

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES, AÑADIENDO FIBRAS DE POLIPROPILENO EN 0.05%, 0.10% Y 0.15% EN HORMIGONES DE 240 kg/cm^2 Y 280 kg/cm^2

AUTOR:

ANDRES FERNANDO CHICO OÑATE

NELSON ANDRES DIAZ PACHACAMA

DIRECTOR: ING. VERÓNICA ARELLANO

QUITO, 2023

Índice

1. Capítulo I 1
GENERALIDADES 1
1.1. Justificación 1
1.2. Planteamiento del problema 1
1.3. Antecedentes 2
1.4. Objetivos 2
1.4.1. Objetivo General 2
1.4.2. Objetivos Específicos 2
1.5. Alcance 3
1.6. Hipótesis 3
2. Capítulo II 4
MARCO TEÓRICO 4
2.1. Características propias del hormigón 4
2.1.1. Trabajabilidad 4
2.1.2. Compacidad 4
2.1.3. Permeabilidad 4
2.1.4. Peso Unitario 5
2.2. Áridos 5
2.2.1. Absorción 5
2.2.2. Granulometría 6
2.2.3. Material que pasa el Tamiz #20 6
2.2.4. Módulo de Finura 6
2.2.5. Densidad y Gravedad Específica 7
2.2.6. Porosidad 7
2.2.7. Peso Unitario Volumétrico 7
2.2.8. Abrasión 8
2.2.9. Durabilidad al Desgaste de los Sulfatos 8
2.2.10. Contenido Orgánico 8
2.3. Cemento 9
2.3.1. Consistencia Normal del Cemento 9

2.3.2. Finura 9
2.3.3. Tiempo de Fraguado 10
2.3.4. Expansión 10
2.4. Fibras de Polipropileno 10
2.4.1. Tipos de Fibras de Polipropileno 11
2.4.2. Beneficios 11
2.4.3. Principales Aplicaciones de hormigón reforzado con fibras de polipropileno 13
2.5. Distribución T 14
2.5.1. Grados de libertad 14
2.5.2. Nivel de confianza 14
2.5.3. Intervalo de confianza 15
3. Capítulo III 16
DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN 16
3.1. Dosificación del Hormigón 16
3.1.1. Método de dosificación del (ACI 211) 16
3.1.2. Dosificación para un hormigón de peso normal f'c= 240 $kg/cm2$ y f'c= 280 $kg/cm2$ 19
3.1.3. Dosificación de la Fibra de Polipropileno 20
3.2. Fabricación de muestras de hormigón 22
3.2.1. Ensayo a la compresión del hormigón 22
3.2.2. Flexión de Vigas 23
3.2.3. Ensayo brasilero 24
4. Capítulo IV 26
RESULTADOS OBTENIDOS 26
4.1. Ensayos a compresión de cilindros de hormigón 26
4.1.1. Compresión de cilindros de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, sin polipropileno 26
4.1.2. Compresión de cilindros de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0,05 % PP 28
4.1.3. Compresión de cilindros de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0,10 % PP 34
4.1.4. Compresión de cilindros de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0,15 % PP 40
4.2. Ensayo a Flexión de vigas 46

4.2.1. Flexión en vigas con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, sin polipropileno 46
4.2.2. Flexión en vigas con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0,05 % de polipropileno. 48
4.2.3. Flexión en vigas con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0,10% de polipropileno. 53
4.2.4. Flexión en vigas con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0,15% de polipropileno. 58
4.3. Ensayo de tracción método brasilero 63
4.3.1. Cilindros con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, sin polipropileno. 63
4.3.2. Cilindros con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, 0,05 % de polipropileno. 65
4.3.3. Cilindros con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, 0,10% de polipropileno. 70
4.3.4. Cilindros con resistencia de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, 0,15% de polipropileno. 75
4.4. Módulo de elasticidad 79
4.5. Resultados de los ensayos en laboratorio 80
4.5.1. Resumen de resultados, resistencia de cilindros a compresión 80
4.5.2. Resumen de resultados, ensayo de flexión en vigas 81
4.5.3. Resumen de resultados, esfuerzo de tracción por compresión. 82
4.5.4. Resumen de resultados, porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta a tracción. 83
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS 84
5.1. Análisis de resultados 84
5.1.1. Análisis estadístico de resultados 84
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 89
6.1. Conclusiones 89
6.2. Recomendaciones 91
7. REFERENCIAS 92
8. ANEXOS 97
8.1. Análisis estadístico, Distribución T, Compresión de Cilindros de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0%-0,2%-0,3%-0,5% de PP. 97

