175 kg/cm <sup>2</sup> con 9 kg/m <sup>3</sup> de PP65	325.97	622.58	1072.81	234.84	9.00
210 kg/cm <sup>2</sup> sin fibras	372.11	571.16	1080.32	232.96	
210 kg/cm <sup>2</sup> con 0.4 kg/m <sup>3</sup> de PE	372.11	571.16	1080.32	232.96	0.40
210 kg/cm <sup>2</sup> con 0.5 kg/m <sup>3</sup> de PE	372.11	571.16	1080.32	232.96	0.50
210 kg/cm <sup>2</sup> con 0.6 kg/m <sup>3</sup> de PE	372.11	571.16	1080.32	232.96	0.60
210 kg/cm <sup>2</sup> con 20 kg/m <sup>3</sup> de CHO	372.11	571.16	1080.32	232.96	20.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 25 kg/m <sup>3</sup> de CHO	372.11	571.16	1080.32	232.96	25.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 30 kg/m <sup>3</sup> de CHO	372.11	571.16	1080.32	232.96	30.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 2 kg/m <sup>3</sup> de PP65	372.11	571.16	1080.32	232.96	2.00
210 kg/cm <sup>2</sup> con 5.5 kg/m <sup>3</sup> de PP65	372.11	571.16	1080.32	232.96	5.50
210 kg/cm <sup>2</sup> con 9 kg/m <sup>3</sup> de PP65	372.11	571.16	1080.32	232.96	9.00
280 kg/cm <sup>2</sup> sin fibras	439.91	501.04	1086.27	230.35	
280 kg/cm <sup>2</sup> con 0.4 kg/m <sup>3</sup> de PE	439.91	501.04	1086.27	230.35	0.40
280 kg/cm <sup>2</sup> con 0.5 kg/m <sup>3</sup> de PE	439.91	501.04	1086.27	230.35	0.50
280 kg/cm <sup>2</sup> con 0.6 kg/m <sup>3</sup> de PE	439.91	501.04	1086.27	230.35	0.60
280 kg/cm <sup>2</sup> con 20 kg/m <sup>3</sup> de CHO	439.91	501.04	1086.27	230.35	20.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 25 kg/m <sup>3</sup> de CHO	439.91	501.04	1086.27	230.35	25.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 30 kg/m <sup>3</sup> de CHO	439.91	501.04	1086.27	230.35	30.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 2 kg/m <sup>3</sup> de PP65	439.91	501.04	1086.27	230.35	2.00
280 kg/cm <sup>2</sup> con 5.5 kg/m <sup>3</sup> de PP65	439.91	501.04	1086.27	230.35	5.50
280 kg/cm <sup>2</sup> con 9 kg/m <sup>3</sup> de PP65	439.91	501.04	1086.27	230.35	9.00

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.4 Aporte Unitario de materiales por m3 de concreto 175, 210 y 280 kg/cm2 para un diseño Walker c/s fibra**

DESCRIPCIÓN	CEMENTO bols/m3	AGREGADO FINO m3/m3	AGREGADO GRUESO m3/m3	AGUA m3/m3	FIBRAS kg/m3
175 kg/cm2 sin fibras	7.63	0.50	0.56	0.24	
175 kg/cm2 con 0.4 kg/m3 de PE	7.63	0.50	0.56	0.24	0.40
175 kg/cm2 con 0.5 kg/m3 de PE	7.63	0.50	0.56	0.24	0.50
175 kg/cm2 con 0.6 kg/m3 de PE	7.63	0.50	0.56	0.24	0.60
175 kg/cm2 con 20 kg/m3 de CHO	7.63	0.50	0.56	0.24	20.00
175 kg/cm2 con 25 kg/m3 de CHO	7.63	0.50	0.56	0.24	25.00
175 kg/cm2 con 30 kg/m3 de CHO	7.63	0.50	0.56	0.24	30.00
175 kg/cm2 con 2 kg/m3 de PP65	7.63	0.50	0.56	0.24	2.00
175 kg/cm2 con 5.5 kg/m3 de PP65	7.63	0.50	0.56	0.24	5.50
175 kg/cm2 con 9 kg/m3 de PP65	7.63	0.50	0.56	0.24	9.00
210 kg/cm2 sin fibras	8.71	0.47	0.57	0.24	
210 kg/cm2 con 0.4 kg/m3 de PE	8.71	0.47	0.57	0.24	0.40
210 kg/cm2 con 0.5 kg/m3 de PE	8.71	0.47	0.57	0.24	0.50
210 kg/cm2 con 0.6 kg/m3 de PE	8.71	0.47	0.57	0.24	0.60
210 kg/cm2 con 20 kg/m3 de CHO	8.71	0.47	0.57	0.24	20.00
210 kg/cm2 con 25 kg/m3 de CHO	8.71	0.47	0.57	0.24	25.00
210 kg/cm2 con 30 kg/m3 de CHO	8.71	0.47	0.57	0.24	30.00
210 kg/cm2 con 2 kg/m3 de PP65	8.71	0.47	0.57	0.24	2.00
210 kg/cm2 con 5.5 kg/m3 de PP65	8.71	0.47	0.57	0.24	5.50
210 kg/cm2 con 9 kg/m3 de PP65	8.71	0.47	0.57	0.24	9.00
280 kg/cm2 sin fibras	10.30	0.41	0.58	0.23	
280 kg/cm2 con 0.4 kg/m3 de PE	10.30	0.41	0.58	0.23	0.40
280 kg/cm2 con 0.5 kg/m3 de PE	10.30	0.41	0.58	0.23	0.50
280 kg/cm2 con 0.6 kg/m3 de PE	10.30	0.41	0.58	0.23	0.60
280 kg/cm2 con 20 kg/m3 de CHO	10.30	0.41	0.58	0.23	20.00
280 kg/cm2 con 25 kg/m3 de CHO	10.30	0.41	0.58	0.23	25.00
280 kg/cm2 con 30 kg/m3 de CHO	10.30	0.41	0.58	0.23	30.00
280 kg/cm2 con 2 kg/m3 de PP65	10.30	0.41	0.58	0.23	2.00
280 kg/cm2 con 5.5 kg/m3 de PP65	10.30	0.41	0.58	0.23	5.50
280 kg/cm2 con 9 kg/m3 de PP65	10.30	0.41	0.58	0.23	9.00

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.5 Aporte Unitario de materiales por m3 de concreto 175, 210 y 280 kg/cm2 para un diseño M. Fineza c/s fibra**

DESCRIPCIÓN	CEMENTO bols/m3	AGREGADO FINO m3/m3	AGREGADO GRUESO m3/m3	AGUA m3/m3	FIBRAS kg/m3
175 kg/cm2 sin fibras	7.67	0.41	0.64	0.23	
175 kg/cm2 con 0.4 kg/m3 de PE	7.67	0.41	0.64	0.23	0.40
175 kg/cm2 con 0.5 kg/m3 de PE	7.67	0.41	0.64	0.23	0.50
175 kg/cm2 con 0.6 kg/m3 de PE	7.67	0.41	0.64	0.23	0.60
175 kg/cm2 con 20 kg/m3 de CHO	7.67	0.41	0.64	0.23	20.00
175 kg/cm2 con 25 kg/m3 de CHO	7.67	0.41	0.64	0.23	25.00
175 kg/cm2 con 30 kg/m3 de CHO	7.67	0.41	0.64	0.23	30.00
175 kg/cm2 con 2 kg/m3 de PP65	7.67	0.41	0.64	0.23	2.00
175 kg/cm2 con 5.5 kg/m3 de PP65	7.67	0.41	0.64	0.23	5.50
175 kg/cm2 con 9 kg/m3 de PP65	7.67	0.41	0.64	0.23	9.00
210 kg/cm2 sin fibras	8.76	0.37	0.65	0.23	
210 kg/cm2 con 0.4 kg/m3 de PE	8.76	0.37	0.65	0.23	0.40
210 kg/cm2 con 0.5 kg/m3 de PE	8.76	0.37	0.65	0.23	0.50
210 kg/cm2 con 0.6 kg/m3 de PE	8.76	0.37	0.65	0.23	0.60
210 kg/cm2 con 20 kg/m3 de CHO	8.76	0.37	0.65	0.23	20.00
210 kg/cm2 con 25 kg/m3 de CHO	8.76	0.37	0.65	0.23	25.00
210 kg/cm2 con 30 kg/m3 de CHO	8.76	0.37	0.65	0.23	30.00
210 kg/cm2 con 2 kg/m3 de PP65	8.76	0.37	0.65	0.23	2.00
210 kg/cm2 con 5.5 kg/m3 de PP65	8.76	0.37	0.65	0.23	5.50
210 kg/cm2 con 9 kg/m3 de PP65	8.76	0.37	0.65	0.23	9.00
280 kg/cm2 sin fibras	10.35	0.33	0.65	0.23	
280 kg/cm2 con 0.4 kg/m3 de PE	10.35	0.33	0.65	0.23	0.40
280 kg/cm2 con 0.5 kg/m3 de PE	10.35	0.33	0.65	0.23	0.50
280 kg/cm2 con 0.6 kg/m3 de PE	10.35	0.33	0.65	0.23	0.60
280 kg/cm2 con 20 kg/m3 de CHO	10.35	0.33	0.65	0.23	20.00
280 kg/cm2 con 25 kg/m3 de CHO	10.35	0.33	0.65	0.23	25.00
280 kg/cm2 con 30 kg/m3 de CHO	10.35	0.33	0.65	0.23	30.00
280 kg/cm2 con 2 kg/m3 de PP65	10.35	0.33	0.65	0.23	2.00
280 kg/cm2 con 5.5 kg/m3 de PP65	10.35	0.33	0.65	0.23	5.50
280 kg/cm2 con 9 kg/m3 de PP65	10.35	0.33	0.65	0.23	9.00

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

### 7.3.3. APORTE UNITARIO DE MANO DE OBRA

Para analizar los costos de elaboración del concreto reforzado y no reforzado, aplicaremos un mismo factor común en lo que respecta a la mano de obra utilizando la siguiente ecuación.

$$cantidad = \frac{Cuadrilla * N^{\circ} \text{ horas jornada}}{Rendimiento}$$

### 7.4. ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

#### CUADRO 7.6 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 sin fibra

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2				Costo Unitario Directo por: m3		287.42
Rendimiento	m3/dia	MO	30	EQ	30		
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.05	20.69	1.10		
Operario	hh	2	0.53	18.25	9.73		
Oficial	hh	1	0.27	15.11	4.03		
Peón	hh	5	1.33	13.62	18.16		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.53	17.17	9.16		
					42.18		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		7.63	21.50	164.10		
Arena Gruesa	m3		0.50	55.00	27.68		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.56	85.00	47.85		
Agua	m3		0.24	8.00	1.91		
					241.54		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.27	3.46	0.92		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.27	5.66	1.51		
Herramientas Manuales	% MO		42.18	0.03	1.27		
					3.70		

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.7 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 con fibra PE**

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra PE 0.4				Costo Unitario Directo por: m3			316.24
	Rendimiento	m3/dia	MO 25	EQ 25	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	
	<b>Descripción Insumo</b>							
	<b>Mano de Obra</b>							
				Unidad				
				hh	0.2	0.06	20.69	1.32
				hh	2	0.64	18.25	11.68
				hh	2	0.64	15.11	9.67
				hh	5	1.60	13.62	21.79
				hh	2	0.64	17.17	10.99
								55.46
	<b>Materiales</b>							
				bols		7.63	21.50	164.10
				m3		0.50	55.00	27.68
				m3		0.56	85.00	47.85
				m3		0.24	8.00	1.91
				kg		0.40	36.67	14.67
								256.20
	<b>Equipo, Herramientas</b>							
				hm	1	0.32	3.46	1.11
				hm	1	0.32	5.66	1.81
				% MO		55.46	0.03	1.66
								4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra PE 0.5</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>			<b>319.91</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/dia</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Descripción Insumo</b>							
	<b>Mano de Obra</b>							
				hh	0.2	0.06	20.69	1.32
				hh	2	0.64	18.25	11.68
				hh	2	0.64	15.11	9.67
				hh	5	1.60	13.62	21.79
				hh	2	0.64	17.17	10.99
								55.46
	<b>Materiales</b>							
				bols		7.63	21.50	164.10
				m3		0.50	55.00	27.68
				m3		0.56	85.00	47.85
				m3		0.24	8.00	1.91
				kg		0.50	36.67	18.34
								259.87
	<b>Equipo, Herramientas</b>							
				hm	1	0.32	3.46	1.11
				hm	1	0.32	5.66	1.81
				% MO		55.46	0.03	1.66
								4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra PE 0.6</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>			<b>323.57</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/dia</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Descripción Insumo</b>							
	<b>Mano de Obra</b>							
				hh	0.2	0.06	20.69	1.32
				hh	2	0.64	18.25	11.68
				hh	2	0.64	15.11	9.67
				hh	5	1.60	13.62	21.79
				hh	2	0.64	17.17	10.99
								55.46
	<b>Materiales</b>							
				bols		7.63	21.50	164.10
				m3		0.50	55.00	27.68
				m3		0.56	85.00	47.85
				m3		0.24	8.00	1.91
				kg		0.60	36.67	22.00
								263.54
	<b>Equipo, Herramientas</b>							
				hm	1	0.32	3.46	1.11
				hm	1	0.32	5.66	1.81
				% MO		55.46	0.03	1.66
								4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## CUADRO 7.8 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 con fibra CHO

Partida	Rendimiento	Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra CHO 20				Costo Unitario Directo por: m3			526.57
		m3/día	MO	25	EQ	25	Cuadrilla	Cantidad	
		Descripción Insumo		Unidad					Parcial S/.
		Mano de Obra							
				Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32
				Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68
				Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67
				Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79
				Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99
									55.46
		Materiales							
				Cemento Yura Portland IP	bols		7.63	21.50	164.10
				Arena Gruesa	m3		0.50	55.00	27.68
				Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.56	85.00	47.85
				Agua	m3		0.24	8.00	1.91
				Fibra	kg		20.00	11.25	225.00
									466.54
		Equipo, Herramientas							
				Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11
				Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81
				Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66
									4.58
<b>Partida</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra CHO 25</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>			<b>582.82</b>
		m3/día	MO	25	EQ	25	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
		Descripción Insumo		Unidad					Parcial S/.
		Mano de Obra							
				Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32
				Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68
				Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67
				Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79
				Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99
									55.46
		Materiales							
				Cemento Yura Portland IP	bols		7.63	21.50	164.10
				Arena Gruesa	m3		0.50	55.00	27.68
				Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.56	85.00	47.85
				Agua	m3		0.24	8.00	1.91
				Fibra	kg		25.00	11.25	281.25
									522.79
		Equipo, Herramientas							
				Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11
				Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81
				Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66
									4.58
<b>Partida</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra CHO 30</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>			<b>639.07</b>
		m3/día	MO	25	EQ	25	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.
		Descripción Insumo		Unidad					Parcial S/.
		Mano de Obra							
				Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32
				Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68
				Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67
				Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79
				Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99
									55.46
		Materiales							
				Cemento Yura Portland IP	bols		7.63	21.50	164.10
				Arena Gruesa	m3		0.50	55.00	27.68
				Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.56	85.00	47.85
				Agua	m3		0.24	8.00	1.91
				Fibra	kg		30.00	11.25	337.50
									579.04
		Equipo, Herramientas							
				Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11
				Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81
				Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66
									4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



**CUADRO 7.9 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 con fibra PP65**

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra PP65 2				Costo Unitario Directo por: m3			358.23		
Rendimiento	m3/día	MO	25	EQ	25	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>										
	Capataz					hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario					hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial					hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón					hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana					hh	2	0.64	17.17	10.99
										55.46
<b>Materiales</b>										
	Cemento Yura Portland IP					bols		7.63	21.50	164.10
	Arena Gruesa					m3		0.50	55.00	27.68
	Piedra Chancada de 3/4"					m3		0.56	85.00	47.85
	Agua					m3		0.24	8.00	1.91
	Fibra					kg		2.00	28.33	56.66
										298.20
<b>Equipo, Herramientas</b>										
	Mezcladora de 9 p3					hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp					hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales					% MO		55.46	0.03	1.66
										4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra PP65 5.5</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>			<b>457.39</b>		
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>										
	Capataz					hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario					hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial					hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón					hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana					hh	2	0.64	17.17	10.99
										55.46
<b>Materiales</b>										
	Cemento Yura Portland IP					bols		7.63	21.50	164.10
	Arena Gruesa					m3		0.50	55.00	27.68
	Piedra Chancada de 3/4"					m3		0.56	85.00	47.85
	Agua					m3		0.24	8.00	1.91
	Fibra					kg		5.50	28.33	155.82
										397.35
<b>Equipo, Herramientas</b>										
	Mezcladora de 9 p3					hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp					hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales					% MO		55.46	0.03	1.66
										4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:175 kg/cm2 c/fibra PP65 9</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>			<b>556.54</b>		
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>										
	Capataz					hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario					hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial					hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón					hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana					hh	2	0.64	17.17	10.99
										55.46
<b>Materiales</b>										
	Cemento Yura Portland IP					bols		7.63	21.50	164.10
	Arena Gruesa					m3		0.50	55.00	27.68
	Piedra Chancada de 3/4"					m3		0.56	85.00	47.85
	Agua					m3		0.24	8.00	1.91
	Fibra					kg		9.00	28.33	254.97
										496.51
<b>Equipo, Herramientas</b>										
	Mezcladora de 9 p3					hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp					hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales					% MO		55.46	0.03	1.66
										4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.10 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 sin fibra**

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2				Costo Unitario Directo por: m3			309.23
Rendimiento	m3/dia	MO	30	EQ	30			
	Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz		hh	0.2	0.05	20.69	1.10	
	Operario		hh	2	0.53	18.25	9.73	
	Oficial		hh	1	0.27	15.11	4.03	
	Peón		hh	5	1.33	13.62	18.16	
	Operador de maquinaria liviana		hh	2	0.53	17.17	9.16	
							42.18	
	<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP		bols		8.71	21.50	187.33	
	Arena Gruesa		m3		0.47	55.00	25.64	
	Piedra Chancada de 3/4"		m3		0.57	85.00	48.48	
	Agua		m3		0.24	8.00	1.89	
							263.35	
	<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3		hm	1	0.27	3.46	0.92	
	Vibrador de 4 hp		hm	1	0.27	5.66	1.51	
	Herramientas Manuales		% MO		42.18	0.03	1.27	
							3.70	

Fuente: Elaboración Propia

## CUADRO 7.11 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 con fibra PE

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra PE 0.4				Costo Unitario Directo por: m3			338.05		
Rendimiento	m3/día	MO	25	EQ	25	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Descripción Insumo</b>									
	<b>Mano de Obra</b>									
						hh	0.2	0.06	20.69	1.32
						hh	2	0.64	18.25	11.68
						hh	2	0.64	15.11	9.67
						hh	5	1.60	13.62	21.79
						hh	2	0.64	17.17	10.99
										55.46
	<b>Materiales</b>									
						bols		8.71	21.50	187.33
						m3		0.47	55.00	25.64
						m3		0.57	85.00	48.48
						m3		0.24	8.00	1.89
						kg		0.40	36.67	14.67
										278.01
	<b>Equipo, Herramientas</b>									
						hm	1	0.32	3.46	1.11
						hm	1	0.32	5.66	1.81
						% MO		55.46	0.03	1.66
										4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra PE 0.5</b>									
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>341.72</b>
	<b>Descripción Insumo</b>									
	<b>Mano de Obra</b>									
						hh	0.2	0.06	20.69	1.32
						hh	2	0.64	18.25	11.68
						hh	2	0.64	15.11	9.67
						hh	5	1.60	13.62	21.79
						hh	2	0.64	17.17	10.99
										55.46
	<b>Materiales</b>									
						bols		8.71	21.50	187.33
						m3		0.47	55.00	25.64
						m3		0.57	85.00	48.48
						m3		0.24	8.00	1.89
						kg		0.50	36.67	18.34
										281.68
	<b>Equipo, Herramientas</b>									
						hm	1	0.32	3.46	1.11
						hm	1	0.32	5.66	1.81
						% MO		55.46	0.03	1.66
										4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra PE 0.6</b>									
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>345.38</b>
	<b>Descripción Insumo</b>									
	<b>Mano de Obra</b>									
						hh	0.2	0.06	20.69	1.32
						hh	2	0.64	18.25	11.68
						hh	2	0.64	15.11	9.67
						hh	5	1.60	13.62	21.79
						hh	2	0.64	17.17	10.99
										55.46
	<b>Materiales</b>									
						bols		8.71	21.50	187.33
						m3		0.47	55.00	25.64
						m3		0.57	85.00	48.48
						m3		0.24	8.00	1.89
						kg		0.60	36.67	22.00
										285.35
	<b>Equipo, Herramientas</b>									
						hm	1	0.32	3.46	1.11
						hm	1	0.32	5.66	1.81
						% MO		55.46	0.03	1.66
										4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.12 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 con fibra CHO**

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra CHO 20				Costo Unitario Directo por: m3			548.38	
Rendimiento	MO	25	EQ	25	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Descripción Insumo</b>									
<b>Mano de Obra</b>									
	Capataz				hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario				hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial				hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón				hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	17.17	10.99
									55.46
<b>Materiales</b>									
	Cemento Yura Portland IP				bols		8.71	21.50	187.33
	Arena Gruesa				m3		0.47	55.00	25.64
	Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.57	85.00	48.48
	Agua				m3		0.24	8.00	1.89
	Fibra				kg		20.00	11.25	225.00
									488.35
<b>Equipo, Herramientas</b>									
	Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales				% MO		55.46	0.03	1.66
									4.58
Partida	Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra CHO 25				Costo Unitario Directo por: m3			604.63	
Rendimiento	MO	25	EQ	25	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Descripción Insumo</b>									
<b>Mano de Obra</b>									
	Capataz				hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario				hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial				hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón				hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	17.17	10.99
									55.46
<b>Materiales</b>									
	Cemento Yura Portland IP				bols		8.71	21.50	187.33
	Arena Gruesa				m3		0.47	55.00	25.64
	Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.57	85.00	48.48
	Agua				m3		0.24	8.00	1.89
	Fibra				kg		25.00	11.25	281.25
									544.60
<b>Equipo, Herramientas</b>									
	Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales				% MO		55.46	0.03	1.66
									4.58
Partida	Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra CHO 30				Costo Unitario Directo por: m3			660.88	
Rendimiento	MO	25	EQ	25	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Descripción Insumo</b>									
<b>Mano de Obra</b>									
	Capataz				hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario				hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial				hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón				hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	17.17	10.99
									55.46
<b>Materiales</b>									
	Cemento Yura Portland IP				bols		8.71	21.50	187.33
	Arena Gruesa				m3		0.47	55.00	25.64
	Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.57	85.00	48.48
	Agua				m3		0.24	8.00	1.89
	Fibra				kg		30.00	11.25	337.50
									600.85
<b>Equipo, Herramientas</b>									
	Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales				% MO		55.46	0.03	1.66
									4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.13 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 con fibra PP65**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra PP65 2</b>					
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25			Costo Unitario	Directo por: m3	<b>380.04</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32	
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68	
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67	
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99	
					55.46	
<b>Materiales</b>						
Cemento Yura Portland IP	bols		8.71	21.50	187.33	
Arena Gruesa	m3		0.47	55.00	25.64	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.57	85.00	48.48	
Agua	m3		0.24	8.00	1.89	
Fibra	kg		2.00	28.33	56.66	
					320.01	
<b>Equipo, Herramientas</b>						
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81	
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66	
					4.58	
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra PP65 5.5</b>					
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25			Costo Unitario	Directo por: m3	<b>479.20</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32	
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68	
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67	
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99	
					55.46	
<b>Materiales</b>						
Cemento Yura Portland IP	bols		8.71	21.50	187.33	
Arena Gruesa	m3		0.47	55.00	25.64	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.57	85.00	48.48	
Agua	m3		0.24	8.00	1.89	
Fibra	kg		5.50	28.33	155.82	
					419.16	
<b>Equipo, Herramientas</b>						
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81	
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66	
					4.58	
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:210 kg/cm2 c/fibra PP65 9</b>					
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25			Costo Unitario	Directo por: m3	<b>578.35</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32	
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68	
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67	
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99	
					55.46	
<b>Materiales</b>						
Cemento Yura Portland IP	bols		8.71	21.50	187.33	
Arena Gruesa	m3		0.47	55.00	25.64	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.57	85.00	48.48	
Agua	m3		0.24	8.00	1.89	
Fibra	kg		9.00	28.33	254.97	
					518.32	
<b>Equipo, Herramientas</b>						
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81	
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66	
					4.58	

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.14 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 sin fibra**

Partida	Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2					
Rendimiento	<b>m3/dia</b>	<b>MO 30</b>	<b>EQ 30</b>		Costo Unitario Directo por: m3	<b>341.23</b>
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	hh	0.2	0.05	20.69	1.10	
Operario	hh	2	0.53	18.25	9.73	
Oficial	hh	1	0.27	15.11	4.03	
Peón	hh	5	1.33	13.62	18.16	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.53	17.17	9.16	
					42.18	
<b>Materiales</b>						
Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50	221.46	
Arena Gruesa	m3		0.41	55.00	22.79	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00	49.23	
Agua	m3		0.23	8.00	1.87	
					295.35	
<b>Equipo, Herramientas</b>						
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.27	3.46	0.92	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.27	5.66	1.51	
Herramientas Manuales	% MO		42.18	0.03	1.27	
					3.70	

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.15 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 con fibra PE**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra PE 0.4</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>370.05</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		10.30	221.46
Arena Gruesa				m3		0.41	22.79
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.58	49.23
Agua				m3		0.23	1.87
Fibra				kg		0.40	14.67
							310.02
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra PE 0.5</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>373.72</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		10.30	221.46
Arena Gruesa				m3		0.41	22.79
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.58	49.23
Agua				m3		0.23	1.87
Fibra				kg		0.50	18.34
							313.68
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra PE 0.6</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>377.39</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		10.30	221.46
Arena Gruesa				m3		0.41	22.79
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.58	49.23
Agua				m3		0.23	1.87
Fibra				kg		0.60	22.00
							317.35
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
							4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.16 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 con fibra CHO**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra CHO 20</b>						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		<b>580.39</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32	
Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68	
Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67	
Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99	
						55.46	
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50		221.46	
Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.79	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00		49.23	
Agua	m3		0.23	8.00		1.87	
Fibra	kg		20.00	11.25		225.00	
						520.35	
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81	
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66	
						4.58	
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra CHO 25</b>						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		<b>636.64</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32	
Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68	
Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67	
Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99	
						55.46	
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50		221.46	
Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.79	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00		49.23	
Agua	m3		0.23	8.00		1.87	
Fibra	kg		25.00	11.25		281.25	
						576.60	
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81	
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66	
						4.58	
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra CHO 30</b>						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		<b>692.89</b>
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32	
Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68	
Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67	
Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99	
						55.46	
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50		221.46	
Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.79	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00		49.23	
Agua	m3		0.23	8.00		1.87	
Fibra	kg		30.00	11.25		337.50	
						632.85	
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81	
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66	
						4.58	

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



**CUADRO 7.17 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 con fibra PP65**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra PP65 2</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>412.05</b>
Rendimiento	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>				<b>Parcial S/.</b>
	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50		221.46
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.79
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00		49.23
	Agua	m3		0.23	8.00		1.87
	Fibra	kg		2.00	28.33		56.66
							352.01
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra PP65 5.5</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>511.20</b>
Rendimiento	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>				<b>Parcial S/.</b>
	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50		221.46
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.79
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00		49.23
	Agua	m3		0.23	8.00		1.87
	Fibra	kg		5.50	28.33		155.82
							451.16
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Walker f'c:280 kg/cm2 c/fibra PP65 9</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>610.36</b>
Rendimiento	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>				<b>Parcial S/.</b>
	<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		10.30	21.50		221.46
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.79
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.58	85.00		49.23
	Agua	m3		0.23	8.00		1.87
	Fibra	kg		9.00	28.33		254.97
							550.32
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.18 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 sin fibra**

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2				Costo Unitario Directo por: m3	289.66
Rendimiento	m3/día	MO 30	EQ 30			
Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.05	20.69	1.10
	Operario	hh	2	0.53	18.25	9.73
	Oficial	hh	1	0.27	15.11	4.03
	Peón	hh	5	1.33	13.62	18.16
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.53	17.17	9.16
						42.18
<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.64	85.00	54.56
	Agua	m3		0.23	8.00	1.88
						243.78
<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.27	3.46	0.92
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.27	5.66	1.51
	Herramientas Manuales	% MO		42.18	0.03	1.27
						3.70