8.2. Análisis estadístico, Distribución T, Flexión en vigas de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2$, con 0%-0,2%-0,3%-0,5% de PP. 103

8.3. Análisis estadístico, Distribución T, Cilindros de resistencia a tracción de 240 $kgcm2$ y 280 $kgcm2, con$ 0%-0,2%-0,3%-0,5% de PP. 108

8.4. Valores T para un área de dos colas 114

8.5. Recursos fotográficos 115

8.5.1. Elaboración de cilindros y vigas para ensayos. 115

8.6. Certificado de calibración del equipo 124

8.7. Hojas de campo 127

TABLAS

Tabla 3.1.1-1 Determinación del asentamiento 16

Tabla 3.1.1-2 Concretos con Aire Incluido % contenido 8.0 a 3.5 17

Tabla 3.1.1-3 Concretos sin aire incluido % contenido 3.0 a 0.3 17

Tabla 3.1.2-1 Dosificación f'c= 240 kg/cm2 - 0% 20

Tabla 3.1.2-2 Dosificación f'c= 280 kg/cm2 - 0% 20

Tabla 3.1.3-1 Cuadros de Resumen de dosificación de polipropileno 21

Tabla 4.1.2-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP. 28

Tabla 4.1.2-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP. 29

Tabla 4.1.2-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. .. 30

Tabla 4.1.2-4 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 31

Tabla 4.1.2-5 Datos filtrados para cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 31

Tabla 4.1.2-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. .. 32

Tabla 4.1.2-7 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 33
Tabla 4.1.2-8 Datos filtrados para cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 33
Tabla 4.1.3-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP. 34
Tabla 4.1.3-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP. 35
Tabla 4.1.3-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. .. 36
Tabla 4.1.3-4 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 37
Tabla 4.1.3-5 Datos filtrados para cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 37
Tabla 4.1.3-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. .. 38
Tabla 4.1.3-7 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 39
Tabla 4.1.3-8 Datos filtrados para cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 39
Tabla 4.1.4-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP. 40
Tabla 4.1.4-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP. 41
Tabla 4.1.4-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. .. 42
Tabla 4.1.4-4 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 43
Tabla 4.1.4-5 Datos filtrados para cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 43

Tabla 4.1.4-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.. 44

Tabla 4.1.4-7 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 45

Tabla 4.1.4-8 Datos filtrados para cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 45

Tabla 4.2.2-1 Flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP. 48

Tabla 4.2.2-2 Flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP. 49

Tabla 4.2.2-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 50

Tabla 4.2.2-4 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 50

Tabla 4.2.2-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 51

Tabla 4.2.2-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 51

Tabla 4.2.2-7 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 52

Tabla 4.2.2-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 52

Tabla 4.2.3-1 Flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP. 53

Tabla 4.2.3-2 Flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP. 53

Tabla 4.2.3-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 55

Tabla 4.2.3-4 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 55

Tabla 4.2.3-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 56

Tabla 4.2.3-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 56

Tabla 4.2.3-7 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 57
Tabla 4.2.3-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 57
Tabla 4.2.4-1 Flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP. 58
Tabla 4.2.4-2 Flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP. 59
Tabla 4.2.4-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 60
Tabla 4.2.4-4 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 60
Tabla 4.2.4-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 61
Tabla 4.2.4-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 61
Tabla 4.2.4-7 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 62
Tabla 4.2.4-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 62
Tabla 4.3.2-1 Cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP. 65
Tabla 4.3.2-2 Cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP. 66
Tabla 4.3.2-3 Cilindros de resistencia a tracción 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 67
Tabla 4.3.2-4 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 67
Tabla 4.3.2-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 68
Tabla 4.3.2-6 Cilindros de resistencia a tracción 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 68