Fuente: Elaboración Propia

## CUADRO 7.19 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 con fibra PE

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra PE 0.4				Costo Unitario Directo por: m3			318.49
Rendimiento	m3/día	MO 25	EQ 25		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Descripción Insumo								
<b>Mano de Obra</b>								
	Capataz			hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario			hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial			hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón			hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana			hh	2	0.64	17.17	10.99
								55.46
<b>Materiales</b>								
	Cemento Yura Portland IP			bols		7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa			m3		0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"			m3		0.64	85.00	54.56
	Agua			m3		0.23	8.00	1.88
	Fibra			kg		0.40	36.67	14.67
								258.45
<b>Equipo, Herramientas</b>								
	Mezcladora de 9 p3			hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp			hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales			% MO		55.46	0.03	1.66
								4.58
Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra PE 0.5				Costo Unitario Directo por: m3			322.15
Rendimiento	m3/día	MO 25	EQ 25		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Descripción Insumo								
<b>Mano de Obra</b>								
	Capataz			hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario			hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial			hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón			hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana			hh	2	0.64	17.17	10.99
								55.46
<b>Materiales</b>								
	Cemento Yura Portland IP			bols		7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa			m3		0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"			m3		0.64	85.00	54.56
	Agua			m3		0.23	8.00	1.88
	Fibra			kg		0.50	36.67	18.34
								262.11
<b>Equipo, Herramientas</b>								
	Mezcladora de 9 p3			hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp			hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales			% MO		55.46	0.03	1.66
								4.58
Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra PE 0.6				Costo Unitario Directo por: m3			325.82
Rendimiento	m3/día	MO 25	EQ 25		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Descripción Insumo								
<b>Mano de Obra</b>								
	Capataz			hh	0.2	0.06	20.69	1.32
	Operario			hh	2	0.64	18.25	11.68
	Oficial			hh	2	0.64	15.11	9.67
	Peón			hh	5	1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana			hh	2	0.64	17.17	10.99
								55.46
<b>Materiales</b>								
	Cemento Yura Portland IP			bols		7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa			m3		0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"			m3		0.64	85.00	54.56
	Agua			m3		0.23	8.00	1.88
	Fibra			kg		0.60	36.67	22.00
								265.78
<b>Equipo, Herramientas</b>								
	Mezcladora de 9 p3			hm	1	0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp			hm	1	0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales			% MO		55.46	0.03	1.66
								4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.20 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 con fibra CHO**

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra CHO 20						528.82
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25			Costo Unitario	Directo por: m3		Parcial S/.
	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		7.67	21.50		164.90
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.64	85.00		54.56
	Agua	m3		0.23	8.00		1.88
	Fibra	kg		20.00	11.25		225.00
							468.78
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra CHO 25</b>						<b>585.07</b>
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25			Costo Unitario	Directo por: m3		Parcial S/.
	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		7.67	21.50		164.90
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.64	85.00		54.56
	Agua	m3		0.23	8.00		1.88
	Fibra	kg		25.00	11.25		281.25
							525.03
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra CHO 30</b>						<b>641.32</b>
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25			Costo Unitario	Directo por: m3		Parcial S/.
	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		7.67	21.50		164.90
	Arena Gruesa	m3		0.41	55.00		22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.64	85.00		54.56
	Agua	m3		0.23	8.00		1.88
	Fibra	kg		30.00	11.25		337.50
							581.28
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.21 Análisis unitario del °C simple f'c 175 kg/cm2 con fibra PP65**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra PP65 2</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>360.48</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2		0.06	20.69	1.32
	Operario	hh	2		0.64	18.25	11.68
	Oficial	hh	2		0.64	15.11	9.67
	Peón	hh	5		1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2		0.64	17.17	10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols			7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa	m3			0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3			0.64	85.00	54.56
	Agua	m3			0.23	8.00	1.88
	Fibra	kg			2.00	28.33	56.66
							300.44
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1		0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1		0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales	% MO			55.46	0.03	1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra PP65 5.5</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>459.63</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2		0.06	20.69	1.32
	Operario	hh	2		0.64	18.25	11.68
	Oficial	hh	2		0.64	15.11	9.67
	Peón	hh	5		1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2		0.64	17.17	10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols			7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa	m3			0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3			0.64	85.00	54.56
	Agua	m3			0.23	8.00	1.88
	Fibra	kg			5.50	28.33	155.82
							399.59
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1		0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1		0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales	% MO			55.46	0.03	1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:175 kg/cm2 c/fibra PP65 9</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>558.79</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2		0.06	20.69	1.32
	Operario	hh	2		0.64	18.25	11.68
	Oficial	hh	2		0.64	15.11	9.67
	Peón	hh	5		1.60	13.62	21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2		0.64	17.17	10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols			7.67	21.50	164.90
	Arena Gruesa	m3			0.41	55.00	22.44
	Piedra Chancada de 3/4"	m3			0.64	85.00	54.56
	Agua	m3			0.23	8.00	1.88
	Fibra	kg			9.00	28.33	254.97
							498.75
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1		0.32	3.46	1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1		0.32	5.66	1.81
	Herramientas Manuales	% MO			55.46	0.03	1.66
							4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

### CUADRO 7.22 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 sin fibra

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/día	MO 30	EQ 30		Costo Unitario Directo por: m3	311.52
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>						
Capataz	hh	0.2	0.05	20.69	1.10	
Operario	hh	2	0.53	18.25	9.73	
Oficial	hh	1	0.27	15.11	4.03	
Peón	hh	5	1.33	13.62	18.16	
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.53	17.17	9.16	
					42.18	
<b>Materiales</b>						
Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50	188.24	
Arena Gruesa	m3		0.37	55.00	20.59	
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	54.94	
Agua	m3		0.23	8.00	1.86	
					265.63	
<b>Equipo, Herramientas</b>						
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.27	3.46	0.92	
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.27	5.66	1.51	
Herramientas Manuales	% MO		42.18	0.03	1.27	
					3.70	

Fuente: Elaboración Propia

## CUADRO 7.23 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 con fibra PE

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra PE 0.4						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		<b>340.34</b>
Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50		188.24
	Arena Gruesa	m3		0.37	55.00		20.59
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00		54.94
	Agua	m3		0.23	8.00		1.86
	Fibra	kg		0.40	36.67		14.67
							280.30
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra PE 0.5</b>						<b>344.01</b>
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		<b>344.01</b>
Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50		188.24
	Arena Gruesa	m3		0.37	55.00		20.59
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00		54.94
	Agua	m3		0.23	8.00		1.86
	Fibra	kg		0.50	36.67		18.34
							283.97
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra PE 0.6</b>						<b>347.67</b>
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		<b>347.67</b>
Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
							55.46
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50		188.24
	Arena Gruesa	m3		0.37	55.00		20.59
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00		54.94
	Agua	m3		0.23	8.00		1.86
	Fibra	kg		0.60	36.67		22.00
							287.64
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
							4.58

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.24 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 con fibra CHO**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra CHO 20</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>550.67</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		8.76	188.24
Arena Gruesa				m3		0.37	20.59
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.65	54.94
Agua				m3		0.23	1.86
Fibra				kg		20.00	225.00
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
<b>666.92</b>							
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra CHO 25</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>606.92</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		8.76	188.24
Arena Gruesa				m3		0.37	20.59
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.65	54.94
Agua				m3		0.23	1.86
Fibra				kg		25.00	281.25
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
<b>4.58</b>							
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra CHO 30</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>663.17</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		8.76	188.24
Arena Gruesa				m3		0.37	20.59
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.65	54.94
Agua				m3		0.23	1.86
Fibra				kg		30.00	337.50
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
<b>4.58</b>							

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



**CUADRO 7.25 Análisis unitario del °C simple f'c 210 kg/cm2 con fibra PP65**

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra PP65 2				Costo Unitario Directo por: m3		382.33
Rendimiento	m3/día	MO 25	EQ 25				Parcial S/.
Descripción Insumo		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50		188.24
	Arena Gruesa	m3		0.37	55.00		20.59
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00		54.94
	Agua	m3		0.23	8.00		1.86
	Fibra	kg		2.00	28.33		56.66
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
<b>4.58</b>							
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra PP65 5.5</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>481.49</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>				<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50		188.24
	Arena Gruesa	m3		0.37	55.00		20.59
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00		54.94
	Agua	m3		0.23	8.00		1.86
	Fibra	kg		5.50	28.33		155.82
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
<b>4.58</b>							
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:210 kg/cm2 c/fibra PP65 9</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>580.64</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>				<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		
<b>Mano de Obra</b>							
	Capataz	hh	0.2	0.06	20.69		1.32
	Operario	hh	2	0.64	18.25		11.68
	Oficial	hh	2	0.64	15.11		9.67
	Peón	hh	5	1.60	13.62		21.79
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17		10.99
<b>Materiales</b>							
	Cemento Yura Portland IP	bols		8.76	21.50		188.24
	Arena Gruesa	m3		0.37	55.00		20.59
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00		54.94
	Agua	m3		0.23	8.00		1.86
	Fibra	kg		9.00	28.33		254.97
<b>Equipo, Herramientas</b>							
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46		1.11
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66		1.81
	Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03		1.66
<b>4.58</b>							

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

### CUADRO 7.26 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 sin fibra

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2				Costo Unitario Directo por: m3		343.57
Rendimiento	m3/día	MO 30	EQ 30				
	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
	Capataz	hh	0.2	0.05	20.69	1.10	
	Operario	hh	2	0.53	18.25	9.73	
	Oficial	hh	1	0.27	15.11	4.03	
	Peón	hh	5	1.33	13.62	18.16	
	Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.53	17.17	9.16	
						42.18	
	<b>Materiales</b>						
	Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54	
	Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06	
	Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24	
	Agua	m3		0.23	8.00	1.84	
						297.69	
	<b>Equipo, Herramientas</b>						
	Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.27	3.46	0.92	
	Vibrador de 4 hp	hm	1	0.27	5.66	1.51	
	Herramientas Manuales	% MO		42.18	0.03	1.27	
						3.70	

Fuente: Elaboración Propia

## CUADRO 7.27 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 con fibra PE

Partida	Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra PE 0.4						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		372.39
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32		
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68		
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67		
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99		
					55.46		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54		
Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24		
Agua	m3		0.23	8.00	1.84		
Fibra	kg		0.40	36.67	14.67		
					312.36		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81		
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66		
					4.58		
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra PE 0.5</b>						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		376.06
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32		
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68		
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67		
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99		
					55.46		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54		
Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24		
Agua	m3		0.23	8.00	1.84		
Fibra	kg		0.50	36.67	18.34		
					316.02		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81		
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66		
					4.58		
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra PE 0.6</b>						
Rendimiento	m3/día MO 25 EQ 25				Costo Unitario Directo por: m3		379.73
Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32		
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68		
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67		
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99		
					55.46		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54		
Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24		
Agua	m3		0.23	8.00	1.84		
Fibra	kg		0.60	36.67	22.00		
					319.69		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81		
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66		
					4.58		

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.28 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 con fibra CHO**

<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra CHO 20</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>582.73</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		10.35	222.54
Arena Gruesa				m3		0.33	18.06
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.65	55.24
Agua				m3		0.23	1.84
Fibra				kg		20.00	225.00
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
<b>582.73</b>							
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra CHO 25</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>638.98</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		10.35	222.54
Arena Gruesa				m3		0.33	18.06
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.65	55.24
Agua				m3		0.23	1.84
Fibra				kg		25.00	281.25
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
<b>638.98</b>							
<b>Partida</b>	<b>Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra CHO 30</b>				<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>695.23</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO 25</b>	<b>EQ 25</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Descripción Insumo</b>							
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz				hh	0.2	0.06	1.32
Operario				hh	2	0.64	11.68
Oficial				hh	2	0.64	9.67
Peón				hh	5	1.60	21.79
Operador de maquinaria liviana				hh	2	0.64	10.99
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP				bols		10.35	222.54
Arena Gruesa				m3		0.33	18.06
Piedra Chancada de 3/4"				m3		0.65	55.24
Agua				m3		0.23	1.84
Fibra				kg		30.00	337.50
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3				hm	1	0.32	1.11
Vibrador de 4 hp				hm	1	0.32	1.81
Herramientas Manuales				% MO		55.46	1.66
<b>695.23</b>							

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.29 Análisis unitario del °C simple f'c 280 kg/cm2 con fibra PP65**

<b>Partida</b>		<b>Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra PP65 2</b>			<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>		<b>414.39</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>		
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32		
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68		
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67		
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54		
Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24		
Agua	m3		0.23	8.00	1.84		
Fibra	kg		2.00	28.33	56.66		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81		
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66		
<b>4.58</b>							
<b>Partida Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra PP65 5.5</b>							
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>	<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>513.54</b>		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32		
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68		
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67		
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54		
Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24		
Agua	m3		0.23	8.00	1.84		
Fibra	kg		5.50	28.33	155.82		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81		
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66		
<b>4.58</b>							
<b>Partida Losas Maciza_Fineza f'c:280 kg/cm2 c/fibra PP65 9</b>							
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/día</b>	<b>MO</b>	<b>25</b>	<b>EQ</b>	<b>25</b>	<b>Costo Unitario Directo por: m3</b>	
<b>Descripción Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>612.70</b>		
<b>Mano de Obra</b>							
Capataz	hh	0.2	0.06	20.69	1.32		
Operario	hh	2	0.64	18.25	11.68		
Oficial	hh	2	0.64	15.11	9.67		
Peón	hh	5	1.60	13.62	21.79		
Operador de maquinaria liviana	hh	2	0.64	17.17	10.99		
<b>Materiales</b>							
Cemento Yura Portland IP	bols		10.35	21.50	222.54		
Arena Gruesa	m3		0.33	55.00	18.06		
Piedra Chancada de 3/4"	m3		0.65	85.00	55.24		
Agua	m3		0.23	8.00	1.84		
Fibra	kg		9.00	28.33	254.97		
<b>Equipo, Herramientas</b>							
Mezcladora de 9 p3	hm	1	0.32	3.46	1.11		
Vibrador de 4 hp	hm	1	0.32	5.66	1.81		
Herramientas Manuales	% MO		55.46	0.03	1.66		
<b>4.58</b>							

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**CUADRO 7.30 Variación de Costos para Walker f'c:175 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra**

FIBRA		COSTO (S/.)	Variación con respecto a un concreto sin fibras
TIPO	kg/m <sup>3</sup>		
-	-	287.42	----
CHO	20	526.57	83.21%
CHO	25	582.82	102.78%
CHO	30	639.07	122.35%
PE	0.4	316.24	10.03%
PE	0.5	319.91	11.30%
PE	0.6	323.57	12.58%
PP65	2	358.23	24.64%
PP65	5.5	457.39	59.14%
PP65	9	556.54	93.64%

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.31 Variación de Costos para Walker f'c:210 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra**

FIBRA		COSTO (S/.)	Variación con respecto a un concreto sin fibras
TIPO	kg/m <sup>3</sup>		
-	-	309.23	----
CHO	20	548.38	77.34%
CHO	25	604.63	95.53%
CHO	30	660.88	113.72%
PE	0.4	338.05	9.32%
PE	0.5	341.72	10.51%
PE	0.6	345.38	11.69%
PP65	2	380.04	22.90%
PP65	5.5	479.20	54.97%
PP65	9	578.35	87.03%

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.32 Variación de Costos para Walker f'c:280 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra**

FIBRA		COSTO (S/.)	Variación con respecto a un concreto sin fibras
TIPO	kg/m <sup>3</sup>		
-	-	341.23	----
CHO	20	580.39	70.09%
CHO	25	636.64	86.57%
CHO	30	692.89	103.06%
PE	0.4	370.05	8.45%
PE	0.5	373.72	9.52%
PE	0.6	377.39	10.60%
PP65	2	412.05	20.75%
PP65	5.5	511.20	49.81%
PP65	9	610.36	78.87%

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.33 Variación de Costos para M. Fineza f'c:175 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra**

FIBRA		COSTO (S/.)	Variación con respecto a un concreto sin fibras
TIPO	kg/m <sup>3</sup>		
-	-	289.66	----
CHO	20	528.82	82.56%
CHO	25	585.07	101.98%
CHO	30	641.32	121.40%
PE	0.4	318.49	9.95%
PE	0.5	322.15	11.22%
PE	0.6	325.82	12.48%
PP65	2	360.48	24.45%
PP65	5.5	459.63	58.68%
PP65	9	558.79	92.91%

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.34 Variación de Costos para M. Fineza f'c:210 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra**

FIBRA		COSTO (S./.)	Variación con respecto a un concreto sin fibras
TIPO	kg/m <sup>3</sup>		
-	-	311.52	----
CHO	20	550.67	76.77%
CHO	25	606.92	94.83%
CHO	30	663.17	112.89%
PE	0.4	340.34	9.25%
PE	0.5	344.01	10.43%
PE	0.6	347.67	11.61%
PP65	2	382.33	22.73%
PP65	5.5	481.49	54.56%
PP65	9	580.64	86.39%

Fuente: Elaboración Propia

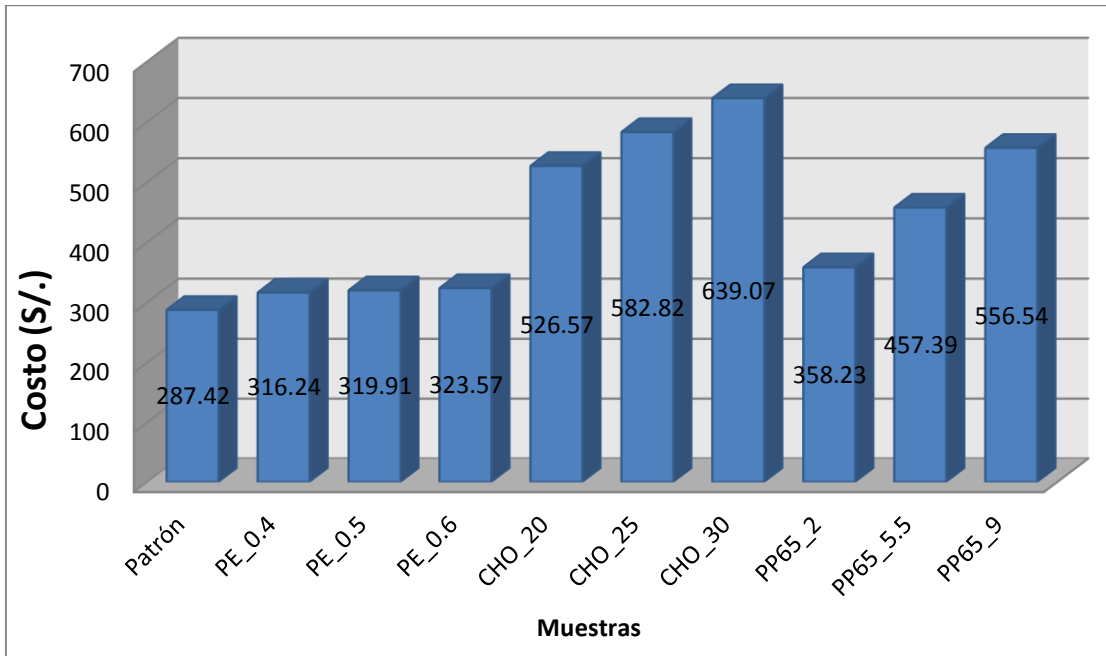
**CUADRO 7.35 Variación de Costos para M. Fineza f'c:280 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra**

FIBRA		COSTO (S./.)	Variación con respecto a un concreto sin fibras
TIPO	kg/m <sup>3</sup>		
-	-	343.57	----
CHO	20	582.73	69.61%
CHO	25	638.98	85.98%
CHO	30	695.23	102.35%
PE	0.4	372.39	8.39%
PE	0.5	376.06	9.46%
PE	0.6	379.73	10.52%
PP65	2	414.39	20.61%
PP65	5.5	513.54	49.47%
PP65	9	612.70	78.33%

Fuente: Elaboración Propia

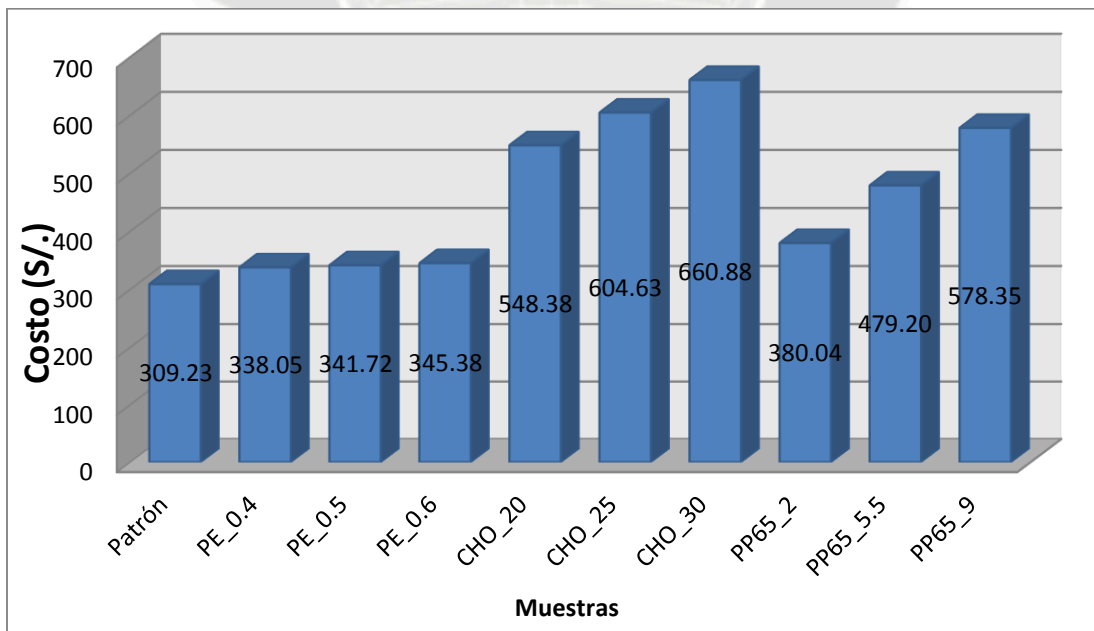


**GRÁFICO 7.1 Comparación de costos f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra (Método Walker)**



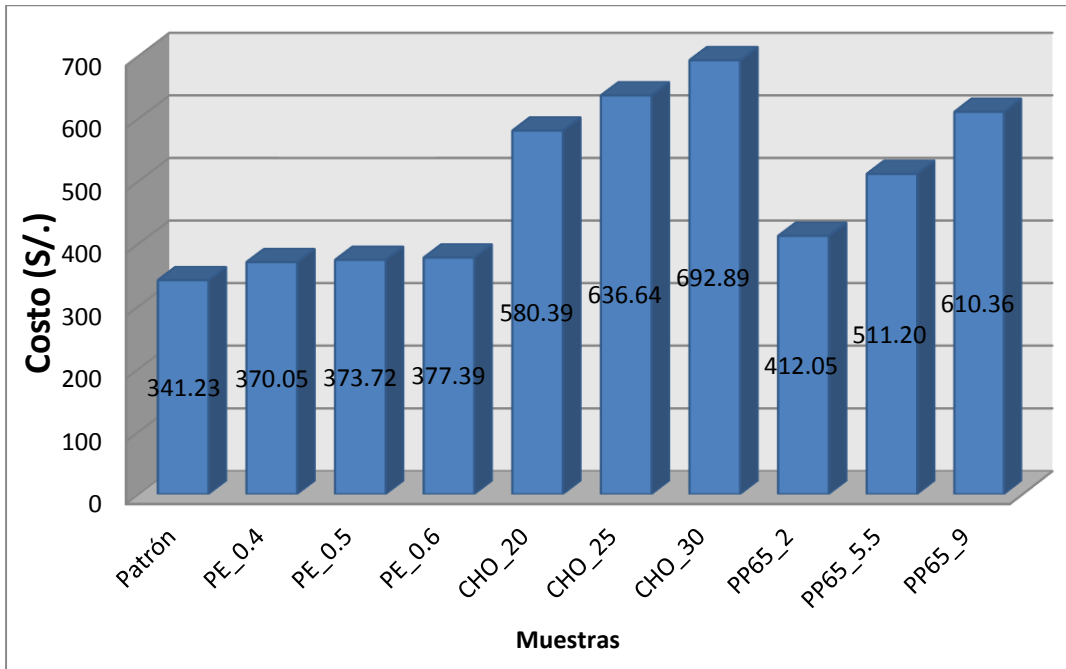
Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO 7.2 Comparación de costos f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra (Método Walker)**



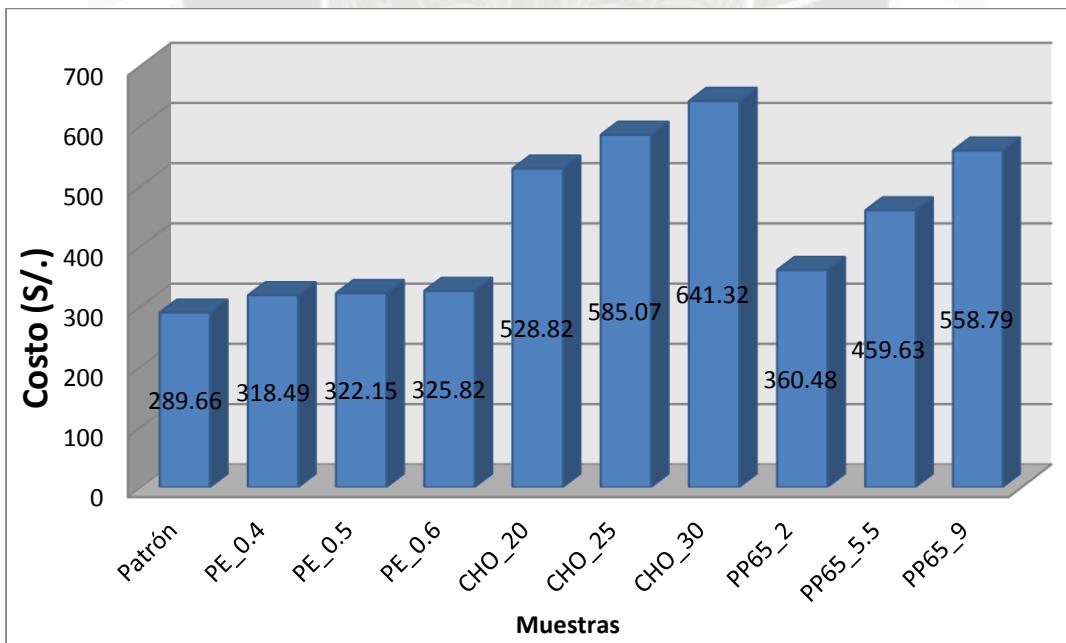
Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO 7.3 Comparación de costos f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra (Método Walker)**



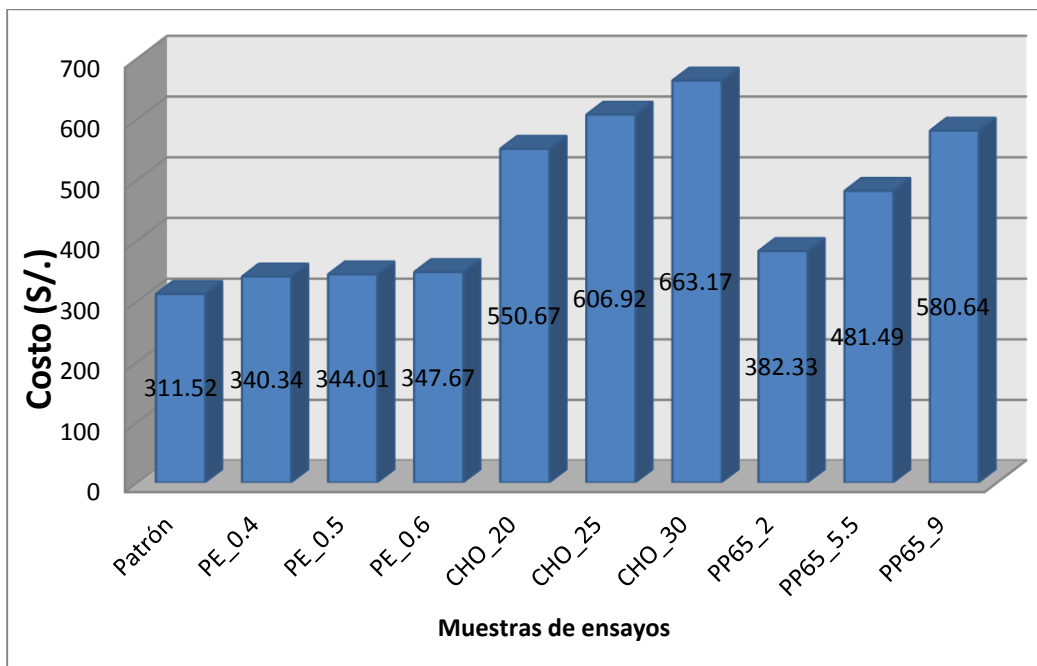
Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO 7.4 Comparación de costos f'c: 175 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra (Método M. Fineza)**



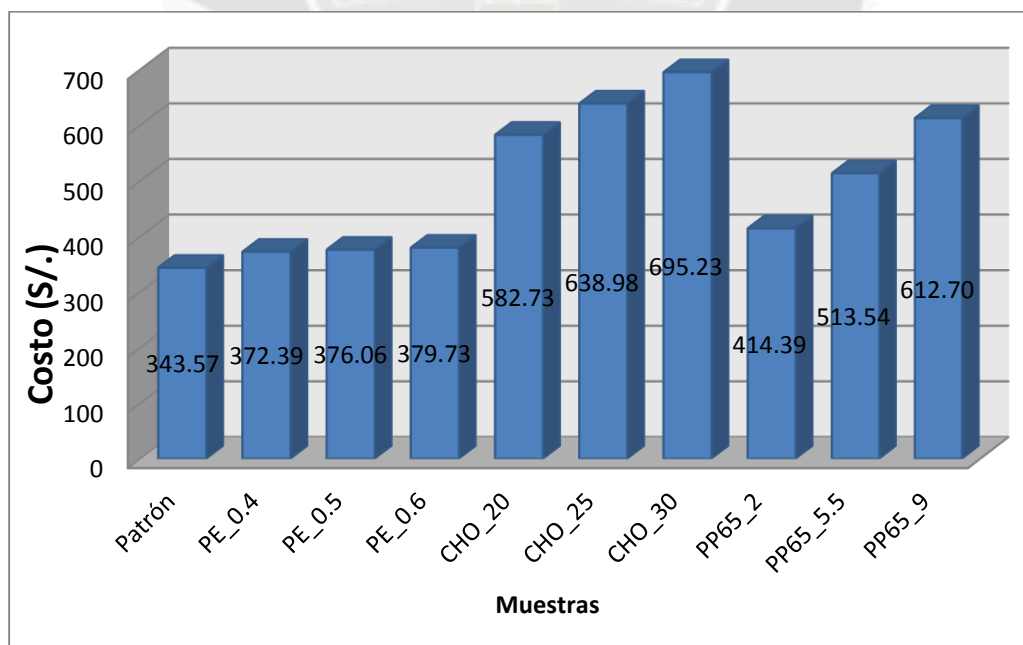
Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO 7.5 Comparación de costos f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra (Método M. Fineza)**



Fuente: Elaboración Propia

**GRÁFICO 7.6 Comparación de costos f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> c/s fibra (Método M. Fiineza)**



Fuente: Elaboración Propia

# CONCLUSIONES

## De los materiales

Los agregados grueso y fino utilizados durante la investigación provienen de la Cantera “La Poderosa”, ubicada en el distrito de Uchumayo en la ciudad de Arequipa. Además, se utilizó el cemento Yura Portland Tipo IP, uno de los más comerciales en la región.

Las fibras evaluadas durante la investigación son: fibra de polipropileno micro-sintética (Sikafiber PE), fibra de acero (Sika Fiber CHO 80/60 NB) y la fibra de polipropileno macro sintética estructural (Sika Fiber Force PP-65)

## De los métodos

Los métodos para el diseño de mezclas que se han empleado son: Método Walker y Método de Módulo de Fineza.

## De las resistencias

En el presente estudio se diseñó para resistencias a compresión de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad.

## De las propiedades del concreto

Ensayos del concreto fresco evaluados en el presente estudio son: trabajabilidad, peso unitario y contenido de aire del concreto y grado de fisuración por contracción plástica.

Ensayos del concreto endurecido evaluados son: resistencia a la compresión, flexotracción e impacto.

## De los resultados obtenidos

### CONCRETO FRESCO

#### TRABAJABILIDAD

Se observa que a mayor dosificación de fibra PE, PP65 y CHO adicionada al concreto; menor es su trabajabilidad. Para la fibra PE, PP65 y CHO, la reducción de la trabajabilidad varía respecto al concreto patrón entre 0% - 20%, 12% - 44% y 12% - 53%, respectivamente.

## PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE AIRE

Podemos observar que los pesos unitarios de los concretos patrones son mayores en el método de diseño Walker. Si comparamos el concreto patrón con el concreto reforzado con fibras notamos que la fibra CHO aumenta el peso unitario hasta en 0.57%. Por el contrario, las fibras PE y PP65 disminuyen el peso unitario hasta en 2% respecto al patrón.

## GRADO DE FISURACIÓN POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA

Se aprecia un considerable aporte de las fibras, ya que un concreto diseñado a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup> con el método Walker presenta decrementos de fisuras hasta en 80%, 93%, 92%; para el método Módulo de Fineza presenta decrementos de fisuras hasta en 98%, 71% y 92% para las fibra PE, PP65 y CHO 80/60 respectivamente. A su vez se observa que los porcentajes óptimos de las fibras PE, PP65 y CHO 80/60 son 0.4, 2 y 30 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Se aprecia un considerable aporte de las fibras, ya que un concreto diseñado a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> con el método Walker presenta decrementos de fisuras hasta en 92%, 42% y 94%; para el método Módulo de Fineza presenta decrementos de fisuras hasta en 77%, 96% y 93% para las fibra PE, PP65 y CHO 80/60 respectivamente. A su vez se observa que los porcentajes óptimos de las fibras PE, PP65 y CHO 80/60 son 0.4, 2 y 30 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Se aprecia un considerable aporte de las fibras, ya que un concreto diseñado a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup> con el método Walker presenta decrementos de fisuras hasta en 85%, 57% y 90%; para el método Módulo de Fineza presenta decrementos de fisuras hasta en 77%, 91% y 93% para las fibra PE, PP65 y CHO 80/60 respectivamente. A su vez se observa que los porcentajes óptimos de las fibras PE, PP65 y CHO 80/60 son 0.4, 2 y 30 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

## CONCRETO ENDURECIDO

### RESISTENCIA A LA COMPRESION

La resistencia a la compresión del concreto reforzado diseñado con el método Walker es superior al concreto diseñado con el método Módulo de Fineza, para resistencias 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Para la resistencia a la compresión, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 22%, 12% y 7% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 43%, 57% y 29% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 24%, 18% y 7% respectivamente.

Para la resistencia a la compresión, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 14%, 22% y 16% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 21%, 24% y 30% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 19%, 15% y 8% respectivamente.

Para la resistencia a la compresión, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 3%, 8% y 18% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 19%, 23% y 22% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 8%, 21% y 17% respectivamente.

Para la resistencia a la compresión, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 16%, 14% y 13% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 13%, 22% y 10% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 10%, 8% y 3% respectivamente.

Para la resistencia a la compresión, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 9%, 13% y 12% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 19%, 14% y 12% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 4%, 5% y 8% respectivamente.

Para la resistencia a la compresión, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 3%, 5% y 7% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 7%, 14% y 10% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 9%, 20% y 17% respectivamente.

## RESISTENCIA A LA FLEXOTRACCIÓN

El módulo de elasticidad del concreto reforzado con fibras es superior al concreto patrón, para resistencias 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Para la resistencia a la flexotracción, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 18%, 6% y 12% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 9%, 16% y 26% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 12%, 16% y 26% respectivamente.

Para la resistencia a la flexotracción, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 21%, 12% y 16% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 23%, 42% y 33% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 25%, 15% y 18% respectivamente.

Para la resistencia a la flexotracción, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 7%, 14% y 9% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 18%, 22% y 28% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 23%, 19% y 18% respectivamente.

Para la resistencia a la flexotracción, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 7%, 9% y 15% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 20%, 23% y 26% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 17%, 27% y 18% respectivamente.

Para la resistencia a la flexotracción, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 10%, 16% y 9% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 11%, 20% y 16% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 13%, 6% y 15% respectivamente.

Para la resistencia a la flexotracción, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 13%, 8% y 9% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 16%, 22% y 25% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 16%, 20% y 17% respectivamente.

## RESISTENCIA AL IMPACTO

La resistencia al impacto fue una de las propiedades notoriamente afectadas por la incorporación de fibras de polipropileno PE y PP65, así como la fibra de acero CHO 80/60

Para la resistencia al impacto, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 16%, 24% y 14% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 12%, 13% y 37% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 7%, 10% y 8% respectivamente.



Para la resistencia al impacto, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 22%, 18% y 9% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 14%, 19% y 14% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 12%, 26% y 15% respectivamente.

Para la resistencia al impacto, en un concreto diseñado con el método Walker a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 7%, 3% y 3% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 10%, 16% y 15% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 18%, 14% y 4% respectivamente.

Para la resistencia al impacto, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 8%, 6% y 14% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 12%, 16% y 19% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 7%, 13% y 18% respectivamente.

Para la resistencia al impacto, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 37%, 33% y 29% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 19%, 25% y 20% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 18%, 33% y 40% respectivamente.

Para la resistencia al impacto, en un concreto diseñado con el método Módulo de Fineza a una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, la influencia de la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> la incrementa hasta en un 13%, 9% y 6% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 18%, 26% y 25% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 8%, 8% y 13% respectivamente.

## Del análisis de costos

Para un método de diseño Walker, a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup> notamos que con la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> el costo incrementa hasta en un 11%, 12% y 13% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 88%, 108% y 129% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 26%, 62% y 98% respectivamente.

A una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> notamos que con la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> el costo incrementa hasta en un 10%, 11% y 12% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 79%, 97% y 116% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 23%, 56% y 88% respectivamente.

Para una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup> notamos que con la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> el costo incrementa hasta en un 9%, 10% y 11% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 74%, 92% y 109% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 22%, 53% y 84% respectivamente.

Para un método de diseño M. Fineza, a una resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup> notamos que con la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> el costo incrementa hasta en un 11%, 12% y 13% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 87%, 108% y 129% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 26%, 62% y 98% respectivamente.

A una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> notamos que con la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> el costo incrementa hasta en un 10%, 11% y 12% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 81%, 100% y 119% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 24%, 58% y 92% respectivamente.

Para una resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup> notamos que con la adición de fibra PE para las dosificaciones 0.4, 0.5 y 0.6 kg/m<sup>3</sup> el costo incrementa hasta en un 9%, 10% y 11% respectivamente. En caso de incorporar fibra CHO 80/60 para las dosificaciones 20, 25 y 30 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en un 73%, 90% y 107% respectivamente. Para fibra PP65 en dosificaciones de 2, 5.5 y 9 kg/m<sup>3</sup>, se incrementa hasta en 22%, 52% y 82% respectivamente.

## RECOMENDACIONES

Las fibras que se utilizaron para realizar este estudio no son las únicas que existen actualmente en el mercado de la construcción, por lo que es conveniente investigar otros materiales para analizar su desempeño en el control de fisuras.

Es muy importante realizar el análisis de los agregados y tener conocimiento de sus características físicas y mecánicas para poder llevar a cabo un buen diseño de mezclas.

Las pruebas realizadas en este estudio se elaboraron con agregados de la región, por lo que se recomienda ampliar las investigaciones para obtener mayor información con agregados regionales.

Para poder realizar los ensayos de laboratorio es muy importantes aplicar las normas y procesos vigentes en todas y cada una de los diseños para lograr resultados óptimos y tener un criterio más certero al elegir una dosificación.

Es necesario crear conciencia en la responsabilidad que tiene el diseñador en promover el uso de estos materiales, el constructor de conocerlos y el proveedor de actualizarse y tenerlos disponible.

Para una resistencia  $f'c=175$  kgf/cm<sup>2</sup>, es recomendable el uso de la fibra CHO 80/60 con una dosificación de 25 kgf/m<sup>3</sup> de concreto para estructuras que requieran mayor resistencia a la compresión. En el caso de vigas, losas y elementos sometidos a flexotracción es recomendable la dosificación de 30 kgf/m<sup>3</sup>. Se recomienda asimismo realizar ensayos previos para verificar la dosificación.

Para una resistencia  $f'c=210$  kgf/cm<sup>2</sup> diseñada con el método Walker, es recomendable el uso de la fibra CHO 80/60 con una dosificación de 30 kgf/m<sup>3</sup> de concreto para estructuras que requieran mayor resistencia a la compresión. En el caso de vigas, losas y elementos sometidos a flexotracción es recomendable la dosificación de 25 kgf/m<sup>3</sup>. Se recomienda asimismo realizar ensayos previos para verificar la dosificación.

Para una resistencia  $f'c=210$  kgf/cm<sup>2</sup> diseñada con el método Módulo de Fineza, es recomendable el uso de la fibra CHO 80/60 con una dosificación de 20 kgf/m<sup>3</sup> de concreto para estructuras que requieran mayor resistencia a la compresión. En el caso de vigas, losas y elementos sometidos a flexotracción es recomendable la dosificación de 25 kgf/m<sup>3</sup>. Se recomienda asimismo realizar ensayos previos para verificar la dosificación.

Para una resistencia  $f'c=280$  kgf/cm<sup>2</sup> diseñada con el método Walker, es recomendable el uso de la fibra CHO 80/60 con una dosificación de 25 kgf/m<sup>3</sup> de concreto para estructuras que requieran mayor resistencia a la compresión. En el caso de vigas, losas y elementos sometidos a flexotracción es recomendable la dosificación de 30 kgf/m<sup>3</sup>. Se recomienda asimismo realizar ensayos previos para verificar la dosificación.

Para una resistencia  $f'c=280$  kgf/cm<sup>2</sup> diseñada con el método Módulo de Fineza, es recomendable el uso de la fibra PP65 con una dosificación de 5.50 kgf/m<sup>3</sup> de concreto para estructuras que requieran mayor resistencia a la compresión. En el caso de vigas, losas y elementos sometidos a flexotracción es recomendable el uso de la fibra CHO 80/60 con una dosificación de 30 kgf/m<sup>3</sup> de concreto. Se recomienda asimismo realizar ensayos previos para verificar la dosificación.

Debido a que en el presente estudio se ha obtenido respuestas positivas en algunos casos al comportamiento del concreto reforzado con fibras, a los interesados en investigaciones futuras complementarias, profundizar las mismas para obtener mejores resultados en cuanto a la dosificación óptima.

Se recomienda evaluar el costo/beneficio del uso de la fibra de polipropileno y acero en los proyectos de ingeniería. Evaluar la mejora en las propiedades del concreto reforzado con fibras y el costo adicional que conlleva esto.

## REFERENCIAS

- [1] Carlos Aire. (2011, Diciembre). Fisuras por contracción plástica. Construcción y tecnología en concreto [Online]. 9. Disponible <http://www.imcyc.com/revistacyt/dic11/arttecnologia.html>
- [2] Edison Huisacayna Medina y Orlando Melo Javier, "Comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero wirand" Tesis de pregrado, programa de Ing. Civil, Univ. Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú, 2008.
- [3] Juan Alberto Vilca Vilca y Juan Normando Zeballos Alvarado, "Investigación De Las Propiedades Mecánicas De Un Concreto Reforzado Con Fibras De Polipropileno Con Contenidos De Cemento Y Fibra Variable, Evaluación y Cuantificación de Las Fisuras por contracción plástica" Tesis de Pregrado, programa Ing. Civil, Univ. Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú, 2008.
- [4] ASTM 1116 Standard Specification for Fiber-Reinforced Concrete
- [5] Ficha Técnica Cemento Portland Puzolánico YURA IP- Alta Durabilidad (versión noviembre 2014)
- [6] NTP 400.011 "Agregados. Definición y dosificación de agregados para uso en morteros y hormigones"
- [7] NTP 339.088 HORMIGON (CONCRETO). Agua para morteros y hormigones de cementos Portland. Requisitos
- [8] Fibras de Acero para el Concreto <http://www.trefilarbed.com/>
- [9] "Durability of Polypropylene Fibres in Concrete" Nordic Concrete Research Publication N° 6. The Nordic Concrete Federation. Oslo. 1987
- [10] Ruiz Sibaja A., López Ríos J., Martínez Jiménez J., "La influencia de fibras sintéticas en las propiedades de hormigones frescos", Revista Ingeniería de Construcción Vol. 20 N°1, Abril de 2005
- [11] ASTM C136 "Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates"
- [12] NTP 400.011 "Agregados. Definición y dosificación de agregados para uso en morteros y hormigones"
- [13] ASTM C127 "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate"

[14] ASTM C029 “Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate”

[15] ASTM C535 “Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine”

[16] ASTM C033 “Standard Specification for Concrete Aggregates”

[17] ASTM C128 “Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate”

[18] “Tecnología del concreto” Enrique Rivva Lopez.

[19] NTP 339.035: “Método de ensayo para la medición del Asentamiento del hormigón con el cono de Abrams”

[20] ASTM C 138 “Método de Ensayo Normalizado de Densidad (Peso Unitario), Rendimiento, y Contenido de Aire (Gravimétrico) del Concreto”.

[21] ASTM C 1579 “Standard test method for evaluating plastic shrinkage cracking of reinforced concrete using a steel form insert”

[22] ASTM C 39: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

[23] ASTM C 78: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

[24] ASTM 131 Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine.



**1. ANEXO A**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS**  
**AGREGADOS**

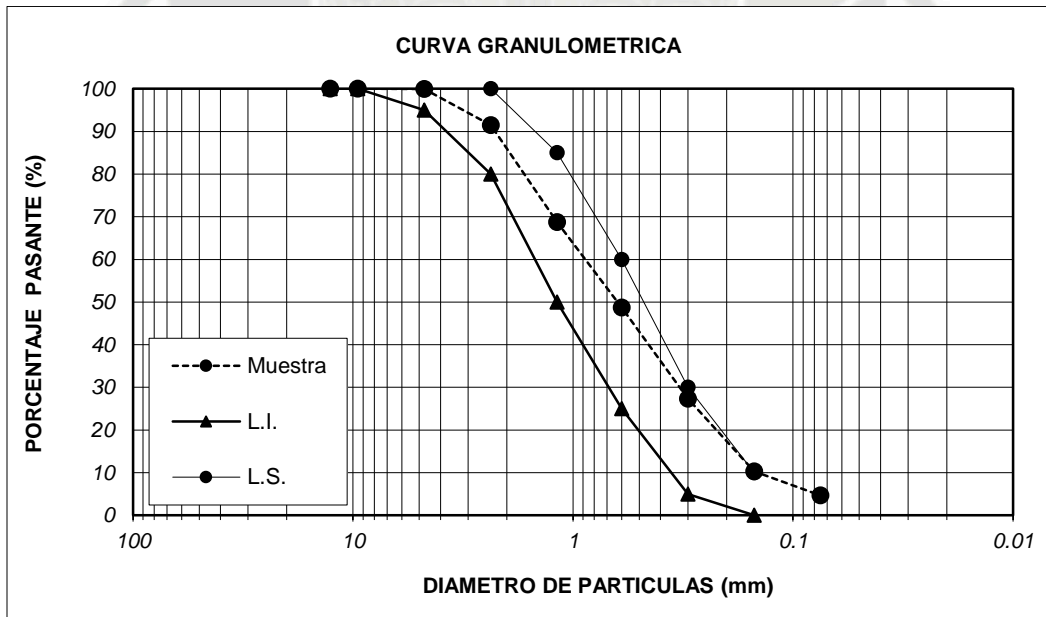
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**

CUADRO A-1. Granulometría del agregado fino

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	PORC. PARCIAL %	PORC. RET. ACUMUL. %	PASANTE ACUM. %	ASTM 33-01 PASA	
						LI	LS
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0.35	0.05	0.05	99.95	95	100
N° 8	2.36	57.71	8.44	8.49	91.51	80	100
N° 16	1.18	155.80	22.78	31.27	68.73	50	85
N° 30	0.60	137.12	20.05	51.31	48.69	25	60
N° 50	0.30	145.84	21.32	72.63	27.37	5	30
N° 100	0.150	116.92	17.09	89.73	10.27	0	10
N° 200	0.075	38.43	5.62	95.35	4.65		
FONDO		31.83	4.65	100.00	0.00		
		<b>684.00</b>					

<b>MODULO DE FINEZA</b>	<b>2.535</b>
-------------------------	--------------

GRAFICO A-1. Curva Granulométrica del Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia



CUADRO A-2. Peso Específico y absorción del agregado fino

Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)	S	500.00
Peso en el aire de la muestra seca en gramos (gr)	A	490.00
Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)	B	654.50
Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)	C	950.40
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )		2.40
Peso Específico Aparente (S.S.S.) (gr/cm <sup>3</sup> )		2.45
Peso Específico Nominal (gr/cm <sup>3</sup> )		2.52
Absorción (%)		2.04

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO A-3. Peso Unitario del agregado fino

Peso de molde (kg)		4.82
Peso de la muestra suelta (kg)	Pms	18.77
Peso de la muestra compactada (kg)	Pmc	19.54
Volumen Interno del recipiente (m <sup>3</sup> )	V	0.01
Peso Unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1525.92
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1610.14

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO A-4. Contenido de Humedad del agregado fino

Peso de la muestra (gr)	Pm	500.00
Peso de muestra seca (gr)	Pms	500.00
Contenido de humedad (%)		0.00

Fuente: Elaboración Propia

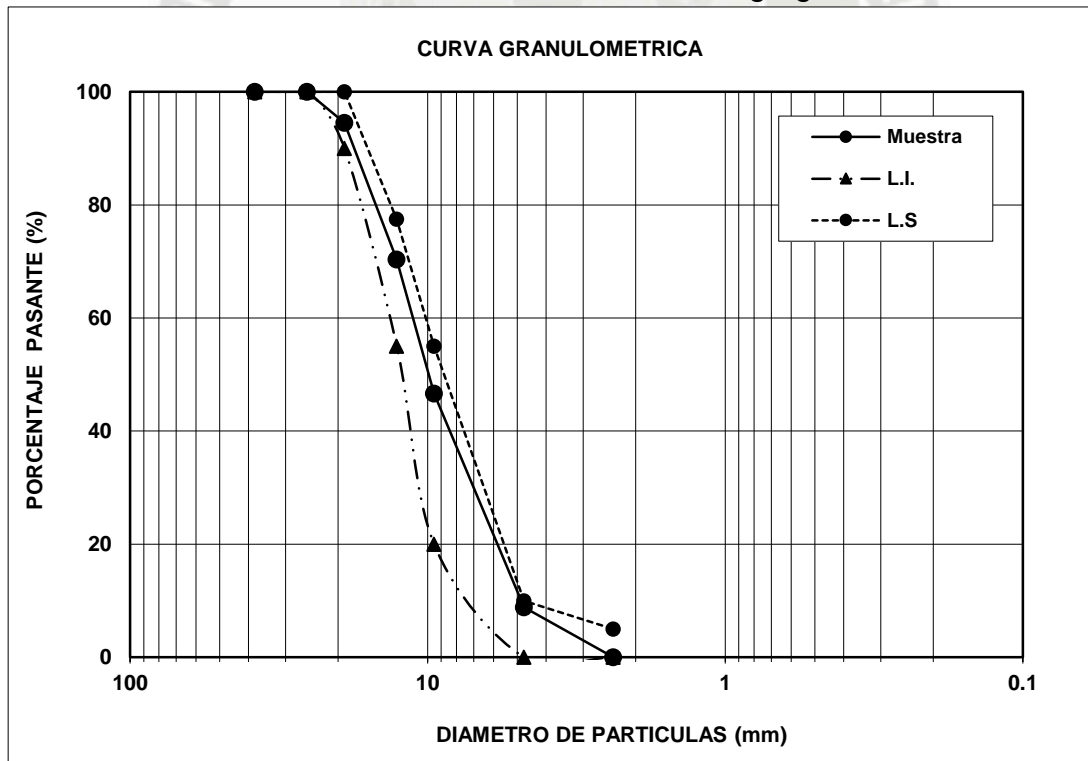
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

CUADRO A-5. Granulometría del Agregado Grueso

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO kg	PORCENTAJE PARCIAL %	PORC. RET. ACUMUL. %	PASANTE ACUMULADO %	ASTM 33-78 PASA	
						LI	LS
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.05	0.33	5.50	5.50	94.50	90	100
1/2"	12.70	1.45	24.17	29.67	70.33	55	77.5
3/8"	9.52	1.42	23.67	53.33	46.67	20	55
N° 4	4.750	2.27	37.83	91.17	8.83	0	10
FONDO	2.380	0.53	8.83	100.00	0.00	0	5
<b>TOTAL</b>		<b>6.00</b>					

<b>MODULO DE FINEZA</b>	<b>6.49</b>
-------------------------	-------------

GRAFICO A-2. Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

CUADRO A-6. Peso Específico y absorción del agregado grueso

Peso en el aire de la muestra seca en gramos (Kg)	A	2.99
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (Kg)	B	3.01
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (kg)	C	1.79
Peso Específico Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )		2.46
Peso Específico Aparente (S.S.S.) (gr/cm <sup>3</sup> )		2.47
Peso Específico Nominal (gr/cm <sup>3</sup> )		2.49
Absorción (%)		0.53

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO A-7. Peso Unitario del agregado grueso

Peso de molde (kg)		5.20
Volumen Interno del recipiente (m <sup>3</sup> )	V	0.01
Peso de la muestra suelta (kg)	P <sub>ms</sub>	20.48
Peso de la muestra compactada (kg)	P <sub>mc</sub>	21.44
Peso Unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )		1671.40
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )		1776.41

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO A-8. Contenido de Humedad del Agregado Grueso

Peso de la muestra (Kg)	P <sub>m</sub>	3.00
Peso de muestra seca (Kg)	P <sub>ms</sub>	2.99
Contenido de humedad (%)	V	0.37

Fuente: Elaboración Propia



**2. ANEXO B**  
**PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO**

CUADRO A-9. Dosificación del concreto por 1 m<sup>3</sup>

MATERIALES	UNIDAD	METODO WALKER (kg/cm <sup>2</sup> )			METODO M. FINEZA (kg/cm <sup>2</sup> )		
		f'c 175	f'c 210	f'c 280	f'c 175	f'c 210	f'c 280
Cemento	Kg/m <sup>3</sup>	296.80	357.51	399.61	296.45	338.29	408.80
Agua	kg/m <sup>3</sup>	203.68	222.49	215.43	212.16	210.08	201.06
Ag. Fino	Kg/m <sup>3</sup>	767.83	711.40	632.16	622.58	571.16	501.04
Ag. Grueso	Kg/m <sup>3</sup>	940.97	953.36	968.11	1072.81	1080.32	1086.27
Fibra PE	Kg/m <sup>3</sup>	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
	Kg/m <sup>3</sup>	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	Kg/m <sup>3</sup>	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Fibra CHO	Kg/m <sup>3</sup>	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
	Kg/m <sup>3</sup>	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	Kg/m <sup>3</sup>	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
Fibra PP65	Kg/m <sup>3</sup>	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Kg/m <sup>3</sup>	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
	Kg/m <sup>3</sup>	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO A-10. Codificación de tipos de concreto

CODIGO	DOSIS	METODO	TIPO DE FIBRA	DESCRIPCION
W 175	0.0 kg/m <sup>3</sup>	WALKER		Concreto Patrón sin fibra
W 175 - PE 0.4	0.4 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W175 - PE 0.5	0.5 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 175 - PE 0.6	0.6 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 175 - CHO 20	20 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 175 - CHO 25	25 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 175 - CHO 30	30 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 175 - PP65 2	2.0 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 175 - PP65 5.5	5.5 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 175 - PP65 9	9.0 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 175	0.0 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA		Concreto Patrón sin fibra
F 175 - PE 0.4	0.4 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F175 - PE 0.5	0.5 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 175 - PE 0.6	0.6 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 175 - CHO 20	20 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 175 - CHO 25	25 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 175 - CHO 30	30 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 175 - PP65 2	2.0 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 175 - PP65 5.5	5.5 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 175 - PP65 9	9.0 kg/m <sup>3</sup>	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 210	0.0 kg/m <sup>3</sup>	WALKER		Concreto Patrón sin fibra
W 210 - PE 0.4	0.4 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 210 - PE 0.5	0.5 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 210 - PE 0.6	0.6 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 210 - CHO 20	20 kg/m <sup>3</sup>	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero

"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO B: PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

W 210 - CHO 25	25 kg/m3	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 210 - CHO 30	30 kg/m3	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 210 - PP65 2	2.0 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 210 - PP65 5.5	5.5 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 210 - PP65 9	9.0 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 210	0.0 kg/m3	M. FINEZA		Concreto Patrón sin fibra
F 210 - PE 0.4	0.4 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 210 - PE 0.5	0.5 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 210 - PE 0.6	0.6 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 210 - CHO 20	20 kg/m3	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 210 - CHO 25	25 kg/m3	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 210 - CHO 30	30 kg/m3	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 210 - PP65 2	2.0 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 210 - PP65 5.5	5.5 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 210 - PP65 9	9.0 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 280	0.0 kg/m3	WALKER		Concreto Patrón sin fibra
W 280 - PE 0.4	0.4 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 280 - PE 0.5	0.5 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 280 - PE 0.6	0.6 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
W 280 - CHO 20	20 kg/m3	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 280 - CHO 25	25 kg/m3	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 280 - CHO 30	30 kg/m3	WALKER	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
W 280 - PP65 2	2.0 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 280 - PP65 5.5	5.5 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
W 280 - PP65 9	9.0 kg/m3	WALKER	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 280	0.0 kg/m3	M. FINEZA		Concreto Patrón sin fibra
F 280 - PE 0.4	0.4 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 280 - PE 0.5	0.5 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 280 - PE 0.6	0.6 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra micro sintética
F 280 - CHO 20	20 kg/m3	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 280 - CHO 25	25 kg/m3	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 280 - CHO 30	30 kg/m3	M. FINEZA	CHO 80/60	Concreto con fibra de acero
F 280 - PP65 2	2.0 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 280 - PP65 5.5	5.5 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética
F 280 - PP65 9	9.0 kg/m3	M. FINEZA	Polipropileno	Concreto con fibra macro sintética