Tabla 4.3.2-7 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 69
Tabla 4.3.2-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T. 69
Tabla 4.3.3-1 Cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP. 70
Tabla 4.3.3-2 Cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP. 71
Tabla 4.3.3-3 Cilindros de resistencia a tracción 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 72
Tabla 4.3.3-4 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 72
Tabla 4.3.3-5Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. . 73
Tabla 4.3.3-6 Cilindros de resistencia a tracción 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 73
Tabla 4.3.3-7 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 74
Tabla 4.3.3-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T. 74
Tabla 4.3.4-1 Cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP. 75
Tabla 4.3.4-2 Cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP. 76
Tabla 4.3.4-3 Cilindros de resistencia a tracción 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T 77
Tabla 4.3.4-4 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 77
Tabla 4.3.4-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 78

Tabla 4.3.4-6 Cilindros de resistencia a tracción 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T 78

Tabla 4.3.4-7 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 79

Tabla 4.3.4-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T. 79

Tabla 4.3.4-1 Módulo de elasticidad 79

Tabla 4.5.4-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T. 97

Tabla 4.5.4-2 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T 98

Tabla 4.5.4-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T 98

Tabla 4.5.4-4 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T 99

Tabla 4.5.4-5 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T 100

Tabla 4.5.4-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T ... 100

Tabla 4.5.4-7 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T ... 101

Tabla 4.5.4-8 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T ... 102

Tabla 4.5.4-1 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T. 103

Tabla 4.5.4-2 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T 103

Tabla 4.5.4-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T 104

Tabla 4.5.4-4Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T 105

Tabla 4.5.4-5 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T. 105

Tabla 4.5.4-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T. 106

Tabla 4.5.4-7 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T. 107

Tabla 4.5.4-8 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T 107

Tabla 4.5.4-1 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,0% PP, Distribución T 108

Tabla 4.5.4-2 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,2 % PP, Distribución T.... 109

Tabla 4.5.4-3 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,3 % PP, Distribución T.... 109

Tabla 4.5.4-4 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,5 % PP, Distribución T.... 110

Tabla 4.5.4-5 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0 % PP, Distribución T..... 111

Tabla 4.5.4-6 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0,2 % PP, Distribución T.... 111

Tabla 4.5.4-7 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0,3 % PP, Distribución T.... 112

Tabla 4.5.4-8 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0,5 % PP, Distribución T.... 113

GRÁFICOS

Gráfica 4.5-1 Resistencia a la compresión 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2..... 80

Gráfica 4.5-2 Incrementos o decrementos característicos de resistencia % PPL 80

Gráfica 4.5-3 Esfuerzos de tracción por flexión de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2 81

Gráfica 4.5-4 Incrementos o decrementos característicos de resistencia % PPL 81

Gráfica 4.5-5 Esfuerzos de tracción por compresión de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2 82

Gráfica 4.5-6 Incrementos o decrementos característicos de resistencia % PPL 82

Gráfica 4.5-7 Porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta a tracción, por resultados de flexión..... 83

Gráfica 4.5-8 Porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta a tracción, por resultados de tracción indirecta 83

ILUSTRACIONES

Ilustración 3.2.1 . Los diferentes tipos de fallos en el esfuerzo de compresión de muestras cilíndricas. 22

Ilustración 3.2.2 Esquema para ensayos a flexión de vigas de hormigón armado..... 23

Ilustración 4.1.1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega 26

Ilustración 4.1.2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega 27

Ilustración 4.2.1 Flexión de vigas de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega 46

Ilustración 4.2.2 Flexión de vigas de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega 47

Ilustración 4.3.1 Cilindros de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega..... 63

Ilustración 4.3.2 Cilindros de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega..... 64

ECUACIONES

Ecuación 3.1-1 17

Ecuación 3.1-2 18

Ecuación 3.1-3 18

Ecuación 3.1-4 18

Ecuación 3.1-5 18

Ecuación 3.1-6 19

Ecuación 3.1-7 19

Ecuación 3.1-8 19

Ecuación 3.1-9 21

Ecuación 3.2-1 22

Ecuación 3.2-2 23

Ecuación 3.2-3 24

Ecuación 3.2-4 25

ANEXOS

Anexo 3.2-1. Los diferentes tipos de fallos en el esfuerzo de compresión de muestras cilíndricas. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 3.2-2. Esquema para ensayos a flexión de vigas de hormigón armado..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4.1-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4.1-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4.2-1 Flexión de vigas de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4.2-2 Flexión de vigas de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4.3-1 Cilindros de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 4.3-2 Cilindros de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega..... **¡Error! Marcador no definido.**

Anexo 8.4-1 Valores T para un área de dos colas..... 114

Anexo 8.5-1 Agregados utilizados..... 115

Anexo 8.5-2 Materiales para realizar la muestra de hormigón..... 115

Anexo 8.5-3 Asentamiento 115

Anexo 8.5-4 Fibras de polipropileno 116

Anexo 8.5-5 Hormigón fresco con fibras de polipropileno 116

Anexo 8.5-6 Preparación de muestras para ensayos 116

Anexo 8.5-7 Cilindros de hormigón simple 117

Anexo 8.5-8 Toma de peso para ensayo de compresión 117

Anexo 8.5-9 Toma de medidas para ensayo de compresión 117

Anexo 8.5-10 Preparación de ensayo a compresión 118

Anexo 8.5-11 Ensayo a compresión, Hormigón simple 118

Anexo 8.5-12 Ensayo Brasilero, Hormigón simple 118

Anexo 8.5-13 Rotura cilindro, hormigón simple 119

Anexo 8.5-14 Rotura de cilindro, ensayo compresión 119

Anexo 8.5-15 Ensayo Brasilero, hormigón simple 120

Anexo 8.5-16 Rotura hormigón simple, Ensayo Brasilero 120

Anexo 8.5-17 Vigas de hormigón simple 121

Anexo 8.5-18 Tomas de medidas para ensayo de vigas 121

Anexo 8.5-19 Preparación viga, ensayo a flexión 122

Anexo 8.5-20 Rotura ensayo a flexión 122

Anexo 8.5-21 Viga posterior a la rotura, ensayo a flexión 123

Anexo 8.5-22 Rotura de viga hormigón simple, ensayo a flexión 123

Anexo 8.6-1 Certificado de calibración del equipo, hoja 1 124

Anexo 8.6-2 Certificado de calibración del equipo, hoja 2 125

Anexo 8.6-3 Número de serie y registro de revisión del equipo Celda de carga. 126

Anexo 8.7-1 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 240 kg/cm2 con 0,05% PP. 127

Anexo 8.7-2 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 240 kg/cm2 con 0,1% PP 128
Anexo 8.7-3 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 240 kg/cm2 con 0,15% PP 129
Anexo 8.7-4 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 280 kg/cm2 con 0,05% PP 130
Anexo 8.7-5 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 280 kg/cm2 con 0,1% PP 131
Anexo 8.7-6 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 280 kg/cm2 con 0,15% PP 132
Anexo 8.7-7 Hoja de campo para dosificación de 240 kg/cm2 (viguetas) 133
Anexo 8.7-8 Hoja de campo para dosificación de 280 kg/cm2 (viguetas) 134

Capítulo I

GENERALIDADES

1.1. Justificación

El presente trabajo de integración se centrará en el comportamiento del hormigón al añadir fibras de polipropileno en su dosificación, de tal manera verificaremos los cambios previstos y el comportamiento que enfrenta en sus características mecánicas al añadir 0.5%, 1% y 1.5% fibra.

Mediante la investigación, la información recolectada será de importancia ya que permitirá establecer el porcentaje óptimo de fibra de polipropileno, sin alterar su función y calidad en la elaboración del hormigón. Debido a la escasa información de este material compuesto, se ha considerado generar esta investigación con el aporte de fibra en hormigones utilizando agregado de nuestra ciudad.