Fuente: Elaboración Propia

### CUADRO A-11. Identificación de cantidad de probetas

CODIGO DE LA MUESTRA	PROBETAS CILINDRICAS	PROBETAS PRISMATICAS	LOSETA DE FISURACION	CUBOS
	D=15cm, H= 30cm	50 x 15x 15 cm	35 x 35 x 5 cm	L= 5 cm
W 175	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W175 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - CHO 20	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - CHO 25	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - CHO 30	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - PP65 2	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 175 - PP65 9	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F175 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA

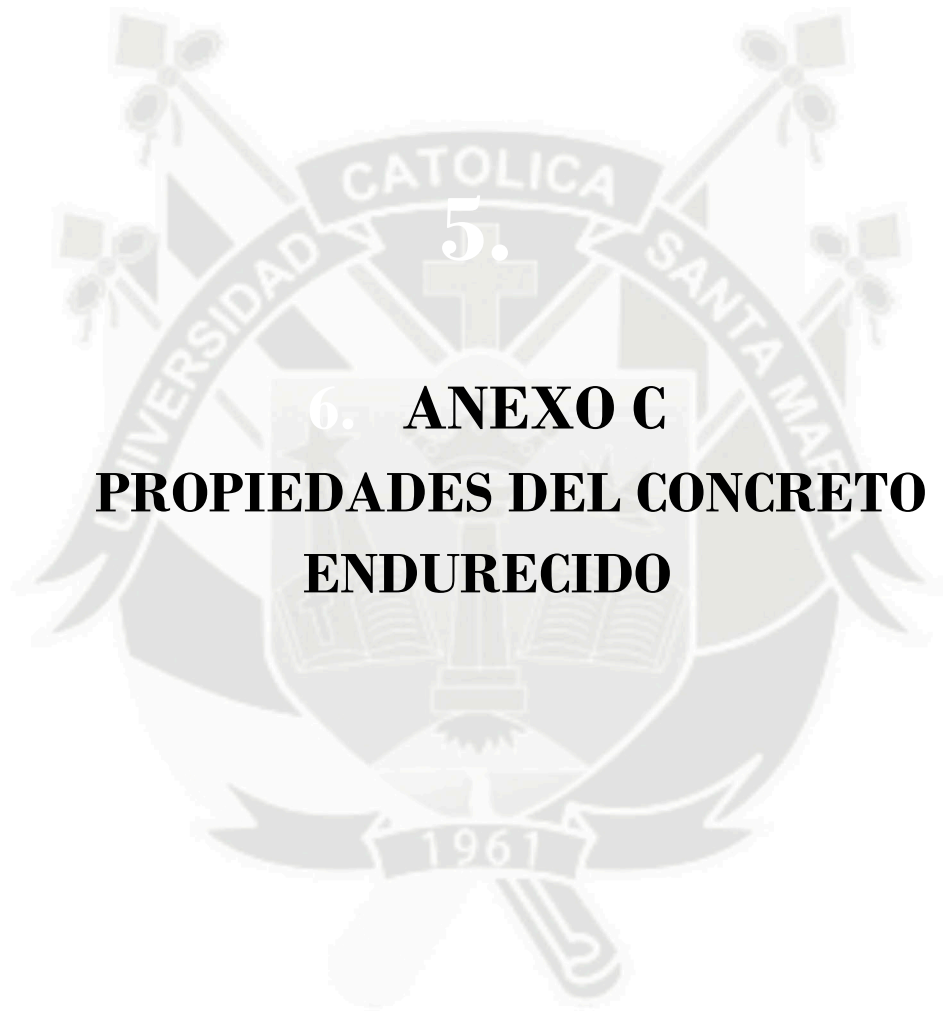
Bach. María Milagros Gutiérrez Ramos

Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO B: PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO

F 175 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - CHO 20	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - CHO 25	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - CHO 30	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - PP65 2	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 175 - PP65 9	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - CHO 20	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - CHO 25	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - CHO 30	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - PP65 2	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 210 - PP65 9	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - CHO 20	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - CHO 25	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - CHO 30	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - PP65 2	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 210 - PP65 9	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - CHO 20	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - CHO 25	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - CHO 30	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - PP65 2	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
W 280 - PP65 9	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - PE 0.4	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - PE 0.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - PE 0.6	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - CHO 20	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - CHO 25	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - CHO 30	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - PP65 2	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - PP65 5.5	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras
F 280 - PP65 9	09 muestras	06 muestras	01 muestra	36 muestras

*Fuente: Elaboración Propia*



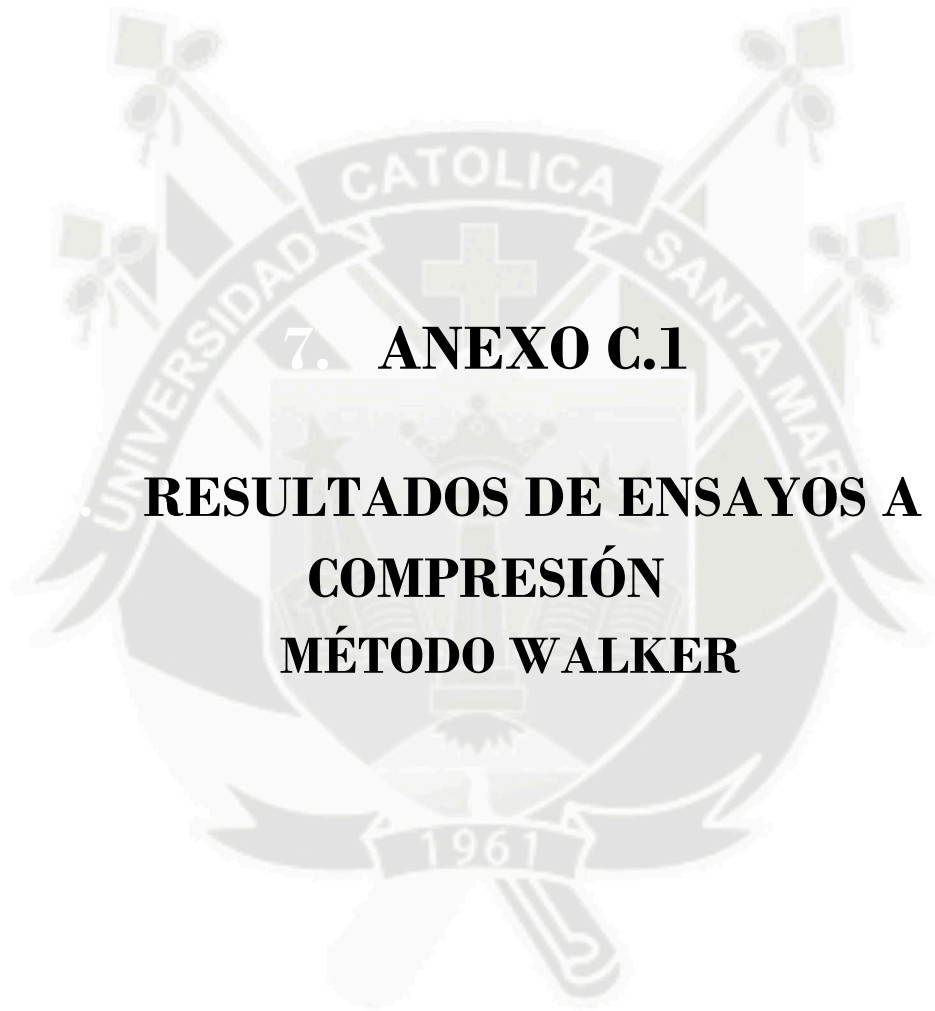
5.

**6. ANEXO C**

**PROPIEDADES DEL CONCRETO**

**ENDURECIDO**





## **7. ANEXO C.1**

# **RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN MÉTODO WALKER**

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO PATRÓN f'c= 175 kg/cm2**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv. Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175	7	12-may	19-may	6.02	183.48	24640.00	134.29	130.90	2.94	2.25%
2	W 175	7	12-may	19-may	6.13	190.25	24570.00	129.15			
3	W 175	7	12-may	19-may	6.07	186.85	24150.00	129.25			
4	W 175	14	12-may	26-may	5.98	181.02	26770.00	147.89	147.72	0.57	0.38%
5	W 175	14	12-may	26-may	5.89	175.67	26030.00	148.18			
6	W 175	14	12-may	26-may	5.93	178.33	26230.00	147.08	188.03	1.96	1.04%
7	W 175	28	12-may	09-jun	6.12	190.00	35850.00	188.68			
8	W 175	28	12-may	09-jun	6.12	189.69	35960.00	189.57			
9	W 175	28	12-may	09-jun	5.86	173.82	32300.00	185.82			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.4 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv. Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 - PE 0.4	7	12-may	19-may	6.08	187.31	27660.00	147.67	148.91	1.08	0.73%
2	W 175 - PE 0.4	7	12-may	19-may	6.06	186.02	27800.00	149.45			
3	W 175 - PE 0.4	7	12-may	19-may	6.10	188.61	28220.00	149.62			
4	W 175 - PE 0.4	14	12-may	26-may	5.98	180.93	32560.00	179.96	180.61	2.55	1.41%
5	W 175 - PE 0.4	14	12-may	26-may	5.93	178.27	32700.00	183.43			
6	W 175 - PE 0.4	14	12-may	26-may	5.95	179.60	32050.00	178.45	228.79	2.76	1.21%
7	W 175 - PE 0.4	28	12-may	09-jun	6.08	187.47	42560.00	227.03			
8	W 175 - PE 0.4	28	12-may	09-jun	6.08	187.53	43500.00	231.97			
9	W 175 - PE 0.4	28	12-may	09-jun	6.08	187.50	42630.00	227.36			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W175 - PE 0.5	7	13-may	20-may	6.09	187.79	22590.00	120.29	121.15	5.14	4.24%
2	W175 - PE 0.5	7	13-may	20-may	6.09	187.84	21880.00	116.48			
3	W175 - PE 0.5	7	13-may	20-may	6.09	187.74	23780.00	126.66			
4	W175 - PE 0.5	14	13-may	27-may	6.10	188.45	30070.00	159.56	157.14	2.12	1.35%
5	W175 - PE 0.5	14	13-may	27-may	6.13	190.25	29720.00	156.22			
6	W175 - PE 0.5	14	13-may	27-may	6.11	189.35	29470.00	155.64	211.10	2.15	1.02%
7	W175 - PE 0.5	28	13-may	10-jun	6.11	188.92	40080.00	212.16			
8	W175 - PE 0.5	28	13-may	10-jun	6.09	187.65	39880.00	212.52			
9	W175 - PE 0.5	28	13-may	10-jun	6.10	188.28	39280.00	208.62			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.6 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 - PE 0.6	7	13-may	20-may	6.07	186.45	24250.00	130.06	129.45	3.35	2.59%
2	W 175 - PE 0.6	7	13-may	20-may	6.07	186.79	24740.00	132.45			
3	W 175 - PE 0.6	7	13-may	20-may	6.06	186.11	23420.00	125.84			
4	W 175 - PE 0.6	14	13-may	27-may	6.14	190.84	34220.00	179.31	176.70	2.56	1.45%
5	W 175 - PE 0.6	14	13-may	27-may	6.11	189.04	32930.00	174.20			
6	W 175 - PE 0.6	14	13-may	27-may	6.12	189.94	33540.00	176.58	200.53	2.15	1.07%
7	W 175 - PE 0.6	28	13-may	10-jun	5.94	179.03	36240.00	202.43			
8	W 175 - PE 0.6	28	13-may	10-jun	5.94	178.91	35460.00	198.21			
9	W 175 - PE 0.6	28	13-may	10-jun	5.91	176.74	35520.00	200.97			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (20 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 - CHO 20	7	14-may	21-may	6.03	184.24	36870.00	200.12	195.16	6.73	3.45%
2	W 175 - CHO 20	7	14-may	21-may	5.98	180.96	33930.00	187.50			
3	W 175 - CHO 20	7	14-may	21-may	6.00	182.60	36130.00	197.87			
4	W 175 - CHO 20	14	14-may	28-may	6.14	191.24	43380.00	226.83	226.57	3.32	1.46%
5	W 175 - CHO 20	14	14-may	28-may	5.94	178.91	39920.00	223.14			
6	W 175 - CHO 20	14	14-may	28-may	6.04	185.02	42510.00	229.75			
7	W 175 - CHO 20	28	14-may	11-jun	6.11	189.23	51040.00	269.73	269.56	5.03	1.87%
8	W 175 - CHO 20	28	14-may	11-jun	5.92	177.61	46970.00	264.45			
9	W 175 - CHO 20	28	14-may	11-jun	5.93	177.88	48830.00	274.51			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (25 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 - CHO 25	7	14-may	21-may	6.00	182.30	35480.00	194.62	196.03	1.52	0.77%
2	W 175 - CHO 25	7	14-may	21-may	6.01	183.16	36200.00	197.64			
3	W 175 - CHO 25	7	14-may	21-may	5.98	181.44	35530.00	195.82	246.78	2.78	1.13%
4	W 175 - CHO 25	14	14-may	28-may	6.00	182.60	45320.00	248.20			
5	W 175 - CHO 25	14	14-may	28-may	5.99	182.05	45250.00	248.56			
6	W 175 - CHO 25	14	14-may	28-may	6.00	182.32	44410.00	243.58	295.98	5.91	2.00%
7	W 175 - CHO 25	28	14-may	11-jun	5.92	177.73	53320.00	300.00			
8	W 175 - CHO 25	28	14-may	11-jun	5.93	178.18	53230.00	298.74			
9	W 175 - CHO 25	28	14-may	11-jun	6.04	184.58	53380.00	289.20			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (30 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 CHO 30	7	15-may	22-may	5.96	179.82	31020.00	172.50	170.33	5.24	3.08%
2	W 175 CHO 30	7	15-may	22-may	5.99	181.75	31650.00	174.14			
3	W 175 CHO 30	7	15-may	22-may	5.93	177.91	29240.00	164.35			
4	W 175 CHO 30	14	15-may	29-may	6.09	187.84	31080.00	165.46	182.87	15.10	8.26%
5	W 175 CHO 30	14	15-may	29-may	6.16	192.05	36960.00	192.45			
6	W 175 CHO 30	14	15-may	29-may	6.12	189.94	36220.00	190.69	241.67	5.58	2.31%
7	W 175 CHO 30	28	15-may	12-jun	5.89	175.94	43630.00	247.99			
8	W 175 CHO 30	28	15-may	12-jun	5.98	180.99	42970.00	237.42			
9	W 175 CHO 30	28	15-may	12-jun	5.93	178.45	42760.00	239.61			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (2 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 PP65 2	7	15-may	22-may	6.09	187.62	23300.00	124.19	124.20	2.12	1.71%
2	W 175 PP65 2	7	15-may	22-may	6.10	188.24	23780.00	126.33			
3	W 175 PP65 2	7	15-may	22-may	6.08	187.00	22830.00	122.08			
4	W 175 PP65 2	14	15-may	29-may	6.11	189.35	31700.00	167.41	163.27	5.12	3.13%
5	W 175 PP65 2	14	15-may	29-may	6.09	187.62	29560.00	157.55			
6	W 175 PP65 2	14	15-may	29-may	6.10	188.48	31070.00	164.84	232.41	1.32	0.57%
7	W 175 PP65 2	28	15-may	12-jun	5.92	177.40	41480.00	233.82			
8	W 175 PP65 2	28	15-may	12-jun	5.99	182.05	42270.00	232.19			
9	W 175 PP65 2	28	15-may	12-jun	5.95	179.15	41420.00	231.21			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (5.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 PP65 5.5	7	15-may	22-may	6.05	185.50	12600.00	67.93	67.88	0.93	1.37%
2	W 175 PP65 5.5	7	15-may	22-may	6.03	184.06	12320.00	66.93			
3	W 175 PP65 5.5	7	15-may	22-may	6.07	186.94	12860.00	68.79			
4	W 175 PP65 5.5	14	15-may	29-may	5.97	180.41	30100.00	166.84	174.14	6.34	3.64%
5	W 175 PP65 5.5	14	15-may	29-may	6.12	189.97	33680.00	177.29			
6	W 175 PP65 5.5	14	15-may	29-may	6.05	185.16	33010.00	178.28			
7	W 175 PP65 5.5	28	15-may	12-jun	6.08	187.56	39850.00	212.47	221.21	11.62	5.25%
8	W 175 PP65 5.5	28	15-may	12-jun	5.98	181.02	39240.00	216.77			
9	W 175 PP65 5.5	28	15-may	12-jun	5.73	166.60	39050.00	234.40			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (9 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 175 PP65 9	7	15-may	22-may	6.14	190.76	25860.00	135.56	134.99	5.44	4.03%
2	W 175 PP65 9	7	15-may	22-may	6.18	193.21	24980.00	129.29			
3	W 175 PP65 9	7	15-may	22-may	6.10	188.33	26390.00	140.13			
4	W 175 PP65 9	14	15-may	29-may	5.91	176.77	27478.00	155.44	154.39	1.53	0.99%
5	W 175 PP65 9	14	15-may	29-may	6.13	190.19	29029.00	152.63			
6	W 175 PP65 9	14	15-may	29-may	6.02	183.42	28450.00	155.11			
7	W 175 PP65 9	28	15-may	12-jun	5.90	176.21	34970.00	198.46	200.75	2.79	1.39%
8	W 175 PP65 9	28	15-may	12-jun	5.90	176.44	35970.00	203.86			
9	W 175 PP65 9	28	15-may	12-jun	5.90	176.33	35250.00	199.91			

Fuente: *Elaboración Propia*

VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ 

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	W 175	130.90	100.00%
	W 175 - PE 0.4	148.91	13.76%
	W175 - PE 0.5	121.15	-7.45%
	W 175 - PE 0.6	129.45	-1.10%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	W 175	130.90	100.00%
	W 175 - CHO 20	195.16	49.10%
	W 175 - CHO 25	196.03	49.76%
	W 175 CHO 30	170.33	30.13%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	W 175	130.90	100.00%
	W 175 PP65 2	124.20	-5.11%
	W 175 PP65 5.5	67.88	-48.14%
	W 175 PP65 9	134.99	3.13%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	W 175	147.72	100.00%
	W 175 - PE 0.4	180.61	22.27%
	W175 - PE 0.5	157.14	6.38%
	W 175 - PE 0.6	176.70	19.62%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	W 175	147.72	100.00%
	W 175 - CHO 20	226.57	53.38%
	W 175 - CHO 25	246.78	67.06%
	W 175 CHO 30	182.87	23.80%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	W 175	147.72	100.00%
	W 175 PP65 2	163.27	10.53%
	W 175 PP65 5.5	174.14	17.89%
	W 175 PP65 9	154.39	4.52%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	W 175	188.03	100.00%
	W 175 - PE 0.4	228.79	21.68%
	W175 - PE 0.5	211.10	12.27%
	W 175 - PE 0.6	200.53	6.65%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	W 175	188.03	100.00%
	W 175 - CHO 20	269.56	43.37%
	W 175 - CHO 25	295.98	57.41%
	W 175 CHO 30	241.67	28.53%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	f'c prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	W 175	188.03	100.00%
	W 175 PP65 2	232.41	23.60%
	W 175 PP65 5.5	221.21	17.65%
	W 175 PP65 9	200.75	6.77%

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION CONCRETO PATRÓN $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area $\text{cm}^2$	Fuerza kg	$f'c$ $\text{kg/cm}^2$	$f'c$ prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210	7	18-may	25-may	5.88	175.19	30250.00	172.67	165.80	5.97	3.60%
2	W 210	7	18-may	25-may	5.95	179.39	29220.00	162.89			
3	W 210	7	18-may	25-may	6.01	183.21	29650.00	161.84			
4	W 210	14	18-may	01-jun	6.14	190.87	37680.00	197.41	202.90	6.72	3.31%
5	W 210	14	18-may	01-jun	5.98	181.23	38130.00	210.39			
6	W 210	14	18-may	01-jun	6.06	186.02	37370.00	200.89			
7	W 210	28	18-may	15-jun	6.16	192.49	45050.00	234.04	236.11	4.06	1.72%
8	W 210	28	18-may	15-jun	5.95	179.54	43230.00	240.78			
9	W 210	28	18-may	15-jun	6.14	191.31	44670.00	233.50			

Fuente: *Elaboración Propia*

### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.4 $\text{kg/m}^3$ )

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area $\text{cm}^2$	Fuerza kg	$f'c$ $\text{kg/cm}^2$	$f'c$ prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 PE 0.4	7	18-may	25-may	6.15	191.81	32780.00	170.90	174.53	6.44	3.69%
2	W 210 PE 0.4	7	18-may	25-may	6.08	187.07	34040.00	181.97			
3	W 210 PE 0.4	7	18-may	25-may	6.11	189.43	32340.00	170.72			
4	W 210 PE 0.4	14	18-may	01-jun	6.08	187.19	42390.00	226.46	221.44	6.51	2.94%
5	W 210 PE 0.4	14	18-may	01-jun	6.03	184.09	39410.00	214.08			
6	W 210 PE 0.4	14	18-may	01-jun	6.05	185.64	41540.00	223.77			
7	W 210 PE 0.4	28	18-may	15-jun	6.11	189.44	51480.00	271.74	269.40	4.45	1.65%
8	W 210 PE 0.4	28	18-may	15-jun	6.17	192.68	50920.00	264.27			
9	W 210 PE 0.4	28	18-may	15-jun	6.03	184.24	50150.00	272.19			

Fuente: *Elaboración Propia*



**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 PE 0.5	7	18-may	25-may	6.12	189.66	40240.00	212.17	214.57	6.23	2.90%
2	W 210 PE 0.5	7	18-may	25-may	5.73	166.60	34970.00	209.91			
3	W 210 PE 0.5	7	18-may	25-may	5.93	177.94	39440.00	221.64			
4	W 210 PE 0.5	14	18-may	01-jun	5.97	180.84	33240.00	183.81	189.53	5.03	2.65%
5	W 210 PE 0.5	14	18-may	01-jun	6.04	184.89	35730.00	193.25			
6	W 210 PE 0.5	14	18-may	01-jun	6.01	182.86	35020.00	191.52			
7	W 210 PE 0.5	28	18-may	15-jun	6.10	188.58	54550.00	289.27	288.73	4.73	1.64%
8	W 210 PE 0.5	28	18-may	15-jun	6.11	189.41	55530.00	293.17			
9	W 210 PE 0.5	28	18-may	15-jun	6.11	189.10	53660.00	283.76			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.6 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom.	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 PE 0.6	7	19-may	26-may	5.90	176.59	27650.00	156.57	160.88	4.98	3.10%
2	W 210 PE 0.6	7	19-may	26-may	5.97	180.41	30010.00	166.34			
3	W 210 PE 0.6	7	19-may	26-may	5.94	178.50	28510.00	159.72			
4	W 210 PE 0.6	14	19-may	02-jun	5.93	178.33	36600.00	205.23	212.74	6.84	3.22%
5	W 210 PE 0.6	14	19-may	02-jun	5.92	177.37	38780.00	218.64			
6	W 210 PE 0.6	14	19-may	02-jun	5.82	171.87	36840.00	214.35			
7	W 210 PE 0.6	28	19-may	16-jun	6.02	183.72	49550.00	269.70	273.01	2.89	1.06%
8	W 210 PE 0.6	28	19-may	16-jun	6.04	184.79	50690.00	274.31			
9	W 210 PE 0.6	28	19-may	16-jun	6.03	184.12	50640.00	275.04			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (20 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 CHO 20	7	19-may	26-may	6.08	187.50	26800.00	142.94	142.32	1.39	0.98%
2	W 210 CHO 20	7	19-may	26-may	6.10	188.27	26980.00	143.31			
3	W 210 CHO 20	7	19-may	26-may	6.09	187.88	26440.00	140.73			
4	W 210 CHO 20	14	19-may	02-jun	6.15	191.34	33890.00	177.12	176.45	2.28	1.29%
5	W 210 CHO 20	14	19-may	02-jun	5.94	179.06	31930.00	178.32			
6	W 210 CHO 20	14	19-may	02-jun	6.04	185.15	32200.00	173.92			
7	W 210 CHO 20	28	19-may	16-jun	5.94	178.72	51530.00	288.32	286.54	2.66	0.93%
8	W 210 CHO 20	28	19-may	16-jun	5.94	178.51	51380.00	287.82			
9	W 210 CHO 20	28	19-may	16-jun	5.90	176.62	50070.00	283.48			

Fuente: Elaboración Propia

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (25 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 CHO 25	7	19-may	26-may	5.94	178.63	31000.00	173.54	175.44	2.69	1.54%
2	W 210 CHO 25	7	19-may	26-may	6.10	188.61	33670.00	178.52			
3	W 210 CHO 25	7	19-may	26-may	6.02	183.59	31990.00	174.25			
4	W 210 CHO 25	14	19-may	02-jun	6.12	190.00	41380.00	217.79	214.87	2.71	1.26%
5	W 210 CHO 25	14	19-may	02-jun	6.10	188.30	40000.00	212.43			
6	W 210 CHO 25	14	19-may	02-jun	6.11	189.15	40550.00	214.38			
7	W 210 CHO 25	28	19-may	16-jun	6.12	189.88	55940.00	294.61	292.38	4.94	1.69%
8	W 210 CHO 25	28	19-may	16-jun	6.11	189.07	54210.00	286.72			
9	W 210 CHO 25	28	19-may	16-jun	6.11	189.10	55940.00	295.82			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (30 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 CHO 30	7	20-may	27-may	6.04	185.10	33720.00	182.17	187.78	5.64	3.00%
2	W 210 CHO 30	7	20-may	27-may	5.93	177.88	34410.00	193.44			
3	W 210 CHO 30	7	20-may	27-may	5.95	179.63	33720.00	187.72			
4	W 210 CHO 30	14	20-may	03-jun	6.10	188.67	43480.00	230.46	230.37	1.95	0.84%
5	W 210 CHO 30	14	20-may	03-jun	6.12	189.91	44110.00	232.27			
6	W 210 CHO 30	14	20-may	03-jun	6.11	189.29	43230.00	228.38			
7	W 210 CHO 30	28	20-may	17-jun	5.91	177.10	54670.00	308.69	310.84	6.50	2.09%
8	W 210 CHO 30	28	20-may	17-jun	5.93	178.06	56650.00	318.15			
9	W 210 CHO 30	28	20-may	17-jun	5.94	178.81	54660.00	305.68			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (2 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 PP65 2	7	20-may	27-may	5.93	178.30	27790.00	155.86	161.91	6.07	3.75%
2	W 210 PP65 2	7	20-may	27-may	6.02	183.39	30810.00	168.00			
3	W 210 PP65 2	7	20-may	27-may	5.97	180.84	29270.00	161.86			
4	W 210 PP65 2	14	20-may	03-jun	5.98	181.02	39370.00	217.49	214.10	4.10	1.91%
5	W 210 PP65 2	14	20-may	03-jun	5.73	166.60	34910.00	209.54			
6	W 210 PP65 2	14	20-may	03-jun	5.86	173.73	37400.00	215.27			
7	W 210 PP65 2	28	20-may	17-jun	5.92	177.40	49720.00	280.27	280.35	1.56	0.56%
8	W 210 PP65 2	28	20-may	17-jun	5.99	182.05	50760.00	278.82			
9	W 210 PP65 2	28	20-may	17-jun	5.95	179.15	50510.00	281.95			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (5.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 PP65 5.5	7	20-may	27-may	6.06	185.90	26540.00	142.77	138.46	4.54	3.28%
2	W 210 PP65 5.5	7	20-may	27-may	6.10	188.67	25230.00	133.73			
3	W 210 PP65 5.5	7	20-may	27-may	6.08	187.28	26010.00	138.88			
4	W 210 PP65 5.5	14	20-may	03-jun	6.09	187.80	36490.00	194.30	199.00	4.35	2.19%
5	W 210 PP65 5.5	14	20-may	03-jun	6.12	189.72	38490.00	202.88			
6	W 210 PP65 5.5	14	20-may	03-jun	6.10	188.76	37720.00	199.83			
7	W 210 PP65 5.5	28	20-may	17-jun	5.99	181.99	50040.00	274.96	270.70	3.80	1.40%
8	W 210 PP65 5.5	28	20-may	17-jun	6.11	189.26	51000.00	269.47			
9	W 210 PP65 5.5	28	20-may	17-jun	6.10	188.67	50500.00	267.66			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (9 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 210 PP65 9	7	21-may	28-may	5.92	177.40	23230.00	130.94	128.30	2.53	1.98%
2	W 210 PP65 9	7	21-may	28-may	5.93	178.24	22440.00	125.90			
3	W 210 PP65 9	7	21-may	28-may	5.92	177.82	22770.00	128.05			
4	W 210 PP65 9	14	21-may	04-jun	5.74	166.72	35220.00	211.26	211.08	7.39	3.50%
5	W 210 PP65 9	14	21-may	04-jun	5.95	179.18	36480.00	203.60			
6	W 210 PP65 9	14	21-may	04-jun	5.92	177.76	38820.00	218.38			
7	W 210 PP65 9	28	21-may	18-jun	5.93	178.30	46110.00	258.60	255.82	2.82	1.10%
8	W 210 PP65 9	28	21-may	18-jun	5.91	176.98	44770.00	252.96			
9	W 210 PP65 9	28	21-may	18-jun	5.89	175.82	44990.00	255.89			