1.2. Planteamiento del problema

Determinamos que es necesario conocer las propiedades técnicas de las fibras de polipropileno, ya que son usadas en la fabricación de hormigones como refuerzo, pues al presentarse la problemática de conocer un elemento alternativo a los utilizados comúnmente en la construcción en el Ecuador, decidimos analizar la fibra de polipropileno y constatar cómo influyen las fibras de polipropileno en las propiedades mecánicas del hormigón conociendo su comportamiento en base a los resultados obtenidos en nuestra investigación con el hormigón simple, verificando la afectación positiva o negativa al adicionar las fibras de polipropileno. Es importante destacar la existencia de un amplio mercado de la construcción en el Ecuador y con la gran variedad de aditivos y/o refuerzos se busca un elemento que sea fiable, de fácil acceso y que cumpla con la norma ecuatoriana de la construcción (NEC) en todos sus ámbitos de construcción y de calidad.

1.3. Antecedentes

(Vega & Medina, 2022) Recomienda en su estudio sobre "Características mecánicas de hormigones reforzados con fibras de polipropileno en función de la adición de diferentes porcentajes de fibra". Determinaron que "El uso de las fibras de polipropileno puede llegar a ser muy ventajoso en morteros y en pavimentos de hormigón ya que por la forma en que actúa la fibra al ser adicionada en la mezcla de hormigón logra que esta se mantenga unida como un solo cuerpo, disminuye su fisuración y agrietamiento".

(Machuca, 2021) Recomienda en su investigación para optar el título profesional de ingeniero civil sobre "Efecto de la incorporación de fibra de polipropileno en las propiedades físico-mecánicas de un concreto 210 kg/cm^2". Determinaron que "La exudación del concreto en estado fresco presenta una tendencia a incrementarse a mayor incorporación de fibra de polipropileno, esta relación directamente proporcional no supone mayor inconveniente en el comportamiento del concreto en los diferentes usos que tiene un concreto".

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Realizar un estudio del comportamiento en hormigones con la adición de fibras en diferentes porcentajes de polipropileno, constatando la mejora o no en las propiedades mecánicas del hormigón.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar los porcentajes de fibra de polipropileno al 0.05%, 0.10% y 0.15% en hormigones de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2.
- Verificar las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibras de polipropileno para las construcciones civiles.

- Determinar la variación del hormigón en sus propiedades mecánicas al adicional distintos porcentajes de fibra de polipropileno.

1.5. Alcance

La presente investigación tiene como finalidad la determinación de las propiedades mecánicas del hormigón a distintos porcentajes de fibra de polipropileno adicionado, complementando resultados anteriores; referente a la tesis "CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA", (Vega & Medina,2022). Ampliando el rango de investigación con los nuevos porcentajes establecidos, utilizando como referencia las normas INEN, y ASTM para el uso de fibras.

Materiales de investigación

Los presentes materiales serán los utilizados durante la investigación:

- Cemento Portland Holcim – Tipo HE
- Agregado fino (Cantera de Pifo – Holcim)
- Agregado grueso triturado (Cantera de Pifo – Holcim)
- Fibras de polipropileno (SIKA)

1.6. Hipótesis

Las fibras de polipropileno como refuerzo en el hormigón mejoran sus propiedades mecánicas a distintos porcentajes de fibra añadida.

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1. Características propias del hormigón

Las características del hormigón están ligadas a las propiedades de los agregados, el cemento y el agua que se utiliza. Por lo cual, para obtener un hormigón de calidad sus materiales deben cumplir los siguientes requisitos.

2.1.1. Trabajabilidad

La trabajabilidad del hormigón se define como la cantidad de esfuerzo necesario para manipular el hormigón, en términos de trabajo de mezclado, colocación, compactación y acabado (American Concrete Institute, 2008). Esta propiedad es esencial para determinar la calidad del hormigón, ya que una mezcla demasiado fluida o espesa puede dificultar los procesos de construcción. La trabajabilidad se determina principalmente por la cantidad y distribución de los agregados, la cantidad de agua y los aditivos (American Concrete Institute, 2016).

2.1.2. Compacidad

Compacidad del hormigón es la cantidad de aire total contenida en una muestra de hormigón después de haber sido moldeada y compactada (AASHTO, 2018). Esto se determina normalmente a través de un ensayo de relación de aire (ASTM C231/C231M, 2018). Un hormigón con una compacidad adecuada tendrá una resistencia a la compresión y una resistencia a la fatiga mucho mejores (Vecchio & Collins, 2002).