Fuente: *Elaboración Propia*

VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	W 210	165.80	100.00%
	W 210 PE 0.4	174.53	5.27%
	W 210 PE 0.5	214.57	29.42%
	W 210 PE 0.6	160.88	-2.97%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	W 210	165.80	100.00%
	W 210 CHO 20	142.32	-14.16%
	W 210 CHO 25	175.44	5.81%
	W 210 CHO 30	187.78	13.26%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	W 210	165.80	100.00%
	W 210 PP65 2	161.91	-2.35%
	W 210 PP65 5.5	138.46	-16.49%
	W 210 PP65 9	128.30	-22.62%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	W 210	202.90	100.00%
	W 210 PE 0.4	221.44	9.14%
	W 210 PE 0.5	189.53	-6.59%
	W 210 PE 0.6	212.74	4.85%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	W 210	202.90	100.00%
	W 210 CHO 20	176.45	-13.03%
	W 210 CHO 25	214.87	5.90%
	W 210 CHO 30	230.37	13.54%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	W 210	202.90	100.00%
	W 210 PP65 2	214.10	5.52%
	W 210 PP65 5.5	199.00	-1.92%
	W 210 PP65 9	211.08	4.03%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	W 210	236.11	100.00%
	W 210 PE 0.4	269.40	14.10%
	W 210 PE 0.5	288.73	22.29%
	W 210 PE 0.6	273.01	15.63%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	W 210	236.11	100.00%
	W 210 CHO 20	286.54	21.36%
	W 210 CHO 25	292.38	23.83%
	W 210 CHO 30	310.84	31.65%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	W 210	236.11	100.00%
	W 210 PP65 2	280.35	18.74%
	W 210 PP65 5.5	270.70	14.65%
	W 210 PP65 9	255.82	8.35%

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO PATRÓN f'c= 280 kg/cm2**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280	7	22-may	29-may	6.11	189.13	41260.00	218.15	216.86	1.12	0.51%
2	W 280	7	22-may	29-may	6.04	39980.00	216.24				
3	W 280	7	22-may	29-may	6.08	40430.00	216.20				
4	W 280	14	22-may	05-jun	5.83	172.22	46230.00	268.43	271.21	3.63	1.34%
5	W 280	14	22-may	05-jun	6.07	186.79	50410.00	269.88			
6	W 280	14	22-may	05-jun	5.95	179.43	49400.00	275.31			
7	W 280	28	22-may	19-jun	5.95	179.42	54740.00	305.10	304.19	1.29	0.42%
8	W 280	28	22-may	19-jun	5.94	178.60	54430.00	304.75			
9	W 280	28	22-may	19-jun	5.94	179.01	54190.00	302.72			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.4 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 PE 0.4	7	25-may	01-jun	6.14	190.84	41980.00	219.97	223.63	6.24	2.79%
2	W 280 PE 0.4	7	25-may	01-jun	6.16	192.21	44370.00	230.84			
3	W 280 PE 0.4	7	25-may	01-jun	6.15	191.52	42150.00	220.08			
4	W 280 PE 0.4	14	25-may	08-jun	5.93	177.88	45780.00	257.36	260.51	2.94	1.13%
5	W 280 PE 0.4	14	25-may	08-jun	5.94	178.51	46980.00	263.17			
6	W 280 PE 0.4	14	25-may	08-jun	5.93	178.20	46510.00	261.00			
7	W 280 PE 0.4	28	25-may	22-jun	5.96	179.75	56030.00	311.71	313.26	2.29	0.73%
8	W 280 PE 0.4	28	25-may	22-jun	5.95	179.15	56590.00	315.89			
9	W 280 PE 0.4	28	25-may	22-jun	5.95	179.45	56020.00	312.18			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 PE 0.5	7	26-may	02-jun	5.94	178.57	43480.00	243.48	239.26	4.18	1.75%
2	W 280 PE 0.5	7	26-may	02-jun	5.92	177.73	41790.00	235.13			
3	W 280 PE 0.5	7	26-may	02-jun	5.93	178.15	42610.00	239.18			
4	W 280 PE 0.5	14	26-may	09-jun	5.92	177.79	51390.00	289.04	295.95	6.55	2.21%
5	W 280 PE 0.5	14	26-may	09-jun	6.16	191.99	56970.00	296.73			
6	W 280 PE 0.5	14	26-may	09-jun	6.04	184.82	55830.00	302.07			
7	W 280 PE 0.5	28	26-may	23-jun	6.00	182.29	59220.00	324.86	328.52	6.05	1.84%
8	W 280 PE 0.5	28	26-may	23-jun	5.93	178.36	59840.00	335.49			
9	W 280 PE 0.5	28	26-may	23-jun	5.97	180.32	58640.00	325.19			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.6 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 PE 0.6	7	27-may	03-jun	6.07	186.54	45100.00	241.77	237.71	3.68	1.55%
2	W 280 PE 0.6	7	27-may	03-jun	6.13	190.28	45050.00	236.76			
3	W 280 PE 0.6	7	27-may	03-jun	6.10	188.41	44200.00	234.60			
4	W 280 PE 0.6	14	27-may	10-jun	5.94	178.81	58810.00	328.89	330.89	5.12	1.55%
5	W 280 PE 0.6	14	27-may	10-jun	5.89	175.67	59150.00	336.71			
6	W 280 PE 0.6	14	27-may	10-jun	5.91	177.24	57970.00	327.07			
7	W 280 PE 0.6	28	27-may	24-jun	5.94	178.78	65170.00	364.52	359.61	4.34	1.21%
8	W 280 PE 0.6	28	27-may	24-jun	5.93	178.00	63420.00	356.29			
9	W 280 PE 0.6	28	27-may	24-jun	5.93	178.39	63870.00	358.03			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (20 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 CHO 20	7	28-may	04-jun	5.98	181.08	33630.00	185.72	182.97	2.45	1.34%
2	W 280 CHO 20	7	28-may	04-jun	5.95	179.33	32670.00	182.18			
3	W 280 CHO 20	7	28-may	04-jun	5.96	180.20	32620.00	181.02			
4	W 280 CHO 20	14	28-may	11-jun	5.99	181.93	42950.00	236.08	234.23	1.65	0.71%
5	W 280 CHO 20	14	28-may	11-jun	5.95	179.51	41950.00	233.69			
6	W 280 CHO 20	14	28-may	11-jun	5.97	180.72	42090.00	232.91			
7	W 280 CHO 20	28	28-may	25-jun	5.93	177.88	63780.00	358.55	362.50	6.42	1.77%
8	W 280 CHO 20	28	28-may	25-jun	5.91	176.74	63460.00	359.05			
9	W 280 CHO 20	28	28-may	25-jun	6.03	183.94	68040.00	369.91			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (25 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 CHO 25	7	29-may	05-jun	6.09	188.14	39640.00	210.69	217.38	5.99	2.76%
2	W 280 CHO 25	7	29-may	05-jun	6.13	190.65	42370.00	222.24			
3	W 280 CHO 25	7	29-may	05-jun	6.11	189.40	41520.00	219.22			
4	W 280 CHO 25	14	29-may	12-jun	6.11	189.29	53750.00	283.96	282.79	2.77	0.98%
5	W 280 CHO 25	14	29-may	12-jun	6.12	190.00	54110.00	284.79			
6	W 280 CHO 25	14	29-may	12-jun	6.12	189.64	53030.00	279.63			
7	W 280 CHO 25	28	29-may	26-jun	6.00	182.17	68520.00	376.13	374.96	1.37	0.36%
8	W 280 CHO 25	28	29-may	26-jun	6.00	182.48	68480.00	375.28			
9	W 280 CHO 25	28	29-may	26-jun	6.00	182.32	68090.00	373.46			

Fuente: *Elaboración Propia*



**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (30 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 CHO 30	7	01-jun	08-jun	6.06	186.33	37120.00	199.22	204.97	6.61	3.22%
2	W 280 CHO 30	7	01-jun	08-jun	6.12	189.88	40290.00	212.19			
3	W 280 CHO 30	7	01-jun	08-jun	6.09	188.10	38280.00	203.51			
4	W 280 CHO 30	14	01-jun	15-jun	5.98	181.41	52470.00	289.23	285.61	3.23	1.13%
5	W 280 CHO 30	14	01-jun	15-jun	6.07	186.79	53160.00	284.60			
6	W 280 CHO 30	14	01-jun	15-jun	6.03	184.09	52100.00	283.01			
7	W 280 CHO 30	28	01-jun	29-jun	5.99	181.63	66820.00	367.90	371.88	3.45	0.93%
8	W 280 CHO 30	28	01-jun	29-jun	5.90	176.33	65970.00	374.14			
9	W 280 CHO 30	28	01-jun	29-jun	5.94	178.97	66860.00	373.59			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (2 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 PP65 2	7	02-jun	09-jun	5.96	179.84	32960.00	183.27	183.85	2.50	1.36%
2	W 280 PP65 2	7	02-jun	09-jun	6.11	188.98	35260.00	186.58			
3	W 280 PP65 2	7	02-jun	09-jun	6.03	184.38	33500.00	181.69			
4	W 280 PP65 2	14	02-jun	16-jun	6.13	190.47	44020.00	231.12	228.75	2.11	0.92%
5	W 280 PP65 2	14	02-jun	16-jun	5.93	178.03	40610.00	228.10			
6	W 280 PP65 2	14	02-jun	16-jun	6.03	184.20	41820.00	227.04			
7	W 280 PP65 2	28	02-jun	30-jun	5.92	177.37	59810.00	337.20	330.33	5.96	1.80%
8	W 280 PP65 2	28	02-jun	30-jun	5.99	181.63	59440.00	327.27			
9	W 280 PP65 2	28	02-jun	30-jun	5.95	179.49	58610.00	326.53			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (5.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 PP65 5.5	7	03-jun	10-jun	5.99	181.87	35530.00	195.36	202.01	6.46	3.20%
2	W 280 PP65 5.5	7	03-jun	10-jun	5.94	178.97	37270.00	208.25			
3	W 280 PP65 5.5	7	03-jun	10-jun	5.97	180.41	36520.00	202.42			
4	W 280 PP65 5.5	14	03-jun	17-jun	5.90	176.18	44370.00	251.85	245.28	7.09	2.89%
5	W 280 PP65 5.5	14	03-jun	17-jun	5.91	176.98	42080.00	237.76			
6	W 280 PP65 5.5	14	03-jun	17-jun	5.90	176.58	43480.00	246.24			
7	W 280 PP65 5.5	28	03-jun	01-jul	5.86	173.85	64770.00	372.56	368.69	3.54	0.96%
8	W 280 PP65 5.5	28	03-jun	01-jul	5.88	175.43	64540.00	367.90			
9	W 280 PP65 5.5	28	03-jun	01-jul	5.87	174.64	63850.00	365.61			

Fuente: Elaboración Propia

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (9 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	W 280 PP65 9	7	04-jun	11-jun	6.15	191.90	41880.00	218.24	215.79	2.51	1.17%
2	W 280 PP65 9	7	04-jun	11-jun	5.98	181.41	39170.00	215.92			
3	W 280 PP65 9	7	04-jun	11-jun	6.07	186.62	39790.00	213.22			
4	W 280 PP65 9	14	04-jun	18-jun	5.96	180.14	49110.00	272.62	267.12	5.35	2.00%
5	W 280 PP65 9	14	04-jun	18-jun	5.97	180.66	47320.00	261.93			
6	W 280 PP65 9	14	04-jun	18-jun	5.97	180.40	48130.00	266.80			
7	W 280 PP65 9	28	04-jun	02-jul	5.93	178.09	64330.00	361.22	355.21	5.32	1.50%
8	W 280 PP65 9	28	04-jun	02-jul	6.01	183.08	64690.00	353.33			
9	W 280 PP65 9	28	04-jun	02-jul	5.97	180.58	63400.00	351.09			

Fuente: Elaboración Propia

VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ 

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	W 280	216.86	100.00%
	W 280 PE 0.4	223.63	3.12%
	W 280 PE 0.5	239.26	10.33%
	W 280 PE 0.6	237.71	9.61%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	W 280	216.86	100.00%
	W 280 CHO 20	182.97	-15.63%
	W 280 CHO 25	217.38	0.24%
	W 280 CHO 30	204.97	-5.48%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	W 280	216.86	100.00%
	W 280 PP65 2	183.85	-15.22%
	W 280 PP65 5.5	202.01	-6.85%
	W 280 PP65 9	215.79	-0.50%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	W 280	271.21	100.00%
	W 280 PE 0.4	260.51	-3.94%
	W 280 PE 0.5	295.95	9.12%
	W 280 PE 0.6	330.89	22.01%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	W 280	271.21	100.00%
	W 280 CHO 20	234.23	-13.63%
	W 280 CHO 25	282.79	4.27%
	W 280 CHO 30	285.61	5.31%

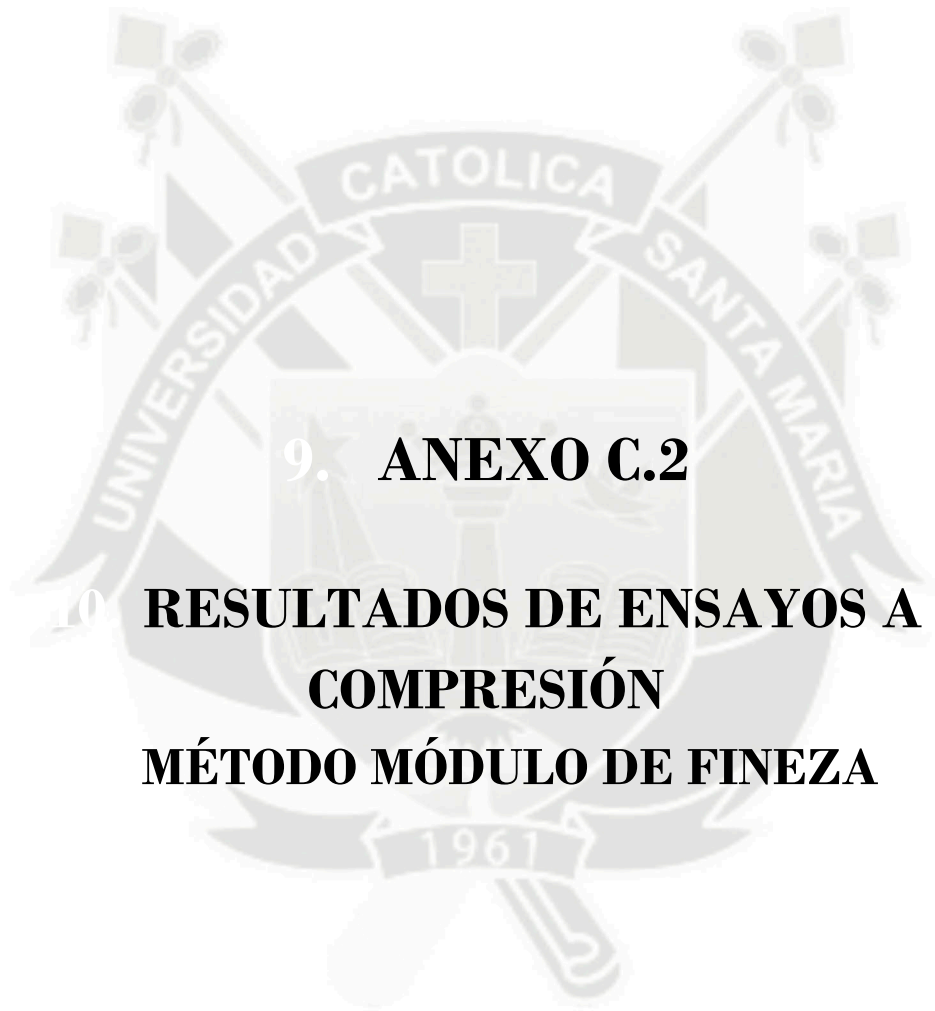
EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	W 280	271.21	100.00%
	W 280 PP65 2	228.75	-15.65%
	W 280 PP65 5.5	245.28	-9.56%
	W 280 PP65 9	267.12	-1.51%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	W 280	304.19	100.00%
	W 280 PE 0.4	313.26	2.98%
	W 280 PE 0.5	328.52	8.00%
	W 280 PE 0.6	359.61	18.22%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	W 280	304.19	100.00%
	W 280 CHO 20	362.50	19.17%
	W 280 CHO 25	374.96	23.26%
	W 280 CHO 30	371.88	22.25%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	W 280	304.19	100.00%
	W 280 PP65 2	330.33	8.59%
	W 280 PP65 5.5	368.69	21.20%
	W 280 PP65 9	355.21	16.77%

Fuente: *Elaboración Propia*



## **9. ANEXO C.2**

### **10. RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESIÓN MÉTODO MÓDULO DE FINEZA**

### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION CONCRETO PATRÓN f'c= 175 kg/cm2

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175	7	05-jun	12-jun	6.15	191.74	23780.00	124.02	124.87	0.83	0.66%
2	F 175	7	05-jun	12-jun	6.07	186.91	23350.00	124.93			
3	F 175	7	05-jun	12-jun	5.95	179.51	22560.00	125.68			
4	F 175	14	05-jun	19-jun	5.87	174.71	27430.00	157.00	152.74	3.69	2.42%
5	F 175	14	05-jun	19-jun	6.01	183.15	27540.00	150.37			
6	F 175	14	05-jun	19-jun	5.94	178.91	26990.00	150.86			
7	F 175	28	05-jun	03-jul	5.92	177.46	31100.00	175.25	177.91	3.52	1.98%
8	F 175	28	05-jun	03-jul	6.16	192.46	35010.00	181.91			
9	F 175	28	05-jun	03-jul	6.10	188.36	33260.00	176.58			

Fuente: Elaboración Propia

### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.4 kg/m3)

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 PE 0.4	7	08-jun	15-jun	6.15	191.43	23170.00	121.04	118.52	2.48	2.10%
2	F 175 PE 0.4	7	08-jun	15-jun	6.09	187.84	22250.00	118.45			
3	F 175 PE 0.4	7	08-jun	15-jun	6.12	189.63	22010.00	116.07			
4	F 175 PE 0.4	14	08-jun	22-jun	5.93	178.30	27780.00	155.80	161.09	6.55	4.06%
5	F 175 PE 0.4	14	08-jun	22-jun	5.90	176.18	29670.00	168.41			
6	F 175 PE 0.4	14	08-jun	22-jun	5.91	177.24	28190.00	159.05			
7	F 175 PE 0.4	28	08-jun	06-jul	6.12	189.54	41470.00	218.80	217.24	2.78	1.28%
8	F 175 PE 0.4	28	08-jun	06-jul	5.94	178.72	39120.00	218.88			
9	F 175 PE 0.4	28	08-jun	06-jul	6.03	184.09	39400.00	214.02			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 PE 0.5	7	09-jun	16-jun	6.10	188.33	21360.00	113.42	121.16	7.42	6.13%
2	F 175 PE 0.5	7	09-jun	16-jun	6.10	188.51	24170.00	128.21			
3	F 175 PE 0.5	7	09-jun	16-jun	6.10	188.42	22960.00	121.85			
4	F 175 PE 0.5	14	09-jun	23-jun	5.98	181.44	27580.00	152.00	158.97	6.04	3.80%
5	F 175 PE 0.5	14	09-jun	23-jun	6.12	190.03	30830.00	162.24			
6	F 175 PE 0.5	14	09-jun	23-jun	6.05	185.71	30210.00	162.67			
7	F 175 PE 0.5	28	09-jun	07-jul	5.97	180.66	37970.00	210.18	206.76	3.29	1.59%
8	F 175 PE 0.5	28	09-jun	07-jul	5.96	179.75	36600.00	203.62			
9	F 175 PE 0.5	28	09-jun	07-jul	5.96	180.20	37210.00	206.49			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.6 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 PE 0.6	7	10-jun	17-jun	6.13	190.22	25130.00	132.11	133.35	3.88	2.91%
2	F 175 PE 0.6	7	10-jun	17-jun	5.90	176.47	24300.00	137.70			
3	F 175 PE 0.6	7	10-jun	17-jun	6.01	183.28	23870.00	130.24			
4	F 175 PE 0.6	14	10-jun	24-jun	5.99	181.59	29610.00	163.06	168.03	4.71	2.80%
5	F 175 PE 0.6	14	10-jun	24-jun	5.97	180.78	31170.00	172.42			
6	F 175 PE 0.6	14	10-jun	24-jun	5.98	181.19	30550.00	168.61			
7	F 175 PE 0.6	28	10-jun	08-jul	5.91	177.22	35550.00	200.59	203.02	5.03	2.48%
8	F 175 PE 0.6	28	10-jun	08-jul	6.11	189.23	39510.00	208.80			
9	F 175 PE 0.6	28	10-jun	08-jul	5.87	174.30	34800.00	199.66			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (20 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 CHO 20	7	11-jun	18-jun	6.16	192.46	21370.00	111.04	106.73	4.32	4.05%
2	F 175 CHO 20	7	11-jun	18-jun	6.09	187.84	19233.00	102.39			
3	F 175 CHO 20	7	11-jun	18-jun	6.13	190.14	20300.00	106.76			
4	F 175 CHO 20	14	11-jun	25-jun	5.07	130.09	18800.00	144.51	144.76	4.59	3.17%
5	F 175 CHO 20	14	11-jun	25-jun	6.05	185.16	25980.00	140.31			
6	F 175 CHO 20	14	11-jun	25-jun	5.56	156.42	23380.00	149.47			
7	F 175 CHO 20	28	11-jun	09-jul	5.98	181.44	35610.00	196.26	200.39	4.31	2.15%
8	F 175 CHO 20	28	11-jun	09-jul	5.91	176.80	36220.00	204.86			
9	F 175 CHO 20	28	11-jun	09-jul	5.97	180.41	36090.00	200.04			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (25 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 CHO 25	7	12-jun	19-jun	6.00	182.11	19630.00	107.79	111.18	3.82	3.44%
2	F 175 CHO 25	7	12-jun	19-jun	6.04	185.04	21340.00	115.33			
3	F 175 CHO 25	7	12-jun	19-jun	6.02	183.57	20270.00	110.42			
4	F 175 CHO 25	14	12-jun	26-jun	5.91	176.80	27420.00	155.09	161.70	6.63	4.10%
5	F 175 CHO 25	14	12-jun	26-jun	6.07	186.51	31400.00	168.35			
6	F 175 CHO 25	14	12-jun	26-jun	6.11	189.41	30620.00	161.66			
7	F 175 CHO 25	28	12-jun	10-jul	5.94	178.69	38650.00	216.29	217.11	1.93	0.89%
8	F 175 CHO 25	28	12-jun	10-jul	5.94	178.97	39250.00	219.32			
9	F 175 CHO 25	28	12-jun	10-jul	5.92	177.40	38270.00	215.72			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (30 kg/m<sup>3</sup>)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm <sup>2</sup>	Fuerza kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 CHO 30	7	15-jun	22-jun	5.94	179.03	20630.00	115.23	118.07	3.32	2.81%
2	F 175 CHO 30	7	15-jun	22-jun	5.84	172.93	21050.00	121.72			
3	F 175 CHO 30	7	15-jun	22-jun	5.89	175.97	20630.00	117.24			
4	F 175 CHO 30	14	15-jun	29-jun	5.97	180.87	24460.00	135.24	138.46	3.52	2.54%
5	F 175 CHO 30	14	15-jun	29-jun	5.91	177.13	25190.00	142.21			
6	F 175 CHO 30	14	15-jun	29-jun	5.94	179.00	24690.00	137.94			
7	F 175 CHO 30	28	15-jun	13-jul	6.00	182.23	34890.00	191.46	195.77	3.73	1.91%
8	F 175 CHO 30	28	15-jun	13-jul	5.95	179.39	35500.00	197.90			
9	F 175 CHO 30	28	15-jun	13-jul	5.97	180.81	35790.00	197.95			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (2 kg/m<sup>3</sup>)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm <sup>2</sup>	Fuerza kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 PP65 2	7	16-jun	23-jun	5.94	178.48	19260.00	107.91	111.62	4.23	3.79%
2	F 175 PP65 2	7	16-jun	23-jun	5.95	179.48	20860.00	116.23			
3	F 175 PP65 2	7	16-jun	23-jun	5.94	178.98	19820.00	110.74			
4	F 175 PP65 2	14	16-jun	30-jun	5.95	179.12	22820.00	127.40	135.35	6.95	5.13%
5	F 175 PP65 2	14	16-jun	30-jun	5.98	181.41	25450.00	140.29			
6	F 175 PP65 2	14	16-jun	30-jun	5.96	180.26	24940.00	138.35			
7	F 175 PP65 2	28	16-jun	14-jul	5.92	177.73	34970.00	196.76	195.53	2.05	1.05%
8	F 175 PP65 2	28	16-jun	14-jul	5.91	177.10	34830.00	196.67			
9	F 175 PP65 2	28	16-jun	14-jul	5.92	177.42	34270.00	193.16			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (5.5 kg/m<sup>3</sup>)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm <sup>2</sup>	Fuerza kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 PP65 5.5	7	17-jun	24-jun	6.10	188.51	21250.00	112.72	118.91	6.10	5.13%
2	F 175 PP65 5.5	7	17-jun	24-jun	6.12	189.72	23700.00	124.92			
3	F 175 PP65 5.5	7	17-jun	24-jun	6.11	189.12	22520.00	119.08			
4	F 175 PP65 5.5	14	17-jun	01-jul	5.88	175.01	24170.00	138.10	138.78	2.56	1.84%
5	F 175 PP65 5.5	14	17-jun	01-jul	5.97	180.56	25570.00	141.61			
6	F 175 PP65 5.5	14	17-jun	01-jul	5.92	177.78	24290.00	136.63			
7	F 175 PP65 5.5	28	17-jun	15-jul	5.91	177.04	34440.00	194.53	191.25	2.85	1.49%
8	F 175 PP65 5.5	28	17-jun	15-jul	5.94	178.48	33800.00	189.37			
9	F 175 PP65 5.5	28	17-jun	15-jul	5.92	177.76	33750.00	189.86			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (9 kg/m<sup>3</sup>)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm <sup>2</sup>	Fuerza kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 175 PP65 9	7	18-jun	25-jun	5.94	178.84	21460.00	119.99	127.66	7.06	5.53%
2	F 175 PP65 9	7	18-jun	25-jun	6.03	184.27	24670.00	133.88			
3	F 175 PP65 9	7	18-jun	25-jun	5.99	181.55	23440.00	129.11			
4	F 175 PP65 9	14	18-jun	02-jul	6.04	184.76	25710.00	139.15	133.24	6.71	5.04%
5	F 175 PP65 9	14	18-jun	02-jul	5.93	178.09	22430.00	125.95			
6	F 175 PP65 9	14	18-jun	02-jul	5.98	181.41	24420.00	134.61			
7	F 175 PP65 9	28	18-jun	16-jul	5.98	181.23	33980.00	187.50	183.35	4.00	2.18%
8	F 175 PP65 9	28	18-jun	16-jul	6.00	182.66	32790.00	179.52			
9	F 175 PP65 9	28	18-jun	16-jul	5.99	181.94	33300.00	183.02			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	F 175	124.87	100.00%
	F 175 PE 0.4	118.52	-5.09%
	F 175 PE 0.5	121.16	-2.97%
	F 175 PE 0.6	133.35	6.79%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	F 175	124.87	100.00%
	F 175 CHO 20	106.73	-14.53%
	F 175 CHO 25	111.18	-10.97%
	F 175 CHO 30	118.07	-5.45%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	F 175	124.87	100.00%
	F 175 PP65 2	111.62	-10.61%
	F 175 PP65 5.5	118.91	-4.78%
	F 175 PP65 9	127.66	2.23%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	F 175	152.74	100.00%
	F 175 PE 0.4	161.09	5.46%
	F 175 PE 0.5	158.97	4.08%
	F 175 PE 0.6	168.03	10.01%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	F 175	152.74	100.00%
	F 175 CHO 20	144.76	-5.22%
	F 175 CHO 25	161.70	5.86%
	F 175 CHO 30	138.46	-9.35%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	F 175	152.74	100.00%
	F 175 PP65 2	135.35	-11.39%
	F 175 PP65 5.5	138.78	-9.14%
	F 175 PP65 9	133.24	-12.77%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	F 175	177.91	100.00%
	F 175 PE 0.4	206.76	16.22%
	F 175 PE 0.5	203.02	14.11%
	F 175 PE 0.6	200.39	12.63%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	F 175	177.9106082	100.00%
	F 175 CHO 20	200.39	12.63%
	F 175 CHO 25	217.11	22.03%
	F 175 CHO 30	195.77	10.04%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	F 175	177.9106082	100.00%
	F 175 PP65 2	195.53	9.90%
	F 175 PP65 5.5	191.25	7.50%
	F 175 PP65 9	183.35	3.05%

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO PATRÓN f'c= 210 kg/cm2**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210	7	23-abr	30-abr	6.10	188.73	34190.00	181.16	187.68	7.12	3.79%
2	F 210	7	23-abr	30-abr	6.14	190.96	37290.00	195.27			
3	F 210	7	23-abr	30-abr	6.12	189.85	35430.00	186.62			
4	F 210	14	23-abr	07-may	6.10	188.79	42400.00	224.58	223.18	2.46	1.10%
5	F 210	14	23-abr	07-may	6.11	189.16	42490.00	224.62			
6	F 210	14	23-abr	07-may	6.11	188.98	41640.00	220.34			
7	F 210	28	23-abr	21-may	6.02	183.48	43640.00	237.85	235.60	2.20	0.93%
8	F 210	28	23-abr	21-may	6.01	182.93	43080.00	235.50			
9	F 210	28	23-abr	21-may	6.01	183.21	42770.00	233.45			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.4 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 PE 0.4	7	08-may	15-may	5.99	181.75	31090.00	171.06	169.72	5.12	3.01%
2	F 210 PE 0.4	7	08-may	15-may	5.93	178.36	31040.00	174.03			
3	F 210 PE 0.4	7	08-may	15-may	5.96	180.05	29540.00	164.06			
4	F 210 PE 0.4	14	08-may	22-may	6.02	183.48	38870.00	211.85	204.88	6.08	2.97%
5	F 210 PE 0.4	14	08-may	22-may	6.18	193.40	38800.00	200.62			
6	F 210 PE 0.4	14	08-may	22-may	6.10	188.41	38090.00	202.17			
7	F 210 PE 0.4	28	08-may	05-jun	6.04	185.01	48650.00	262.96	257.85	5.26	2.04%
8	F 210 PE 0.4	28	08-may	05-jun	6.03	184.43	46560.00	252.46			
9	F 210 PE 0.4	28	08-may	05-jun	6.04	184.72	47680.00	258.12			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 PE 0.5	7	08-may	15-may	6.08	187.59	37680.00	200.86	195.65	4.51	2.31%
2	F 210 PE 0.5	7	08-may	15-may	6.02	183.39	35410.00	193.09			
3	F 210 PE 0.5	7	08-may	15-may	6.05	185.48	35800.00	193.01			
4	F 210 PE 0.5	14	08-may	22-may	6.11	189.01	44320.00	234.49	226.72	6.77	2.99%
5	F 210 PE 0.5	14	08-may	22-may	6.08	187.59	41660.00	222.08			
6	F 210 PE 0.5	14	08-may	22-may	6.10	188.30	42100.00	223.58			
7	F 210 PE 0.5	28	08-may	05-jun	6.11	188.92	51200.00	271.02	266.43	4.02	1.51%
8	F 210 PE 0.5	28	08-may	05-jun	6.13	190.13	50100.00	263.51			
9	F 210 PE 0.5	28	08-may	05-jun	6.12	189.52	50180.00	264.77			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.6 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 PE 0.6	7	08-may	15-may	6.08	187.59	38250.00	203.90	199.67	3.93	1.97%
2	F 210 PE 0.6	7	08-may	15-may	6.11	189.26	37119.50	196.13			
3	F 210 PE 0.6	7	08-may	15-may	6.10	188.42	37490.00	198.97			
4	F 210 PE 0.6	14	08-may	22-may	6.17	193.12	45000.00	233.02	227.72	5.40	2.37%
5	F 210 PE 0.6	14	08-may	22-may	6.15	191.62	43670.00	227.90			
6	F 210 PE 0.6	14	08-may	22-may	6.16	192.37	42750.00	222.23			
7	F 210 PE 0.6	28	08-may	05-jun	6.08	187.00	50020.00	267.48	263.96	3.08	1.17%
8	F 210 PE 0.6	28	08-may	05-jun	6.18	193.40	50800.00	262.67			
9	F 210 PE 0.6	28	08-may	05-jun	6.13	190.19	49780.00	261.74			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (20 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vacceo	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 CHO 20	7	11-may	18-may	6.09	187.90	33090.00	176.11	181.71	5.26	2.90%
2	F 210 CHO 20	7	11-may	18-may	6.08	187.19	34920.00	186.55			
3	F 210 CHO 20	7	11-may	18-may	6.08	187.54	34220.00	182.47			
4	F 210 CHO 20	14	11-may	25-may	6.09	188.02	47860.00	254.55	257.36	2.93	1.14%
5	F 210 CHO 20	14	11-may	25-may	6.14	190.90	49710.00	260.40			
6	F 210 CHO 20	14	11-may	25-may	6.11	189.46	48720.00	257.15			
7	F 210 CHO 20	28	11-may	08-jun	6.15	191.62	52646.00	274.74	281.27	6.67	2.37%
8	F 210 CHO 20	28	11-may	08-jun	6.12	189.82	54681.00	288.07			
9	F 210 CHO 20	28	11-may	08-jun	6.14	190.72	53590.00	280.99			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (25 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vacceo	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 CHO 25	7	11-may	18-may	6.12	189.66	31300.00	165.03	169.91	4.60	2.71%
2	F 210 CHO 25	7	11-may	18-may	6.11	189.29	32970.00	174.18			
3	F 210 CHO 25	7	11-may	18-may	6.12	189.47	32310.00	170.52			
4	F 210 CHO 25	14	11-may	25-may	6.13	190.22	44880.00	235.94	237.55	1.55	0.65%
5	F 210 CHO 25	14	11-may	25-may	5.96	179.93	43010.00	239.04			
6	F 210 CHO 25	14	11-may	25-may	6.04	185.04	43980.00	237.68			
7	F 210 CHO 25	28	11-may	08-jun	6.00	182.35	49360.00	270.68	267.57	2.70	1.01%
8	F 210 CHO 25	28	11-may	08-jun	5.99	181.50	48310.00	266.17			
9	F 210 CHO 25	28	11-may	08-jun	5.99	181.93	48370.00	265.87			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (30 kg/m<sup>3</sup>)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm <sup>2</sup>	Fuerza kg	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 CHO 30	7	11-may	18-may	6.12	189.57	28040.00	147.92	142.15	5.08	3.57%
2	F 210 CHO 30	7	11-may	18-may	6.13	190.53	26360.00	138.35			
3	F 210 CHO 30	7	11-may	18-may	6.12	190.05	26640.00	140.18			
4	F 210 CHO 30	14	11-may	25-may	6.06	186.33	43690.00	234.48	225.65	7.69	3.41%
5	F 210 CHO 30	14	11-may	25-may	6.09	187.65	41370.00	220.46			
6	F 210 CHO 30	14	11-may	25-may	6.07	186.99	41510.00	221.99			
7	F 210 CHO 30	28	11-may	08-jun	6.01	183.15	48900.00	267.00	263.97	2.65	1.00%
8	F 210 CHO 30	28	11-may	08-jun	6.00	182.48	47950.00	262.77			
9	F 210 CHO 30	28	11-may	08-jun	6.01	182.81	47920.00	262.13			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (2 kg/m<sup>3</sup>)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm <sup>2</sup>	Fuerza kg	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	f <sub>c</sub> prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 PP65 2	7	11-may	18-may	6.09	187.74	26260.00	139.87	133.75	5.55	4.15%
2	F 210 PP65 2	7	11-may	18-may	6.11	189.32	24430.00	129.04			
3	F 210 PP65 2	7	11-may	18-may	6.10	188.53	24950.00	132.34			
4	F 210 PP65 2	14	11-may	25-may	6.09	187.84	35020.00	186.44	180.15	5.44	3.02%
5	F 210 PP65 2	14	11-may	25-may	6.09	188.14	33310.00	177.05			
6	F 210 PP65 2	14	11-may	25-may	6.09	187.99	33270.00	176.98			
7	F 210 PP65 2	28	11-may	08-jun	5.93	178.30	45280.00	253.95	244.76	7.97	3.26%
8	F 210 PP65 2	28	11-may	08-jun	6.00	182.57	43940.00	240.68			
9	F 210 PP65 2	28	11-may	08-jun	5.95	179.51	43020.00	239.66			

*Fuente: Elaboración Propia*

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (5.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 PP65 5.5	7	12-may	19-may	6.11	188.92	24040.00	127.25	123.04	4.54	3.69%
2	F 210 PP65 5.5	7	12-may	19-may	6.16	22720.00	118.22				
3	F 210 PP65 5.5	7	12-may	19-may	6.13	23560.00	123.65				
4	F 210 PP65 5.5	14	12-may	26-may	6.11	188.89	28590.00	151.36	156.46	4.74	3.03%
5	F 210 PP65 5.5	14	12-may	26-may	6.10	188.39	30280.00	160.73			
6	F 210 PP65 5.5	14	12-may	26-may	6.10	188.64	29670.00	157.28			
7	F 210 PP65 5.5	28	12-may	09-jun	6.15	191.62	48810.00	254.73	246.09	7.73	3.14%
8	F 210 PP65 5.5	28	12-may	09-jun	6.11	188.86	45290.00	239.81			
9	F 210 PP65 5.5	28	12-may	09-jun	6.11	189.35	46150.00	243.73			

Fuente: Elaboración Propia

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (9 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 210 PP65 9	7	12-may	19-may	6.14	190.78	22540.00	118.15	120.40	2.19	1.82%
2	F 210 PP65 9	7	12-may	19-may	6.16	192.30	23560.00	122.51			
3	F 210 PP65 9	7	12-may	19-may	6.15	191.54	23090.00	120.55			
4	F 210 PP65 9	14	12-may	26-may	6.07	186.63	27790.00	148.90	145.15	3.42	2.36%
5	F 210 PP65 9	14	12-may	26-may	6.13	190.65	27110.00	142.20			
6	F 210 PP65 9	14	12-may	26-may	6.10	188.64	27230.00	144.35			
7	F 210 PP65 9	28	12-may	09-jun	5.97	180.53	47250.00	261.72	255.44	7.03	2.75%
8	F 210 PP65 9	28	12-may	09-jun	6.03	184.46	47360.00	256.75			
9	F 210 PP65 9	28	12-may	09-jun	5.96	179.99	44610.00	247.85			

Fuente: Elaboración Propia

VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón	EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón	EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
7	F 210	187.68	100.00%	7	F 210	187.6845243	100.00%	7	F 210	187.6845243	100.00%
	F 210 PE 0.4	169.72	-9.57%		F 210 CHO 20	181.71	-3.18%		F 210 PP65 2	133.75	-28.74%
	F 210 PE 0.5	195.65	4.25%		F 210 CHO 25	169.91	-9.47%		F 210 PP65 5.5	123.04	-34.44%
	F 210 PE 0.6	199.67	6.38%		F 210 CHO 30	142.15	-24.26%		F 210 PP65 9	120.40	-35.85%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón	EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón	EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
14	F 210	223.18	100.00%	14	F 210	223.1819183	100.00%	14	F 210	223.1819183	100.00%
	F 210 PE 0.4	204.88	-8.20%		F 210 CHO 20	257.36	15.32%		F 210 PP65 2	180.15	-19.28%
	F 210 PE 0.5	226.72	1.58%		F 210 CHO 25	237.55	6.44%		F 210 PP65 5.5	156.46	-29.90%
	F 210 PE 0.6	227.72	2.03%		F 210 CHO 30	225.65	1.10%		F 210 PP65 9	145.15	-34.96%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón	EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón	EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variacion respecto al C° patrón
28	F 210	235.60	100.00%	28	F 210	235.5987226	100.00%	28	F 210	235.5987226	100.00%
	F 210 PE 0.4	257.85	9.44%		F 210 CHO 20	281.27	19.39%		F 210 PP65 2	244.76	3.89%
	F 210 PE 0.5	266.43	13.09%		F 210 CHO 25	267.57	13.57%		F 210 PP65 5.5	246.09	4.45%
	F 210 PE 0.6	263.96	12.04%		F 210 CHO 30	263.97	12.04%		F 210 PP65 9	255.44	8.42%

Fuente: Elaboración Propia



### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION CONCRETO PATRÓN $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area $\text{cm}^2$	Fuerza kg	$f'c$ $\text{kg/cm}^2$	$f'c$ prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280	7	22-abr	29-abr	5.63	160.84	28700.00	178.44	177.21	4.80	2.71%
2	F 280	7	22-abr	29-abr	5.93	177.88	30580.00	171.91			
3	F 280	7	22-abr	29-abr	5.71	165.32	29970.00	181.28			
4	F 280	14	22-abr	06-may	5.97	180.69	50810.00	281.21	277.51	3.86	1.39%
5	F 280	14	22-abr	06-may	5.98	181.20	49560.00	273.51			
6	F 280	14	22-abr	06-may	5.98	180.94	50270.00	277.82	299.57	3.54	1.18%
10	F 280	28	22-abr	20-may	5.96	179.87	53650.00	298.27			
11	F 280	28	22-abr	20-may	5.94	178.94	54320.00	303.57			
12	F 280	28	22-abr	20-may	5.98	181.23	53800.00	296.86			

Fuente: Elaboración Propia

### RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.4 $\text{kg/m}^3$ )

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area $\text{cm}^2$	Fuerza kg	$f'c$ $\text{kg/cm}^2$	$f'c$ prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 PE 0.4	7	27-abr	04-may	5.92	177.64	39330.00	221.40	219.29	3.18	1.45%
2	F 280 PE 0.4	7	27-abr	04-may	5.64	160.92	34700.00	215.63			
3	F 280 PE 0.4	7	27-abr	04-may	5.78	169.18	37360.00	220.83			
4	F 280 PE 0.4	14	27-abr	11-may	5.91	177.04	49150.00	277.62	274.32	2.87	1.05%
5	F 280 PE 0.4	14	27-abr	11-may	5.91	176.68	48230.00	272.97			
6	F 280 PE 0.4	14	27-abr	11-may	5.91	176.86	48170.00	272.36	307.02	2.91	0.95%
7	F 280 PE 0.4	28	27-abr	25-may	6.12	190.06	58980.00	310.32			
8	F 280 PE 0.4	28	27-abr	25-may	6.11	189.20	57880.00	305.93			
9	F 280 PE 0.4	28	27-abr	25-may	6.12	189.63	57800.00	304.81			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 PE 0.5	7	28-abr	05-may	5.94	179.06	31700.00	177.04	169.31	6.72	3.97%
2	F 280 PE 0.5	7	28-abr	05-may	6.06	186.33	30930.00	166.00			
3	F 280 PE 0.5	7	28-abr	05-may	6.00	182.67	30120.00	164.88			
4	F 280 PE 0.5	14	28-abr	12-may	6.05	185.28	50230.00	271.10			
5	F 280 PE 0.5	14	28-abr	12-may	5.96	179.84	48740.00	271.02	270.59	0.81	0.30%
6	F 280 PE 0.5	14	28-abr	12-may	6.00	182.55	49225.00	269.65			
7	F 280 PE 0.5	28	28-abr	26-may	6.15	191.62	60280.00	314.58			
8	F 280 PE 0.5	28	28-abr	26-may	6.02	183.82	58490.00	318.20	315.83	2.05	0.65%
9	F 280 PE 0.5	28	28-abr	26-may	6.09	187.70	59070.00	314.71			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PE (0.6 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 PE 0.6	7	04-may	11-may	5.98	181.35	29450.00	162.39	173.52	10.65	6.14%
2	F 280 PE 0.6	7	04-may	11-may	5.99	181.63	33350.00	183.62			
3	F 280 PE 0.6	7	04-may	11-may	5.98	181.49	31680.00	174.56			
4	F 280 PE 0.6	14	04-may	18-may	6.11	189.13	51310.00	271.29	267.14	4.16	1.56%
5	F 280 PE 0.6	14	04-may	18-may	6.08	187.28	49250.00	262.97			
6	F 280 PE 0.6	14	04-may	18-may	6.09	188.21	50280.00	267.15			
7	F 280 PE 0.6	28	04-may	01-jun	6.14	190.72	61570.00	322.84	319.96	2.90	0.91%
8	F 280 PE 0.6	28	04-may	01-jun	6.07	186.42	59100.00	317.03			
9	F 280 PE 0.6	28	04-may	01-jun	6.10	188.56	60340.00	320.00			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (20 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 CHO 20	7	05-may	12-may	6.07	186.57	41470.00	222.27	217.41	4.42	2.04%
2	F 280 CHO 20	7	05-may	12-may	6.11	189.16	40410.00	213.62			
3	F 280 CHO 20	7	05-may	12-may	6.09	187.87	40640.00	216.32			
4	F 280 CHO 20	14	05-may	19-may	6.09	187.93	49760.00	264.78	261.05	3.29	1.26%
5	F 280 CHO 20	14	05-may	19-may	6.08	187.53	48490.00	258.58			
6	F 280 CHO 20	14	05-may	19-may	6.09	187.73	48770.00	259.79			
7	F 280 CHO 20	28	05-may	02-jun	6.14	191.15	62200.00	325.40	321.58	3.33	1.03%
8	F 280 CHO 20	28	05-may	02-jun	6.12	189.82	60610.00	319.31			
9	F 280 CHO 20	28	05-may	02-jun	6.13	190.48	60960.00	320.03			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (25 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 CHO 25	7	06-may	13-may	6.12	190.00	41700.00	219.47	218.34	6.33	2.90%
2	F 280 CHO 25	7	06-may	13-may	6.09	187.65	42040.00	224.03			
3	F 280 CHO 25	7	06-may	13-may	6.10	188.82	39940.00	211.52			
4	F 280 CHO 25	14	06-may	20-may	6.08	187.34	50040.00	267.10	263.93	7.19	2.72%
5	F 280 CHO 25	14	06-may	20-may	6.08	187.56	50450.00	268.98			
6	F 280 CHO 25	14	06-may	20-may	6.08	187.45	47930.00	255.69			
7	F 280 CHO 25	28	06-may	03-jun	6.00	182.11	62550.00	343.47	342.27	10.15	2.97%
8	F 280 CHO 25	28	06-may	03-jun	5.95	179.27	63060.00	351.77			
9	F 280 CHO 25	28	06-may	03-jun	5.97	180.69	59910.00	331.57			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON FIBRA DE ACERO (30 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 CHO 30	7	06-may	13-may	6.11	188.92	39430.00	208.72	207.87	2.30	1.11%
2	F 280 CHO 30	7	06-may	13-may	6.08	187.56	38500.00	205.27			
3	F 280 CHO 30	7	06-may	13-may	6.10	188.24	39460.00	209.63			
4	F 280 CHO 30	14	06-may	20-may	6.03	184.06	47320.00	257.09	252.42	5.98	2.37%
5	F 280 CHO 30	14	06-may	20-may	6.09	188.05	46200.00	245.68			
6	F 280 CHO 30	14	06-may	20-may	6.06	186.05	47350.00	254.50			
7	F 280 CHO 30	28	06-may	03-jun	5.91	176.80	59150.00	334.55	328.79	7.58	2.31%
8	F 280 CHO 30	28	06-may	03-jun	5.97	180.35	57750.00	320.21			
9	F 280 CHO 30	28	06-may	03-jun	5.94	178.48	59190.00	331.63			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (2 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv.Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 PP65 2	7	06-may	13-may	6.11	188.92	36130.00	191.25	189.81	2.02	1.07%
2	F 280 PP65 2	7	06-may	13-may	6.10	188.79	36000.00	190.68			
3	F 280 PP65 2	7	06-may	13-may	6.11	188.86	35410.00	187.50			
4	F 280 PP65 2	14	06-may	20-may	5.92	177.40	51620.00	290.98	287.86	3.33	1.16%
5	F 280 PP65 2	14	06-may	20-may	5.93	178.42	51430.00	288.25			
6	F 280 PP65 2	14	06-may	20-may	5.93	177.91	50590.00	284.35			
7	F 280 PP65 2	28	06-may	03-jun	6.10	188.30	61940.00	328.95	325.10	3.90	1.20%
8	F 280 PP65 2	28	06-may	03-jun	6.12	189.78	61720.00	325.21			
9	F 280 PP65 2	28	06-may	03-jun	6.11	189.04	60710.00	321.15			

Fuente: *Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (5.5 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv. Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 PP65 5.5	7	07-may	14-may	6.08	187.56	39430.00	210.23	203.25	6.18	3.04%
2	F 280 PP65 5.5	7	07-may	14-may	6.12	189.97	38200.00	201.08			
3	F 280 PP65 5.5	7	07-may	14-may	6.10	188.76	37460.00	198.45			
4	F 280 PP65 5.5	14	07-may	21-may	5.95	179.33	56330.00	314.12	306.93	7.21	2.35%
5	F 280 PP65 5.5	14	07-may	21-may	5.92	177.76	54570.00	306.98			
6	F 280 PP65 5.5	14	07-may	21-may	5.94	178.54	53510.00	299.70			
7	F 280 PP65 5.5	28	07-may	04-jun	6.04	184.92	67600.00	365.57	359.00	6.44	1.79%
8	F 280 PP65 5.5	28	07-may	04-jun	6.00	182.54	65480.00	358.72			
9	F 280 PP65 5.5	28	07-may	04-jun	5.99	182.05	64210.00	352.71			

*Fuente: Elaboración Propia*

**RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION  
CONCRETO REFORZADO CON POLIPROPILENO PP65 (9 kg/m3)**

N°	CODIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Prom. Diam. in	Area cm2	Fuerza kg	f'c kg/cm2	f'c prom	Desv. Estandar (Ds)	Coef. Variación (V) %
1	F 280 PP65 9	7	07-may	14-may	6.06	186.14	26290.00	141.24	132.09	9.63	7.29%
2	F 280 PP65 9	7	07-may	14-may	6.12	189.54	23130.00	122.03			
3	F 280 PP65 9	7	07-may	14-may	6.09	187.84	24980.00	132.99			
4	F 280 PP65 9	14	07-may	21-may	6.03	184.37	56440.00	306.13	298.14	7.03	2.36%
5	F 280 PP65 9	14	07-may	21-may	5.94	178.72	52350.00	292.91			
6	F 280 PP65 9	14	07-may	21-may	5.99	181.53	53620.00	295.37			
7	F 280 PP65 9	28	07-may	04-jun	6.12	189.79	67730.00	356.87	350.27	5.72	1.63%
8	F 280 PP65 9	28	07-may	04-jun	5.98	181.08	62820.00	346.92			
9	F 280 PP65 9	28	07-may	04-jun	6.05	185.41	64340.00	347.02			

*Fuente: Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

**VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	F 280	177.21	100.00%
	F 280 PE 0.4	219.29	23.74%
	F 280 PE 0.5	169.31	-4.46%
	F 280 PE 0.6	173.52	-2.08%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	F 280	177.21	100.00%
	F 280 CHO 20	217.41	22.68%
	F 280 CHO 25	218.34	23.21%
	F 280 CHO 30	207.87	17.30%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
7	F 280	177.21	100.00%
	F 280 PP65 2	189.81	7.11%
	F 280 PP65 5.5	203.25	14.70%
	F 280 PP65 9	132.09	-25.46%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	F 280	277.51	100.00%
	F 280 PE 0.4	274.32	-1.15%
	F 280 PE 0.5	270.59	-2.49%
	F 280 PE 0.6	267.14	-3.74%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	F 280	277.51	100.00%
	F 280 CHO 20	261.05	-5.93%
	F 280 CHO 25	263.93	-4.90%
	F 280 CHO 30	252.42	-9.04%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
14	F 280	277.51	100.00%
	F 280 PP65 2	287.86	3.73%
	F 280 PP65 5.5	306.93	10.60%
	F 280 PP65 9	298.14	7.43%

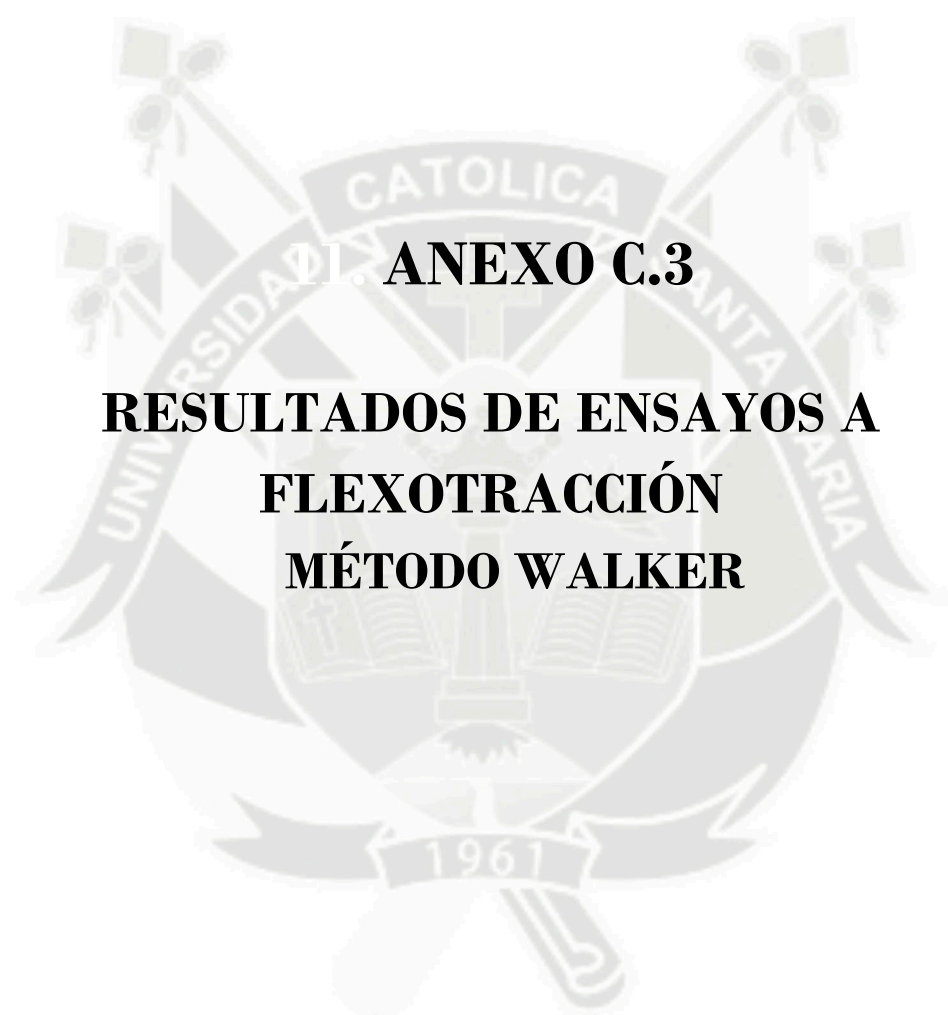
EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	F 280	299.57	100.00%
	F 280 PE 0.4	307.02	2.49%
	F 280 PE 0.5	315.83	5.43%
	F 280 PE 0.6	319.96	6.81%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	F 280	299.57	100.00%
	F 280 CHO 20	321.58	7.35%
	F 280 CHO 25	342.27	14.25%
	F 280 CHO 30	328.79	9.76%

EDAD	TIPO DE CONCRETO	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación respecto al C° patrón
28	F 280	299.57	100.00%
	F 280 PP65 2	325.10	8.52%
	F 280 PP65 5.5	359.00	19.84%
	F 280 PP65 9	350.27	16.92%

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



**II. ANEXO C.3**  
**RESULTADOS DE ENSAYOS A**  
**FLEXOTRACCIÓN**  
**MÉTODO WALKER**

# ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 175	7	12-jun	19-jun	1820	50	15.10	15.15	15.13	15.50	15.40	15.45	22.68	22.87	0.21	0.01
W 175	7	12-jun	19-jun	1790	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.30	15.25	22.82			
W 175	7	12-jun	19-jun	1805	50	15.10	15.20	15.15	15.22	15.25	15.24	23.10			
W 175	28	12-jun	10-jul	2080	50	15.25	15.20	15.23	15.30	15.20	15.25	26.43	26.25	0.26	0.01
W 175	28	12-jun	10-jul	2050	50	15.33	15.40	15.37	15.18	15.24	15.21	25.95			
W 175	28	12-jun	10-jul	2130	50	15.20	15.26	15.23	15.40	15.50	15.45	26.37			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 175 PE 0.4	7	01-jun	08-jun	2060	50	15.10	15.14	15.12	15.10	15.20	15.15	26.71	27.52	1.03	0.04
W 175 PE 0.4	7	01-jun	08-jun	2150	50	15.05	15.10	15.08	14.90	15.02	14.96	28.68			
W 175 PE 0.4	7	01-jun	08-jun	2100	50	15.10	15.20	15.15	15.20	15.10	15.15	27.18			
W 175 PE 0.4	28	01-jun	29-jun	2410	50	15.10	15.15	15.13	15.10	15.30	15.20	31.03	30.86	0.97	0.03
W 175 PE 0.4	28	01-jun	29-jun	2460	50	15.00	15.10	15.05	15.20	15.25	15.23	31.73			
W 175 PE 0.4	28	01-jun	29-jun	2380	50	15.20	15.10	15.15	15.50	15.30	15.40	29.81			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 175 PE 0.5	7	02-jun	09-jun	1740	50	15.10	15.08	15.09	15.10	15.05	15.08	22.83	23.32	0.53	0.02
W 175 PE 0.5	7	02-jun	09-jun	1830	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.20	15.15	23.88			
W 175 PE 0.5	7	02-jun	09-jun	1790	50	15.18	15.20	15.19	15.10	15.10	15.10	23.26			
W 175 PE 0.5	28	02-jun	30-jun	2170	50	15.10	15.20	15.15	15.20	15.10	15.15	28.08	27.76	0.34	0.01
W 175 PE 0.5	28	02-jun	30-jun	2110	50	15.20	15.30	15.25	15.05	15.10	15.08	27.40			
W 175 PE 0.5	28	02-jun	30-jun	2140	50	15.20	15.10	15.15	15.10	15.15	15.13	27.79			