2.1.3. Permeabilidad

Es la capacidad de un material para permitir el paso de líquidos dentro de sus poros. Esto es importante para el almacenamiento de agua y la prevención de la corrosión de armaduras de

acero. La permeabilidad del hormigón se mide en unidades de difusividad, como el valor de permeabilidad (cm / sec) (González, 2017).

2.1.4. Peso Unitario

Peso unitario del hormigón: Es el peso del hormigón por unidad de volumen. Se expresa en kg/m3 (kilogramos por metro cúbico) y su valor depende del tipo de materiales usados para fabricar el hormigón (cemento, agregados, aire y agua). (American Concrete Institute, 2017; Ministerio de Fomento, 2015).

2.2. Áridos

Son los materiales inertes naturales o artificiales que se agregan al hormigón en su preparación, para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. Estos materiales se dividen en los siguientes grupos: áridos gruesos y áridos finos.

Los agregados utilizados tanto grueso como fino en la presente investigación provienen de la Cantera de Pifo y su tamaño máximo nominal es de 1 pulgada o 25 mm. En los cuales podemos encontrar las siguientes propiedades (Ver Anexo 6.5.1-2).

2.2.1. Absorción

Absorción en áridos es el fenómeno físico por el cual los áridos húmedos absorben una cantidad de agua, que es mayor que la cantidad de agua por volumen libre en el material húmedo (González et al., 2017). Esta absorción es esencial para el buen comportamiento del hormigón. Esto se debe a que el agua absorbida afecta las propiedades mecánicas y físicas de los materiales, como la resistencia a la compresión, la resistencia al desgaste, la resistencia a la abrasión, la resistencia a la humedad, el contenido de humedad, la densidad y la resistencia a la intemperie (González et al., 2017).

2.2.2. Granulometría

La Granulometría es el estudio de la distribución de tamaños de partículas en áridos. Esta distribución se determina mediante la separación mecánica de la muestra en diferentes fracciones granulométricas. Esto se hace por medio de tamices de diferentes tamaños para separar las partículas según su tamaño. La granulometría de los áridos es un parámetro importante para su correcta clasificación y caracterización. Esto se utiliza para determinar la aptitud de los áridos para usos particulares, como la fabricación de hormigones, mezclas asfálticas, etc. (Aguilar, 2013; Portillo, 2019).

2.2.3. Material que pasa el Tamiz #20

Se refiere a un material agregado, como piedra, grava y arena, que ha sido sometido a un tamizado a través de una malla de tamaño #20 según las normas establecidas por el gobierno ecuatoriano. El material que pasa el tamiz #20 es un producto de calidad con un tamaño máximo de 1,7 mm; una vez tamizado, el material es apto para su uso en la construcción de carreteras, la construcción de cimientos, etc. (“Normas para áridos”, 2018). El material que pasa el tamiz #20 en áridos se utiliza para proporcionar una superficie resistente y estable para la construcción de estructuras y carreteras. Esto es necesario para garantizar que los edificios, carreteras y otras estructuras construidas con este material sean sólidas y seguras.

2.2.4. Módulo de Finura

Módulo de finura en áridos se refiere a una propiedad de los materiales granulares que se usan en la construcción y en la ingeniería de suelos. Esta propiedad se mide a través de un índice, conocido como Índice de Finura, que determina la cantidad de materiales finos que se encuentran en una muestra de áridos. El Índice de Finura se calcula dividiendo la cantidad total de materiales finos por la cantidad total de materiales totales. Esta propiedad se utiliza para determinar la

resistencia de los suelos a la compresión, así como para proporcionar información para la estabilidad de taludes y la erosión. (Gökçek, Güney, & Gökçek, 2012).

2.2.5. Densidad y Gravedad Específica

La densidad es una medida de la masa de un objeto en relación con su volumen. Se representa con el símbolo ρ (rho) y se mide en unidades de masa por volumen, como gramos por centímetro cúbico (g/cm3) o kilogramos por metro cúbico (kg/m3). (Lizarralde, H., & Gacitúa, M. (2004). Densidad y su medición. Revista de la Facultad de Ingeniería, 14(1), 1-6.)

La gravedad específica se refiere a la relación entre la masa de un objeto y su volumen. Se representa con el símbolo Gs y se mide en unidades de masa por volumen, como gramos por centímetro cúbico (g/cm3) o kilogramos por metro cúbico (kg/m3). La gravedad específica de un material particular está determinada por la proporción de densidades relativas de los componentes individuales del material. (Fry, R. J., & Jones, A. (2004). Gravedad específica como propiedad de los áridos. Minería y Geología, 20(3), 223-231.)

2.2.6. Porosidad

Se refiere a la cantidad de espacios vacíos o huecos no conectados entre los granos de un suelo o material. Estos huecos están llenos de aire o agua. Esta medida se usa para calcular la capacidad de drenaje, resistencia al cizallamiento y la capacidad de almacenamiento de agua de un suelo.

2.2.7. Peso Unitario Volumétrico

Peso unitario volumétrico (PUV) en áridos se refiere a la densidad relativa de un material granular. Se expresa como el peso del material por unidad de volumen, medido en kilogramos por metro cúbico (kg/m3). Se utiliza para calcular el peso total de una muestra de materiales granulares de un determinado tamaño de grano.

2.2.8. Abrasión

Es una de las propiedades más importantes en los agregados gruesos ya que con esto se conoce la durabilidad y la resistencia que tendrá el hormigón fabricado especialmente en elementos que están sujetos a roce, frotamiento y fricción, este fenómeno puede ocurrir por diferentes condiciones de servicio tales como: 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. (Rocha, 2022) (Montenegro,2019)

2.2.9. Durabilidad al Desgaste de los Sulfatos

La durabilidad al desgaste de sulfatos en áridos según las normas ecuatorianas NTE INEN 1076 (2014) es una prueba de laboratorio para determinar la resistencia de los áridos a la intemperización con sulfatos. Esta prueba se realiza para determinar la resistencia a la intemperización de los materiales de construcción, específicamente para determinar el grado de resistencia a la intemperización con sulfatos. Esta prueba consiste en la exposición de los áridos a soluciones saturadas de sulfatos y después de un tiempo determinado se evalúa su resistencia al desgaste (INE, 2014).

2.2.10. Contenido Orgánico

De acuerdo con la norma ecuatoriana NTE INEN 2248:2012 sobre áridos para hormigón, el contenido orgánico en áridos se define como el porcentaje de material orgánico presente en el árido cuando se somete a un análisis químico. Esta norma específica que el contenido orgánico no debe superar el 3%, siendo su valor ideal menor o igual a 1% para la preparación de hormigón. Esta norma fue publicada en 2012 y tiene como referencia bibliográfica la NTE INEN 1641 de la misma fecha (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2012).

2.3. Cemento

El cemento es el material básico para la preparación de hormigones. Se trata de un material inorgánico, finamente molido, que, al mezclarse con agua, origina una pasta que fragua y endurece por acción de la hidratación, formando una masa compacta y resistente. (García & Piñero, 2016).

Según la NTE INEN 1845:2001 (Ecuador, 2001), la clasificación de cemento se define como el proceso de designación de los diferentes tipos de cemento en función de sus propiedades específicas. Estas propiedades se determinan mediante ensayos y pruebas específicas realizados en laboratorio. Los tipos de cemento se clasifican según la composición química del cemento, su resistencia a la compresión, su contenido de calor y su resistencia a la sulfatación. Además, la norma también establece los requisitos de calidad para cada tipo de cemento. (García, Montaño, & Pérez, 2012; Ecuador, 2001).