Fuente: Elaboración Propia

"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10				
W 175 PE 0.6	7	03-jun	10-jun	1740	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	22.86	23.38	0.52	0.02
W 175 PE 0.6	7	03-jun	10-jun	1830	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	23.90			
W 175 PE 0.6	7	03-jun	10-jun	1790	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	23.38			
W 175 PE 0.6	28	03-jun	01-jul	2180	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	28.89	29.27	0.75	0.03
W 175 PE 0.6	28	03-jun	01-jul	2290	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	30.14			
W 175 PE 0.6	28	03-jun	01-jul	2200	50	15.05	15.10	15.08	15.12	15.09	15.11	28.78			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50 <th>15.20</th> <th>15.10</th> <th>15.15</th> <th>15.10</th> <th>15.07</th> <th>15.09</th>	15.20	15.10	15.15	15.10	15.07				
W 175 CHO 20	7	04-jun	11-jun	1820	50	15.20	15.10	15.15	15.10	15.07	15.09	23.76	23.35	0.35	0.02
W 175 CHO 20	7	04-jun	11-jun	1780	50	15.09	15.05	15.07	15.09	15.24	15.17	23.11			
W 175 CHO 20	7	04-jun	11-jun	1780	50	15.10	15.12	15.11	15.09	15.15	15.12	23.19			
W 175 CHO 20	28	04-jun	02-jul	2270	50	15.25	15.21	15.23	15.30	15.20	15.25	28.84	28.72	0.28	0.01
W 175 CHO 20	28	04-jun	02-jul	2220	50	15.15	15.20	15.18	15.20	15.25	15.23	28.40			
W 175 CHO 20	28	04-jun	02-jul	2290	50	15.30	15.22	15.26	15.25	15.31	15.28	28.92			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50 <th>15.00 <th>15.07 <th>15.04 <th>15.12 <th>15.15 <th>15.14 </th></th></th></th></th></th>	15.00 <th>15.07 <th>15.04 <th>15.12 <th>15.15 <th>15.14 </th></th></th></th></th>	15.07 <th>15.04 <th>15.12 <th>15.15 <th>15.14 </th></th></th></th>	15.04 <th>15.12 <th>15.15 <th>15.14 </th></th></th>	15.12 <th>15.15 <th>15.14 </th></th>	15.15 <th>15.14 </th>				
W 175 CHO 25	7	05-jun	12-jun	1900	50	15.00	15.07	15.04	15.12	15.15	15.14	24.83	24.75	0.25	0.01
W 175 CHO 25	7	05-jun	12-jun	1930	50	15.09	15.10	15.10	15.20	15.17	15.19	24.95			
W 175 CHO 25	7	05-jun	12-jun	1890	50	15.09	15.05	15.07	15.17	15.20	15.19	24.48			
W 175 CHO 25	28	05-jun	03-jul	2370	50	15.25	15.12	15.19	15.25	15.20	15.23	30.30	30.33	0.47	0.02
W 175 CHO 25	28	05-jun	03-jul	2410	50	15.15	15.23	15.19	15.23	15.21	15.22	30.82			
W 175 CHO 25	28	05-jun	03-jul	2320	50	15.14	15.21	15.18	15.15	15.20	15.18	29.88			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA				Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b		d		b		d					
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	b1(cm)	b2(cm)				
W 175 CHO 30	7	08-jun	15-jun	2090	50	15.10	15.15	15.13	15.22	15.10	15.16	15.16	27.06	26.95	0.15	0.01	
W 175 CHO 30	7	08-jun	15-jun	2070	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	27.03					
W 175 CHO 30	7	08-jun	15-jun	2050	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	26.78	33.09	33.16	0.34	0.01	
W 175 CHO 30	28	08-jun	06-jul	2610	50	15.30	15.20	15.25	15.30	15.21	15.26	33.09					
W 175 CHO 30	28	08-jun	06-jul	2590	50	15.13	15.24	15.19	15.10	15.16	15.13	33.53	32.87	0.66	0.02		
W 175 CHO 30	28	08-jun	06-jul	2560	50	15.20	15.10	15.15	15.15	15.27	15.21	32.87					

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA				Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b		d		b		d					
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	b1(cm)	b2(cm)				
W 175 PP65 2	7	09-jun	16-jun	2470	50	15.10	15.08	15.09	15.10	15.20	15.15	32.09	31.97	0.58	0.02		
W 175 PP65 2	7	09-jun	16-jun	2410	50	15.00	15.05	15.03	15.15	15.20	15.18	31.34					
W 175 PP65 2	7	09-jun	16-jun	2530	50	15.18	15.20	15.19	15.20	15.18	15.19	32.48	29.98	29.48	0.66	0.02	
W 175 PP65 2	28	09-jun	07-jul	2340	50	15.10	15.20	15.15	15.20	15.25	15.23	29.98					
W 175 PP65 2	28	09-jun	07-jul	2320	50	15.20	15.17	15.19	15.25	15.17	15.21	29.72	28.73	0.66	0.02		
W 175 PP65 2	28	09-jun	07-jul	2250	50	15.20	15.25	15.23	15.28	15.15	15.22	28.73					

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA				Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b		d		b		d					
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	b1(cm)	b2(cm)				
W 175 PP65 5.5	7	10-jun	17-jun	1880	50	15.10	15.14	15.12	15.12	15.20	15.16	24.35	24.89	0.62	0.03		
W 175 PP65 5.5	7	10-jun	17-jun	1970	50	15.05	15.10	15.08	15.20	15.13	15.17	25.57					
W 175 PP65 5.5	7	10-jun	17-jun	1930	50	15.10	15.20	15.15	15.23	15.20	15.22	24.76	30.48	30.35	0.33	0.01	
W 175 PP65 5.5	28	10-jun	08-jul	2350	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.16	15.15	30.48					
W 175 PP65 5.5	28	10-jun	08-jul	2310	50	15.12	15.10	15.11	15.18	15.12	15.15	29.97	30.58	0.33	0.01		
W 175 PP65 5.5	28	10-jun	08-jul	2370	50	15.20	15.15	15.18	15.14	15.18	15.16	30.58					

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 175 PP65 9	7	11-jun	18-jun	2040	50	15.12	15.50	15.31	15.12	15.50	15.31	25.58	26.32	0.65	0.02
W 175 PP65 9	7	11-jun	18-jun	2140	50	15.20	15.43	15.32	15.20	15.43	15.32	26.81			
W 175 PP65 9	7	11-jun	18-jun	2100	50	15.23	15.30	15.27	15.23	15.30	15.27	26.57			
W 175 PP65 9	28	11-jun	09-jul	2550	50	15.27	15.26	15.26	15.30	15.26	15.28	32.21	33.10	0.80	0.02
W 175 PP65 9	28	11-jun	09-jul	2710	50	15.40	15.32	15.36	15.35	15.32	15.34	33.76			
W 175 PP65 9	28	11-jun	09-jul	2670	50	15.35	15.38	15.37	15.25	15.38	15.32	33.34			

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 210	7	12-jun	19-jun	1810	50	15.10	15.15	15.13	15.10	15.20	15.15	23.46	23.82	0.52	0.02
W 210	7	12-jun	19-jun	1780	50	15.20	15.15	15.18	14.90	15.02	14.96	23.59			
W 210	7	12-jun	19-jun	1880	50	14.98	15.20	15.09	15.20	15.10	15.15	24.43			
W 210	28	12-jun	10-jul	2370	50	15.00	15.20	15.10	15.10	15.30	15.20	30.57	30.45	0.97	0.03
W 210	28	12-jun	10-jul	2430	50	15.13	14.96	15.05	15.20	15.25	15.23	31.36			
W 210	28	12-jun	10-jul	2350	50	15.20	15.10	15.15	15.50	15.30	15.40	29.43			

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 210 PE 0.4	7	15-jun	22-jun	2110	50	15.10	15.22	15.16	15.20	15.30	15.25	26.93	27.01	0.11	0.00
W 210 PE 0.4	7	15-jun	22-jun	2100	50	15.20	15.15	15.18	15.10	15.20	15.15	27.13			
W 210 PE 0.4	7	15-jun	22-jun	2110	50	15.18	15.20	15.19	15.25	15.20	15.23	26.97			
W 210 PE 0.4	28	15-jun	13-jul	2910	50	15.10	15.20	15.15	15.25	15.10	15.18	37.53	36.90	0.96	0.03
W 210 PE 0.4	28	15-jun	13-jul	2830	50	15.20	15.30	15.25	15.30	15.25	15.28	35.79			
W 210 PE 0.4	28	15-jun	13-jul	2920	50	15.20	15.10	15.15	15.27	15.20	15.24	37.37			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.00	15.05	15.10	15.20	15.15				
W 210 PE 0.5	7	15-jun	22-jun	2140	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.20	15.15	27.92	27.81	1.00	0.04
W 210 PE 0.5	7	15-jun	22-jun	2090	50	15.10	15.23	15.17	15.25	15.20	15.23	26.75			
W 210 PE 0.5	7	15-jun	22-jun	2220	50	15.10	15.18	15.14	15.10	15.20	15.15	28.75			
W 210 PE 0.5	28	15-jun	13-jul	2680	50	15.25	15.30	15.28	15.20	15.30	15.25	33.95	34.16	1.18	0.03
W 210 PE 0.5	28	15-jun	13-jul	2610	50	15.25	15.20	15.23	15.18	15.35	15.27	33.11			
W 210 PE 0.5	28	15-jun	13-jul	2770	50	15.28	15.15	15.22	15.26	15.15	15.21	35.44			

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.10	15.15	15.13	15.15	15.10				
W 210 PE 0.6	7	16-jun	23-jun	2220	50	15.10	15.15	15.13	15.15	15.10	15.13	28.87	28.55	0.92	0.03
W 210 PE 0.6	7	16-jun	23-jun	2260	50	15.20	15.15	15.18	15.18	15.09	15.14	29.26			
W 210 PE 0.6	7	16-jun	23-jun	2140	50	15.30	15.20	15.25	15.12	15.18	15.15	27.51			
W 210 PE 0.6	28	16-jun	14-jul	2780	50	15.30	15.20	15.25	15.20	15.15	15.18	35.62	35.37	1.08	0.03
W 210 PE 0.6	28	16-jun	14-jul	2820	50	15.13	15.29	15.21	15.20	15.12	15.16	36.30			
W 210 PE 0.6	28	16-jun	14-jul	2670	50	15.20	15.29	15.25	15.20	15.17	15.19	34.18			

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.10	15.08	15.09	15.00	15.10				
W 210 CHO 20	7	16-jun	23-jun	2260	50	15.10	15.08	15.09	15.00	15.10	15.05	29.75	30.37	0.79	0.03
W 210 CHO 20	7	16-jun	23-jun	2370	50	15.00	15.05	15.03	15.09	15.05	15.07	31.26			
W 210 CHO 20	7	16-jun	23-jun	2320	50	15.18	15.20	15.19	15.10	15.12	15.11	30.10			
W 210 CHO 20	28	16-jun	14-jul	2820	50	15.10	15.20	15.15	14.98	15.01	15.00	37.25	37.47	0.63	0.02
W 210 CHO 20	28	16-jun	14-jul	2940	50	15.20	15.30	15.25	15.10	15.05	15.08	38.17			
W 210 CHO 20	28	16-jun	14-jul	2840	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	36.97			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 210 CHO 25	7	17-jun	24-jun	2670	50	15.10	15.22	15.16	15.20	15.30	15.25	34.08	35.09	1.05	0.03
W 210 CHO 25	7	17-jun	24-jun	2800	50	15.20	15.15	15.18	15.10	15.20	15.15	36.18			
W 210 CHO 25	7	17-jun	24-jun	2740	50	15.18	15.20	15.19	15.25	15.20	15.23	35.02			
W 210 CHO 25	28	17-jun	15-jul	3340	50	15.10	15.20	15.15	15.25	15.10	15.18	43.08	43.32	0.49	0.01
W 210 CHO 25	28	17-jun	15-jul	3470	50	15.20	15.30	15.25	15.30	15.25	15.28	43.88			
W 210 CHO 25	28	17-jun	15-jul	3360	50	15.20	15.10	15.15	15.27	15.20	15.24	43.00			

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 210 CHO 30	7	17-jun	24-jun	2550	50	15.12	15.50	15.31	15.12	15.50	15.31	31.98	32.94	0.85	0.03
W 210 CHO 30	7	17-jun	24-jun	2680	50	15.20	15.43	15.32	15.20	15.43	15.32	33.57			
W 210 CHO 30	7	17-jun	24-jun	2630	50	15.23	15.30	15.27	15.23	15.30	15.27	33.27			
W 210 CHO 30	28	17-jun	15-jul	3190	50	15.27	15.26	15.26	15.30	15.26	15.28	40.30	40.62	0.64	0.02
W 210 CHO 30	28	17-jun	15-jul	3320	50	15.40	15.32	15.36	15.35	15.32	15.34	41.36			
W 210 CHO 30	28	17-jun	15-jul	3220	50	15.35	15.38	15.37	15.25	15.38	15.32	40.21			

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 210 PP65 2	7	18-jun	25-jun	2280	50	15.00	15.07	15.04	15.00	15.10	15.05	30.13	30.30	0.97	0.03
W 210 PP65 2	7	18-jun	25-jun	2380	50	15.09	15.00	15.05	15.09	15.05	15.07	31.35			
W 210 PP65 2	7	18-jun	25-jun	2250	50	15.09	15.05	15.07	15.10	15.12	15.11	29.43			
W 210 PP65 2	28	18-jun	16-jul	2850	50	15.00	15.12	15.06	14.98	15.01	15.00	37.87	37.93	1.19	0.03
W 210 PP65 2	28	18-jun	16-jul	2980	50	15.05	15.10	15.08	15.10	15.05	15.08	39.14			
W 210 PP65 2	28	18-jun	16-jul	2810	50	15.04	15.11	15.08	15.12	15.09	15.11	36.76			

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

# ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.10	15.08	15.10	15.20	15.15				
W 210 PP65 5.5	7	18-jun	25-jun	2180	50	15.10	15.08	15.09	15.10	15.20	15.15	28.32	28.43	1.17	0.04
W 210 PP65 5.5	7	18-jun	25-jun	2250	50	15.00	15.05	15.03	15.05	15.10	29.65				
W 210 PP65 5.5	7	18-jun	25-jun	2110	50	15.18	15.20	15.19	15.15	15.10	27.32				
W 210 PP65 5.5	28	18-jun	16-jul	2720	50	15.10	15.20	15.15	15.20	15.10	15.15	35.20	35.12	0.93	0.03
W 210 PP65 5.5	28	18-jun	16-jul	2810	50	15.20	15.30	15.25	15.15	15.20	36.01				
W 210 PP65 5.5	28	18-jun	16-jul	2700	50	15.20	15.10	15.15	15.30	15.35	34.15				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50 <th>15.10 <th>15.15 <th>15.12 <th>15.50 <th>15.31 </th></th></th></th></th>	15.10 <th>15.15 <th>15.12 <th>15.50 <th>15.31 </th></th></th></th>	15.15 <th>15.12 <th>15.50 <th>15.31 </th></th></th>	15.12 <th>15.50 <th>15.31 </th></th>	15.50 <th>15.31 </th>	15.31				
W 210 PP65 9	7	19-jun	26-jun	2290	50	15.10	15.15	15.13	15.12	15.50	15.31	29.07	28.60	0.50	0.02
W 210 PP65 9	7	19-jun	26-jun	2220	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.43	28.07				
W 210 PP65 9	7	19-jun	26-jun	2240	50	14.98	15.20	15.09	15.23	15.30	28.67				
W 210 PP65 9	28	19-jun	17-jul	2860	50	15.00	15.20	15.10	15.30	15.26	15.28	36.52	36.03	0.60	0.02
W 210 PP65 9	28	19-jun	17-jul	2780	50	15.13	14.96	15.05	15.35	15.32	35.36				
W 210 PP65 9	28	19-jun	17-jul	2860	50	15.20	15.10	15.15	15.25	15.38	36.22				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50 <th>15.00 <th>15.05 <th>15.03 <th>15.10 <th>15.02 <th>15.06 </th></th></th></th></th></th>	15.00 <th>15.05 <th>15.03 <th>15.10 <th>15.02 <th>15.06 </th></th></th></th></th>	15.05 <th>15.03 <th>15.10 <th>15.02 <th>15.06 </th></th></th></th>	15.03 <th>15.10 <th>15.02 <th>15.06 </th></th></th>	15.10 <th>15.02 <th>15.06 </th></th>	15.02 <th>15.06 </th>				
W 280	7	19-jun	26-jun	2170	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.02	15.06	28.66	29.24	0.53	0.02
W 280	7	19-jun	26-jun	2290	50	15.10	15.05	15.08	15.20	15.15	29.68				
W 280	7	19-jun	26-jun	2240	50	15.05	15.00	15.03	15.13	15.10	29.36				
W 280	28	19-jun	17-jul	2710	50	15.10	15.15	15.13	15.22	15.16	15.19	34.94	36.94	1.83	0.05
W 280	28	19-jun	17-jul	2860	50	15.00	15.10	15.05	15.10	15.16	37.36				
W 280	28	19-jun	17-jul	2980	50	15.05	15.10	15.08	15.21	15.18	38.53				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Miliagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 280 PE 0.4	7	22-jun	29-jun	2440	50	15.10	15.15	15.13	15.10	15.14	15.12	31.75	31.35	0.35	0.01
W 280 PE 0.4	7	22-jun	29-jun	2420	50	15.20	15.15	15.18	15.18	15.20	15.19	31.10			
W 280 PE 0.4	7	22-jun	29-jun	2390	50	14.98	15.20	15.09	15.13	15.10	15.12	31.20			
W 280 PE 0.4	28	22-jun	20-jul	3050	50	15.00	15.20	15.10	15.20	15.18	15.19	39.39	39.68	0.31	0.01
W 280 PE 0.4	28	22-jun	20-jul	3030	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	39.64			
W 280 PE 0.4	28	22-jun	20-jul	3100	50	15.20	15.10	15.15	15.14	15.20	15.17	40.01			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 280 PE 0.5	7	22-jun	29-jun	2620	50	15.10	15.08	15.09	15.18	15.20	15.19	33.86	33.24	0.56	0.02
W 280 PE 0.5	7	22-jun	29-jun	2500	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.13	15.12	32.77			
W 280 PE 0.5	7	22-jun	29-jun	2570	50	15.18	15.20	15.19	15.14	15.20	15.17	33.08			
W 280 PE 0.5	28	22-jun	20-jul	3270	50	15.10	15.20	15.15	15.10	15.13	15.12	42.51	42.29	2.16	0.05
W 280 PE 0.5	28	22-jun	20-jul	3130	50	15.20	15.30	15.25	15.20	15.18	15.19	40.03			
W 280 PE 0.5	28	22-jun	20-jul	3410	50	15.20	15.10	15.15	15.13	15.10	15.12	44.33			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 280 PE 0.6	7	23-jun	30-jun	2380	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.10	15.12	30.99	31.78	0.69	0.02
W 280 PE 0.6	7	23-jun	30-jun	2510	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.18	15.19	32.26			
W 280 PE 0.6	7	23-jun	30-jun	2460	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.14	15.12	32.09			
W 280 PE 0.6	28	23-jun	21-jul	2970	50	15.00	15.20	15.10	15.13	15.10	15.12	38.74	40.60	1.67	0.04
W 280 PE 0.6	28	23-jun	21-jul	3140	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	41.08			
W 280 PE 0.6	28	23-jun	21-jul	3260	50	15.20	15.10	15.15	15.18	15.20	15.19	41.97			

Fuente: Elaboración Propia

"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.00	15.10	15.05	15.10	15.15				
W 280 CHO 20	7	23-jun	30-jun	2620	50	15.00	15.10	15.05	15.10	15.15	15.13	34.24	35.07	0.74	0.02
W 280 CHO 20	7	23-jun	30-jun	2750	50	15.09	15.05	15.07	15.20	15.18	35.66				
W 280 CHO 20	7	23-jun	30-jun	2700	50	15.10	15.12	15.11	14.98	15.20	35.31				
W 280 CHO 20	28	23-jun	21-jul	3280	50	14.98	15.01	15.00	15.00	15.20	15.10	43.17	43.66	1.15	0.03
W 280 CHO 20	28	23-jun	21-jul	3410	50	15.10	15.05	15.08	15.13	14.96	44.97				
W 280 CHO 20	28	23-jun	21-jul	3300	50	15.12	15.09	15.11	15.20	15.10	42.83				

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50 <th>15.00 <th>15.07 <th>15.04 <th>15.13 <th>15.10 <th>15.12 </th></th></th></th></th></th>	15.00 <th>15.07 <th>15.04 <th>15.13 <th>15.10 <th>15.12 </th></th></th></th></th>	15.07 <th>15.04 <th>15.13 <th>15.10 <th>15.12 </th></th></th></th>	15.04 <th>15.13 <th>15.10 <th>15.12 </th></th></th>	15.13 <th>15.10 <th>15.12 </th></th>	15.10 <th>15.12 </th>				
W 280 CHO 25	7	24-jun	01-jul	2720	50	15.00	15.07	15.04	15.13	15.10	15.12	35.63	36.43	0.73	0.02
W 280 CHO 25	7	24-jun	01-jul	2860	50	15.09	15.00	15.05	15.20	15.18	37.07				
W 280 CHO 25	7	24-jun	01-jul	2800	50	15.09	15.05	15.07	15.10	15.14	36.57				
W 280 CHO 25	28	24-jun	22-jul	3400	50	15.00	15.12	15.06	15.13	15.10	15.12	44.47	45.02	1.04	0.02
W 280 CHO 25	28	24-jun	22-jul	3540	50	15.05	15.10	15.08	15.10	15.14	46.22				
W 280 CHO 25	28	24-jun	22-jul	3430	50	15.04	15.11	15.08	15.18	15.20	44.37				

Fuente: *Elaboración Propia*

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	15.10 <th>15.15 <th>15.13 <th>15.00 <th>15.10 <th>15.05 </th></th></th></th></th>	15.15 <th>15.13 <th>15.00 <th>15.10 <th>15.05 </th></th></th></th>	15.13 <th>15.00 <th>15.10 <th>15.05 </th></th></th>	15.00 <th>15.10 <th>15.05 </th></th>	15.10 <th>15.05 </th>				
W 280 CHO 30	7	24-jun	01-jul	2820	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	37.04	37.86	0.80	0.02
W 280 CHO 30	7	24-jun	01-jul	2960	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	38.65				
W 280 CHO 30	7	24-jun	01-jul	2900	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	37.88				
W 280 CHO 30	28	24-jun	22-jul	3530	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	46.79	47.10	1.08	0.02
W 280 CHO 30	28	24-jun	22-jul	3670	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	48.30				
W 280 CHO 30	28	24-jun	22-jul	3550	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	46.22				

Fuente: *Elaboración Propia*

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 280 PP65 2	7	25-jun	02-jul	2810	50	15.10	15.20	15.15	15.12	15.50	15.31	35.61	37.02	1.27	0.03
W 280 PP65 2	7	25-jun	02-jul	2990	50	15.05	15.10	15.08	15.20	15.43	15.32	38.05			
W 280 PP65 2	7	25-jun	02-jul	2930	50	15.15	15.10	15.13	15.23	15.30	15.27	37.41			
W 280 PP65 2	28	25-jun	23-jul	3510	50	15.20	15.10	15.15	15.27	15.26	15.26	44.76	45.47	1.33	0.03
W 280 PP65 2	28	25-jun	23-jul	3740	50	15.15	15.20	15.18	15.40	15.32	15.36	47.01			
W 280 PP65 2	28	25-jun	23-jul	3590	50	15.30	15.35	15.33	15.35	15.38	15.37	44.65			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 280 PP65 5.5	7	25-jun	02-jul	2740	50	15.10	15.08	15.09	15.10	15.15	15.13	35.72	35.71	0.44	0.01
W 280 PP65 5.5	7	25-jun	02-jul	2780	50	15.00	15.05	15.03	15.20	15.15	15.18	36.16			
W 280 PP65 5.5	7	25-jun	02-jul	2720	50	15.18	15.20	15.19	15.13	15.10	15.12	35.27			
W 280 PP65 5.5	28	25-jun	23-jul	3420	50	15.10	15.20	15.15	15.20	15.16	15.18	44.08	43.94	0.88	0.02
W 280 PP65 5.5	28	25-jun	23-jul	3480	50	15.20	15.30	15.25	15.10	15.20	15.15	44.74			
W 280 PP65 5.5	28	25-jun	23-jul	3340	50	15.20	15.10	15.15	15.20	15.18	15.19	43.00			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE			ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
						50	50	50	50	50	50				
W 280 PP65 9	7	26-jun	03-jul	2650	50	15.00	15.07	15.04	15.00	15.10	15.05	35.02	34.60	0.53	0.02
W 280 PP65 9	7	26-jun	03-jul	2640	50	15.09	15.00	15.05	15.09	15.05	15.07	34.77			
W 280 PP65 9	7	26-jun	03-jul	2600	50	15.09	15.05	15.07	15.10	15.12	15.11	34.01			
W 280 PP65 9	28	26-jun	24-jul	3310	50	15.00	15.12	15.06	14.98	15.01	15.00	43.99	43.42	0.54	0.01
W 280 PP65 9	28	26-jun	24-jul	3300	50	15.05	15.10	15.08	15.10	15.05	15.08	43.35			
W 280 PP65 9	28	26-jun	24-jul	3280	50	15.04	15.11	15.08	15.12	15.09	15.11	42.91			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



**12. ANEXO C.4**  
**RESULTADOS DE ENSAYOS A**  
**FLEXOTRACCIÓN**  
**MÉTODO MÓDULO DE FINEZA**

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
						cm	cm	cm	cm	cm	cm					
F 175	7	29-may	05-jun	1740	50	15.10	15.15	15.13	15.50	15.30	15.40	21.83	21.78	0.31	0.01	
F 175	7	29-may	05-jun	1660	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.10	21.45					
F 175	7	29-may	05-jun	1710	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.30	22.07					
F 175	28	29-may	26-jun	2170	50	15.00	15.20	15.10	15.30	15.40	15.35	27.45	27.32	0.26	0.01	
F 175	28	29-may	26-jun	2080	50	15.13	14.96	15.05	15.25	15.10	27.02					
F 175	28	29-may	26-jun	2160	50	15.20	15.10	15.15	15.15	15.40	27.50					

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
						cm	cm	cm	cm	cm	cm					
F 175 PE 0.4	7	01-jun	08-jun	1780	50	15.10	15.08	15.09	15.18	15.20	15.19	23.01	23.61	0.71	0.03	
F 175 PE 0.4	7	01-jun	08-jun	1860	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.13	24.38					
F 175 PE 0.4	7	01-jun	08-jun	1820	50	15.18	15.20	15.19	15.14	15.20	23.43					
F 175 PE 0.4	28	01-jun	29-jun	2220	50	15.10	15.20	15.15	15.10	15.13	15.12	28.86	29.22	0.51	0.02	
F 175 PE 0.4	28	01-jun	29-jun	2330	50	15.20	15.30	15.25	15.20	15.18	29.80					
F 175 PE 0.4	28	01-jun	29-jun	2230	50	15.20	15.10	15.15	15.13	15.10	28.99					

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
						cm	cm	cm	cm	cm	cm					
F 175 PE 0.5	7	02-jun	09-jun	1850	50	15.10	15.15	15.13	15.10	15.14	15.12	24.08	24.00	0.10	0.00	
F 175 PE 0.5	7	02-jun	09-jun	1870	50	15.20	15.15	15.18	15.18	15.20	24.03					
F 175 PE 0.5	7	02-jun	09-jun	1830	50	14.98	15.20	15.09	15.13	15.10	23.89					
F 175 PE 0.5	28	02-jun	30-jun	2310	50	15.00	15.20	15.10	15.20	15.18	15.19	29.84	29.79	0.85	0.03	
F 175 PE 0.5	28	02-jun	30-jun	2340	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	30.61					
F 175 PE 0.5	28	02-jun	30-jun	2240	50	15.20	15.10	15.15	15.14	15.20	28.91					

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

# ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
F 175 PE 0.6	7	03-jun	10-jun	1950	50	15.10	15.15	15.13	15.50	15.30	15.40	24.46			
F 175 PE 0.6	7	03-jun	10-jun	1930	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.10	15.15	24.94	0.24	0.01	
F 175 PE 0.6	7	03-jun	10-jun	1910	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.30	15.20	24.65			
F 175 PE 0.6	28	03-jun	01-jul	2440	50	15.00	15.20	15.10	15.30	15.40	15.35	30.86			
F 175 PE 0.6	28	03-jun	01-jul	2410	50	15.13	14.96	15.05	15.25	15.10	15.18	31.30	0.76	0.02	
F 175 PE 0.6	28	03-jun	01-jul	2540	50	15.20	15.10	15.15	15.15	15.40	15.28	32.33			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
F 175 CHO 20	7	04-jun	11-jun	1990	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.10	15.12	25.92			
F 175 CHO 20	7	04-jun	11-jun	2090	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.18	15.19	26.86	0.51	0.02	
F 175 CHO 20	7	04-jun	11-jun	2050	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.14	15.12	26.74			
F 175 CHO 20	28	04-jun	02-jul	2490	50	15.00	15.20	15.10	15.13	15.10	15.12	32.48			
F 175 CHO 20	28	04-jun	02-jul	2590	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	33.89	0.86	0.03	
F 175 CHO 20	28	04-jun	02-jul	2510	50	15.20	15.10	15.15	15.18	15.20	15.19	32.31			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
F 175 CHO 25	7	05-jun	12-jun	2010	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	26.40			
F 175 CHO 25	7	05-jun	12-jun	2110	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	27.55	0.58	0.02	
F 175 CHO 25	7	05-jun	12-jun	2070	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	27.04			
F 175 CHO 25	28	05-jun	03-jul	2510	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	33.27			
F 175 CHO 25	28	05-jun	03-jul	2610	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	34.35	0.74	0.02	
F 175 CHO 25	28	05-jun	03-jul	2530	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	32.94			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
F 175 CHO 30	7	08-jun	15-jun	2090	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.10	15.12	27.22			
F 175 CHO 30	7	08-jun	15-jun	2190	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.18	15.19	28.15	0.51	0.02	
F 175 CHO 30	7	08-jun	15-jun	2150	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.14	15.12	28.05			
F 175 CHO 30	28	08-jun	06-jul	2610	50	15.00	15.20	15.10	15.13	15.10	15.12	34.05			
F 175 CHO 30	28	08-jun	06-jul	2720	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	35.59	0.95	0.03	
F 175 CHO 30	28	08-jun	06-jul	2630	50	15.20	15.10	15.15	15.18	15.20	15.19	33.86			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
F 175 PP65 2	7	09-jun	16-jun	2000	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	26.27			
F 175 PP65 2	7	09-jun	16-jun	1760	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	22.98	1.74	0.07	
F 175 PP65 2	7	09-jun	16-jun	1960	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	25.60			
F 175 PP65 2	28	09-jun	07-jul	2500	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	33.13			
F 175 PP65 2	28	09-jun	07-jul	2200	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	28.96	2.70	0.08	
F 175 PP65 2	28	09-jun	07-jul	2600	50	15.05	15.10	15.08	15.12	15.09	15.11	34.02			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)				
F 175 PP65 5.5	7	10-jun	17-jun	2070	50	15.00	15.10	15.05	15.00	15.07	15.04	27.38			
F 175 PP65 5.5	7	10-jun	17-jun	2100	50	15.09	15.05	15.07	15.09	15.00	15.05	27.70	0.34	0.01	
F 175 PP65 5.5	7	10-jun	17-jun	2060	50	15.10	15.12	15.11	15.09	15.05	15.07	27.01			
F 175 PP65 5.5	28	10-jun	08-jul	2590	50	14.98	15.01	15.00	15.00	15.12	15.06	34.27			
F 175 PP65 5.5	28	10-jun	08-jul	2620	50	15.10	15.05	15.08	15.05	15.10	15.08	34.41	0.76	0.02	
F 175 PP65 5.5	28	10-jun	08-jul	2720	50	15.12	15.09	15.11	15.04	15.11	15.08	35.66			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA				Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	Mr kg/cm <sup>2</sup>				
F 175 PP65 9	7	11-jun	18-jun	1930	50	15.00	15.07	15.04	15.12	15.15	15.14	25.22				
F 175 PP65 9	7	11-jun	18-jun	1970	50	15.09	15.00	15.05	15.20	15.17	15.19	25.55		0.28	0.01	
F 175 PP65 9	7	11-jun	18-jun	1930	50	15.09	15.05	15.07	15.17	15.20	15.19	24.99				
F 175 PP65 9	28	11-jun	09-jul	2410	50	15.00	15.12	15.06	15.11	15.20	15.16	31.35				
F 175 PP65 9	28	11-jun	09-jul	2460	50	15.05	15.10	15.08	15.13	15.21	15.17	31.91		1.06	0.03	
F 175 PP65 9	28	11-jun	09-jul	2560	50	15.04	15.11	15.08	15.15	15.10	15.13	33.40				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA				Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	Mr kg/cm <sup>2</sup>				
F 210	7	22-may	29-may	2224	50	15.10	15.05	15.08	15.54	15.36	15.45	27.81				
F 210	7	22-may	29-may	2296	50	15.05	15.10	15.08	15.20	15.25	15.23	29.57		0.89	0.03	
F 210	7	22-may	29-may	2216	50	15.00	15.05	15.03	15.30	15.28	15.29	28.39				
F 210	28	22-may	19-jun	2780	50	15.10	15.13	15.12	15.12	15.15	15.14	36.13				
F 210	28	22-may	19-jun	2870	50	15.20	15.10	15.15	15.20	15.10	15.15	37.14		0.93	0.03	
F 210	28	22-may	19-jun	2770	50	15.12	15.15	15.14	15.30	15.26	15.28	35.27				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA				Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	Mr kg/cm <sup>2</sup>				
F 210 PE 0.4	7	25-may	01-jun	2600	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	34.15				
F 210 PE 0.4	7	25-may	01-jun	2350	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	30.68		1.81	0.06	
F 210 PE 0.4	7	25-may	01-jun	2550	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	33.31				
F 210 PE 0.4	28	25-may	22-jun	3250	50	15.00	15.20	15.10	15.20	15.27	15.24	41.73				
F 210 PE 0.4	28	25-may	22-jun	2940	50	15.13	14.96	15.05	15.30	15.25	15.28	37.69		2.02	0.05	
F 210 PE 0.4	28	25-may	22-jun	3120	50	15.20	15.10	15.15	15.32	15.27	15.30	39.61				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	Mr kg/cm <sup>2</sup>			
F 210 PE 0.5	7	25-may	01-jun	2720	50	15.10	15.15	15.13	15.10	15.20	15.15	35.26	1.39	0.04	
F 210 PE 0.5	7	25-may	01-jun	2870	50	15.20	15.15	15.18	14.90	15.02	14.96	38.03			
F 210 PE 0.5	7	25-may	01-jun	2800	50	14.98	15.20	15.09	15.20	15.10	15.15	36.38			
F 210 PE 0.5	28	25-may	22-jun	3090	50	15.17	15.20	15.19	15.40	15.30	15.35	38.86			
F 210 PE 0.5	28	25-may	22-jun	3540	50	15.32	15.26	15.29	15.32	15.25	15.29	44.59			
F 210 PE 0.5	28	25-may	22-jun	3440	50	15.28	15.23	15.26	15.50	15.43	15.47	42.43			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	Mr kg/cm <sup>2</sup>			
F 210 PE 0.6	7	26-may	02-jun	2660	50	15.50	15.38	15.44	15.45	15.85	15.65	31.65	0.19	0.01	
F 210 PE 0.6	7	26-may	02-jun	2600	50	15.34	15.40	15.37	15.37	15.78	15.58	31.38			
F 210 PE 0.6	7	26-may	02-jun	2610	50	15.42	15.39	15.41	15.41	15.82	15.61	31.28			
F 210 PE 0.6	28	26-may	23-jun	3320	50	15.53	15.40	15.46	15.46	15.85	15.66	39.42			
F 210 PE 0.6	28	26-may	23-jun	3250	50	15.40	15.79	15.59	15.79	15.25	15.52	38.94			
F 210 PE 0.6	28	26-may	23-jun	3380	50	15.46	15.59	15.53	15.62	15.55	15.59	40.31			

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)	Mr kg/cm <sup>2</sup>			
F 210 CHO 20	7	26-may	02-jun	2310	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	30.34	0.11	0.00	
F 210 CHO 20	7	26-may	02-jun	2340	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	30.55			
F 210 CHO 20	7	26-may	02-jun	2330	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	30.43			
F 210 CHO 20	28	26-may	23-jun	3180	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	42.15			
F 210 CHO 20	28	26-may	23-jun	3070	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	40.41			
F 210 CHO 20	28	26-may	23-jun	2930	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	38.14			

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 210 CHO 25	7	27-may	03-jun	2560	50	15.10	15.08	15.09	15.18	15.20	15.19	33.09				
F 210 CHO 25	7	27-may	03-jun	2690	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.13	15.12	35.26	34.11	1.09	0.03	
F 210 CHO 25	7	27-may	03-jun	2640	50	15.18	15.20	15.19	15.14	15.20	15.17	33.99				
F 210 CHO 25	28	27-may	24-jun	3200	50	15.10	15.20	15.15	15.10	15.13	15.12	41.60	43.53	1.95	0.04	
F 210 CHO 25	28	27-may	24-jun	3400	50	15.20	15.30	15.25	15.20	15.18	15.19	43.48				
F 210 CHO 25	28	27-may	24-jun	3500	50	15.20	15.10	15.15	15.13	15.10	15.12	45.50				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 210 CHO 30	7	27-may	03-jun	2460	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.10	15.12	32.04				
F 210 CHO 30	7	27-may	03-jun	2580	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.18	15.19	33.16	32.73	0.61	0.02	
F 210 CHO 30	7	27-may	03-jun	2530	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.14	15.12	33.00				
F 210 CHO 30	28	27-may	24-jun	3080	50	15.00	15.20	15.10	15.13	15.10	15.12	40.18	42.03	1.61	0.04	
F 210 CHO 30	28	27-may	24-jun	3270	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	42.78				
F 210 CHO 30	28	27-may	24-jun	3350	50	15.20	15.10	15.15	15.18	15.20	15.19	43.13				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 210 PP65 2	7	28-may	04-jun	2401	50	15.10	15.08	15.09	15.00	15.10	15.05	31.61				
F 210 PP65 2	7	28-may	04-jun	2280	50	15.00	15.05	15.03	15.09	15.05	15.07	30.07	30.72	0.80	0.03	
F 210 PP65 2	7	28-may	04-jun	2350	50	15.18	15.20	15.19	15.10	15.12	15.11	30.49				
F 210 PP65 2	28	28-may	25-jun	3130	50	15.10	15.20	15.15	14.98	15.01	15.00	41.35	40.85	0.43	0.01	
F 210 PP65 2	28	28-may	25-jun	3125	50	15.20	15.30	15.25	15.10	15.05	15.08	40.58				
F 210 PP65 2	28	28-may	25-jun	3120	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	40.62				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 210 PP65 5.5	7	28-may	04-jun	2410	50	15.00	15.07	15.04	15.13	15.10	15.12	31.57	30.56	1.16	0.04	
F 210 PP65 5.5	7	28-may	04-jun	2260	50	15.09	15.00	15.05	15.20	15.18	15.19	29.30				
F 210 PP65 5.5	7	28-may	04-jun	2360	50	15.09	15.05	15.07	15.10	15.14	15.12	30.83	38.51	1.35	0.04	
F 210 PP65 5.5	28	28-may	25-jun	3010	50	15.00	15.12	15.06	15.13	15.10	15.12	39.37				
F 210 PP65 5.5	28	28-may	25-jun	2830	50	15.05	15.10	15.08	15.10	15.14	15.12	36.95	39.20	3.73	0.09	
F 210 PP65 5.5	28	28-may	25-jun	3030	50	15.04	15.11	15.08	15.18	15.20	15.19	44.57				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 210 PP65 9	7	29-may	05-jun	2320	50	15.10	15.15	15.13	15.15	15.10	15.13	30.17	32.84	2.32	0.07	
F 210 PP65 9	7	29-may	05-jun	2660	50	15.20	15.15	15.18	15.18	15.09	15.14	34.44				
F 210 PP65 9	7	29-may	05-jun	2610	50	14.98	15.20	15.09	15.12	15.18	15.15	33.91	41.77	3.73	0.09	
F 210 PP65 9	28	29-may	26-jun	2900	50	15.00	15.20	15.10	15.20	15.15	15.18	37.53				
F 210 PP65 9	28	29-may	26-jun	3320	50	15.13	14.96	15.05	15.20	15.12	15.16	43.21	44.57	3.73	0.09	
F 210 PP65 9	28	29-may	26-jun	3460	50	15.20	15.10	15.15	15.20	15.17	15.19	44.57				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaceado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280	7	15-may	22-may	3020	50	15.20	15.10	15.15	15.20	15.10	15.15	39.08	39.62	1.28	0.03	
F 280	7	15-may	22-may	3150	50	15.10	14.97	15.04	15.10	15.20	15.15	41.08				
F 280	7	15-may	22-may	3090	50	15.30	15.30	15.30	15.35	15.30	15.33	38.70	45.46	1.27	0.03	
F 280	28	15-may	12-jun	3460	50	15.10	15.05	15.08	15.10	14.98	15.04	45.66				
F 280	28	15-may	12-jun	3620	50	15.15	15.20	15.18	15.15	15.20	15.18	46.62	44.10	1.27	0.03	
F 280	28	15-may	12-jun	3470	50	15.30	15.25	15.28	15.20	15.25	15.23	44.10				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 PE 0.4	7	18-may	25-may	3330	50	15.10	15.15	15.13	15.50	15.30	15.40	41.78	43.67	1.71	0.04	
F 280 PE 0.4	7	18-may	25-may	3490	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.10	15.15	45.09				
F 280 PE 0.4	7	18-may	25-may	3420	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.30	15.20	44.14				
F 280 PE 0.4	28	18-may	15-jun	3860	50	15.00	15.20	15.10	15.30	15.40	15.35	48.82	51.22	2.63	0.05	
F 280 PE 0.4	28	18-may	15-jun	4160	50	15.13	14.96	15.05	15.25	15.10	15.18	54.03				
F 280 PE 0.4	28	18-may	15-jun	3990	50	15.20	15.10	15.15	15.15	15.40	15.28	50.79				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 PE 0.5	7	18-may	25-may	2920	50	15.00	14.90	14.95	15.20	15.10	15.15	38.29	37.57	1.00	0.03	
F 280 PE 0.5	7	18-may	25-may	2960	50	15.10	15.05	15.08	15.30	15.20	15.25	37.99				
F 280 PE 0.5	7	18-may	25-may	2880	50	15.20	15.10	15.15	15.35	15.30	15.33	36.42				
F 280 PE 0.5	28	18-may	15-jun	3850	50	15.00	15.10	15.05	15.10	15.20	15.15	50.15	49.17	1.79	0.04	
F 280 PE 0.5	28	18-may	15-jun	3890	50	15.20	15.25	15.23	15.15	15.10	15.13	50.26				
F 280 PE 0.5	28	18-may	15-jun	3700	50	15.30	15.20	15.25	15.20	15.25	15.23	47.10				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 PE 0.6	7	19-may	26-may	2810	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	36.91	37.60	2.62	0.07	
F 280 PE 0.6	7	19-may	26-may	2710	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	35.39				
F 280 PE 0.6	7	19-may	26-may	3100	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	40.49				
F 280 PE 0.6	28	19-may	16-jun	3710	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	49.17	49.67	2.58	0.05	
F 280 PE 0.6	28	19-may	16-jun	3600	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	47.38				
F 280 PE 0.6	28	19-may	16-jun	4030	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	52.46				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

# ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 CHO 20	7	19-may	26-may	3210	50	15.10	15.08	15.09	15.18	15.20	15.19	41.49	42.72	1.36	0.03	
F 280 CHO 20	7	19-may	26-may	3370	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.13	15.12	44.18				
F 280 CHO 20	7	19-may	26-may	3300	50	15.18	15.20	15.19	15.14	15.20	15.17	42.48				
F 280 CHO 20	28	19-may	16-jun	4010	50	15.10	15.20	15.15	15.10	15.13	15.12	52.13				
F 280 CHO 20	28	19-may	16-jun	4170	50	15.20	15.30	15.25	15.20	15.18	15.19	53.33				
F 280 CHO 20	28	19-may	16-jun	4040	50	15.20	15.10	15.15	15.13	15.10	15.12	52.52				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 CHO 25	7	20-may	27-may	3370	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.10	15.12	43.89	44.88	0.87	0.02	
F 280 CHO 25	7	20-may	27-may	3540	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.18	15.19	45.50				
F 280 CHO 25	7	20-may	27-may	3470	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.14	15.12	45.26				
F 280 CHO 25	28	20-may	17-jun	4210	50	15.00	15.20	15.10	15.13	15.10	15.12	54.92				
F 280 CHO 25	28	20-may	17-jun	4380	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	57.30				
F 280 CHO 25	28	20-may	17-jun	4250	50	15.20	15.10	15.15	15.18	15.20	15.19	54.71				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm2	Promedio kg/cm2	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 CHO 30	7	20-may	27-may	3400	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	44.66	45.66	0.98	0.02	
F 280 CHO 30	7	20-may	27-may	3570	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	46.61				
F 280 CHO 30	7	20-may	27-may	3500	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	45.72				
F 280 CHO 30	28	20-may	17-jun	4250	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	56.33				
F 280 CHO 30	28	20-may	17-jun	4420	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	58.17				
F 280 CHO 30	28	20-may	17-jun	4280	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	55.72				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo

## ANEXO C: PROPIEDADES DE L CONCRETO ENDURECIDO

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 PP65 2	7	21-may	28-may	3210	50	15.10	15.08	15.09	15.18	15.20	15.19	41.49	42.72	1.36	0.03	
F 280 PP65 2	7	21-may	28-may	3370	50	15.00	15.05	15.03	15.10	15.13	15.12	44.18				
F 280 PP65 2	7	21-may	28-may	3300	50	15.18	15.20	15.19	15.14	15.20	15.17	42.48				
F 280 PP65 2	28	21-may	18-jun	4010	50	15.10	15.20	15.15	15.10	15.13	15.12	52.13	52.66	0.61	0.01	
F 280 PP65 2	28	21-may	18-jun	4170	50	15.20	15.30	15.25	15.20	15.18	15.19	53.33				
F 280 PP65 2	28	21-may	18-jun	4040	50	15.20	15.10	15.15	15.13	15.10	15.12	52.52				

Fuente: Elaboración Propia

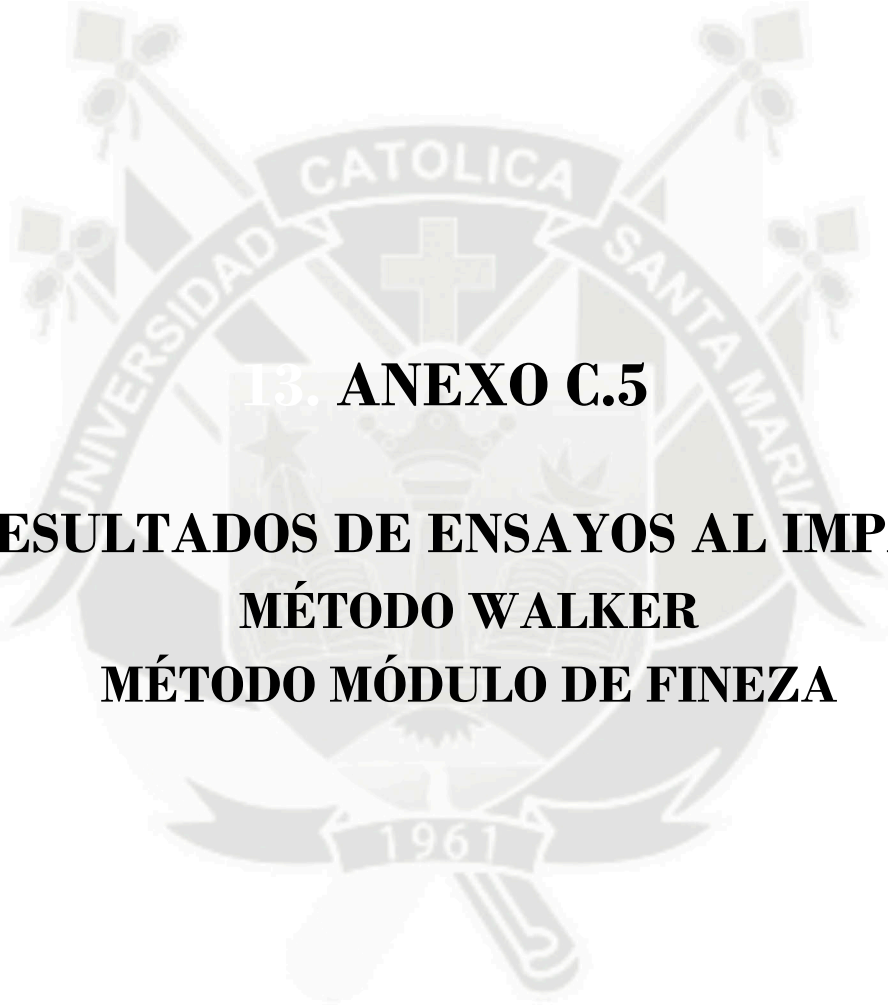
TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 PP65 5.5	7	21-may	28-may	3300	50	15.10	15.15	15.13	15.13	15.10	15.12	42.97	43.97	0.87	0.02	
F 280 PP65 5.5	7	21-may	28-may	3470	50	15.20	15.15	15.18	15.20	15.18	15.19	44.60				
F 280 PP65 5.5	7	21-may	28-may	3400	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.14	15.12	44.35				
F 280 PP65 5.5	28	21-may	18-jun	4130	50	15.00	15.20	15.10	15.13	15.10	15.12	53.87	54.52	1.40	0.03	
F 280 PP65 5.5	28	21-may	18-jun	4290	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.14	15.12	56.13				
F 280 PP65 5.5	28	21-may	18-jun	4160	50	15.20	15.10	15.15	15.18	15.20	15.19	53.55				

Fuente: Elaboración Propia

TESTIGO	Edad días	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	P (kg)	Long cm	BASE				ALTURA			Mr kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Desv. Estandar (Ds)	Coef. De Variac. (V)
						b1(cm)	b2(cm)	b prom(cm)	d1(cm)	d2(cm)	d prom(cm)					
F 280 PP65 9	7	22-may	29-may	3180	50	15.10	15.15	15.13	15.00	15.10	15.05	41.77	42.70	0.92	0.02	
F 280 PP65 9	7	22-may	29-may	3340	50	15.20	15.15	15.18	15.09	15.05	15.07	43.61				
F 280 PP65 9	7	22-may	29-may	3270	50	14.98	15.20	15.09	15.10	15.12	15.11	42.71				
F 280 PP65 9	28	22-may	19-jun	3980	50	15.00	15.20	15.10	14.98	15.01	15.00	52.75	53.15	1.19	0.02	
F 280 PP65 9	28	22-may	19-jun	4140	50	15.13	14.96	15.05	15.10	15.05	15.08	54.49				
F 280 PP65 9	28	22-may	19-jun	4010	50	15.20	15.10	15.15	15.12	15.09	15.11	52.20				

Fuente: Elaboración Propia

\*ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO Y ACERO, Y SU USO EN EL CONTROL DE FISURAS POR CONTRACCION PLASTICA  
 Bach. Maria Milagros Gutiérrez Ramos  
 Bach. Katia del Pilar Palomino Lazo



### **13. ANEXO C.5**

## **RESULTADOS DE ENSAYOS AL IMPACTO MÉTODO WALKER MÉTODO MÓDULO DE FINEZA**

### VARIACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO MÉTODO WALKER

MUESTRA	Peso inicial (gr)	Peso después del ensayo (gr)	Desgaste al impacto	Variacion respecto al patrón
W 175	10414.47	6922.08	33.53%	
W 175 - PE 0.4	10620.00	7614.00	28.31%	-15.59%
W175 - PE 0.5	10356.00	7716.00	25.49%	-23.98%
W 175 - PE 0.6	10978.55	7808.64	28.87%	-13.90%
W 175 - CHO 20	10830.96	7619.89	29.65%	-11.59%
W 175 - CHO 25	11136.00	7878.00	29.26%	-12.76%
W 175 - CHO 30	11034.00	8700.00	21.15%	-36.92%
W 175 - PP65 2	10728.06	7371.76	31.29%	-6.71%
W 175 - PP65 5.5	10854.00	7576.80	30.19%	-9.96%
W 175 - PP65 9	10902.00	7551.00	30.74%	-8.34%
W 210	10707.45	6781.86	36.66%	
W 210 - PE 0.4	11054.40	7911.54	28.43%	-22.45%
W 210 - PE 0.5	11231.98	7852.03	30.09%	-17.92%
W 210 - PE 0.6	11272.80	7528.20	33.22%	-9.39%
W 210 - CHO 20	11083.80	7575.30	31.65%	-13.66%
W 210 - CHO 25	10460.52	7353.00	29.71%	-18.97%
W 210 - CHO 30	11019.12	7546.80	31.51%	-14.05%
W 210 - PP65 2	11026.18	7480.68	32.16%	-12.29%
W 210 - PP65 5.5	10894.46	7960.62	26.93%	-26.55%
W 210 - PP65 9	11305.20	7803.60	30.97%	-15.52%
W 280	10517.64	7869.99	25.17%	
W 280 - PE 0.4	11122.61	8508.67	23.50%	-6.64%
W 280 - PE 0.5	10973.84	8303.33	24.34%	-3.33%
W 280 - PE 0.6	10825.08	8182.34	24.41%	-3.02%
W 280 - CHO 20	11046.76	8547.02	22.63%	-10.11%
W 280 - CHO 25	10472.28	8253.60	21.19%	-15.84%
W 280 - CHO 30	10266.48	8082.60	21.27%	-15.50%
W 280 - PP65 2	10356.44	8216.15	20.67%	-17.90%
W 280 - PP65 5.5	10787.45	8461.25	21.56%	-14.34%
W 280 - PP65 9	11294.89	8561.40	24.20%	-3.86%

*Fuente: Elaboración Propia*

**VARIACION DE LA RESISTENCIA AL IMPACTO  
MÉTODO MÓDULO DE FINEZA**

MUESTRA	Peso inicial (gr)	Peso después del ensayo (gr)	Desgaste al impacto	Variacion respecto al patrón
F 175	10962.60	7286.40	33.53%	
F 175 - PE 0.4	11319.00	7816.20	30.95%	-7.72%
F 175 - PE 0.5	10673.40	7300.20	31.60%	-5.76%
F 175 - PE 0.6	11202.60	7968.00	28.87%	-13.90%
F 175 - CHO 20	11052.00	7775.40	29.65%	-11.59%
F 175 - CHO 25	11044.20	7944.00	28.07%	-16.29%
F 175 - CHO 30	11016.00	8028.00	27.12%	-19.11%
F 175 - PP65 2	10947.00	7522.20	31.29%	-6.71%
F 175 - PP65 5.5	11114.40	7858.20	29.30%	-12.63%
F 175 - PP65 9	10759.80	7813.80	27.38%	-18.35%
F 210	11271.00	7138.80	36.66%	
F 210 - PE 0.4	11280.00	8694.00	22.93%	-37.47%
F 210 - PE 0.5	11461.20	8628.60	24.71%	-32.59%
F 210 - PE 0.6	11363.40	8413.80	25.96%	-29.20%
F 210 - CHO 20	11310.00	7974.00	29.50%	-19.55%
F 210 - CHO 25	10674.00	7740.00	27.49%	-25.03%
F 210 - CHO 30	11244.00	7944.00	29.35%	-19.95%
F 210 - PP65 2	11251.20	7874.40	30.01%	-18.14%
F 210 - PP65 5.5	11116.80	8379.60	24.62%	-32.84%
F 210 - PP65 9	11166.00	8712.00	21.98%	-40.05%
F 280	11071.20	8284.20	25.17%	
F 280 - PE 0.4	11349.60	8863.20	21.91%	-12.97%
F 280 - PE 0.5	11197.80	8649.30	22.76%	-9.59%
F 280 - PE 0.6	11046.00	8435.40	23.63%	-6.12%
F 280 - CHO 20	11272.20	8942.40	20.67%	-17.90%
F 280 - CHO 25	10686.00	8688.00	18.70%	-25.73%
F 280 - CHO 30	10476.00	8508.00	18.79%	-25.37%
F 280 - PP65 2	10567.80	8134.80	23.02%	-8.54%
F 280 - PP65 5.5	11007.60	8452.80	23.21%	-7.80%
F 280 - PP65 9	11525.40	9012.00	21.81%	-13.37%

*Fuente: Elaboración Propia*