2.3.1. Consistencia Normal del Cemento

Sirve para la manejabilidad o plasticidad de la pasta en relación con la cantidad de agua de amasado, permitiendo determinar el grado de fluidez de esta, además determina los tiempos de fraguado del cemento. (Método para determinar la consistencia normal del cemento – Cementos Tequendama, 2021)

2.3.2. Finura

Es una propiedad importante del cemento, definida como la cantidad total de partículas menores a 45 μm presentes en una muestra pesada de cemento, y se expresa como porcentaje en masa (ASTM C 1157, 2019). El grado de finura del cemento influye significativamente en la resistencia mecánica, la durabilidad y la trabajabilidad de los morteros y concretos (Hoffman et al., 2017). El tamaño de partícula del cemento también se relaciona con la hidratación, la reactividad y la resistencia a la sulfatación (Kumar & Sharma, 2017).

2.3.3. Tiempo de Fraguado

Se refiere a la resistencia del cemento al endurecimiento. Se mide como el tiempo que transcurre entre la colocación del cemento y el comienzo del endurecimiento. Si el tiempo de fraguado es demasiado corto, el cemento no tendrá suficiente tiempo para adquirir la resistencia necesaria para obtener una buena conformidad a los requisitos de diseño estructural. (Das, 2019).

El tiempo de fraguado se mide generalmente como el período de tiempo entre la mezcla del cemento y la aparición de una resistencia mínima a la flexión. Esta resistencia se determina mediante la prueba de flexión de la viga (ASTM C78-09). (American Society for Testing and Materials, 2009).

2.3.4. Expansión

Es un fenómeno que experimentan algunos cementos y morteros al endurecerse y curarse, y consiste en el aumento de volumen de los materiales. Esto se debe a la producción de cristales de hidratación, que aumentan el volumen del material. La expansión del cemento se conoce también como retracción, y depende de la composición y el contenido de agua del cemento, así como del ambiente en el que se usa. (Kakaç, 2012).

2.4. Fibras de Polipropileno

Son fibras sintéticas fabricadas principalmente a partir de polipropileno, una forma de plástico de propósito general (Ver Anexo 6.5.1-4). Son resistentes a la corrosión, resistentes al fuego y pueden ser usadas en una variedad de aplicaciones en la ingeniería civil, se utilizan para mejorar la resistencia de los materiales de construcción, como hormigón, mejorando la resistencia a la fatiga, reduciendo la resistencia y mejorando la durabilidad de los materiales. Además, se usan

para mejorar la resistencia a la tracción y resistencia a la compresión de los materiales de construcción (Chen et al., 2017; Hadi et al., 2017).

2.4.1. Tipos de Fibras de Polipropileno

Las fibras de polipropileno se pueden dividir en micro sintéticas y macro sintéticas. Micro se usa en el rango 0,05% a 0,2% por volumen y el Macro en el rango de 0,2% a 1%. Los valores varían con la dosis y el uso. (PSI CONCRETO, 2020)

Las más importantes son:

- Fibra de polipropileno multifilamento
- Fibra de polipropileno fibrilada
- Fibra de polipropileno de monofilamento

2.4.2. Beneficios

El uso de fibras de polipropileno en la ingeniería civil ha demostrado ser una forma eficaz para mejorar la resistencia y durabilidad de los materiales de construcción. Estas se añaden a los materiales de construcción para mejorar su resistencia a la fatiga, resistencia al impacto, resistencia a la fractura y resistencia al desgaste. Además, se pueden usar en aplicaciones tales como la construcción de estructuras, revestimientos, refuerzos en la construcción de carreteras y pavimentos, etc. (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).

Las fibras de polipropileno tienen una serie de beneficios para la ingeniería civil, que incluyen:

- Mejora de la resistencia mecánica de los materiales de construcción: Las fibras de polipropileno mejoran la resistencia mecánica de los materiales de construcción, como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la

tracción. Esto aumenta la durabilidad de los materiales de construcción y su resistencia al desgaste y la fatiga (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).

- Mejora de la resistencia a la fractura: Las fibras de polipropileno mejoran la resistencia a la fractura de los materiales de construcción, lo que ayuda a reducir el riesgo de daños o fallas en estructuras. Esto es especialmente importante para estructuras como los puentes, que deben ser resistentes a la deformación y a la fractura (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).
- Mejora de la resistencia al impacto: Las fibras de polipropileno aumentan la resistencia al impacto de los materiales de construcción, lo que los hace más resistentes a los efectos de los terremotos y otros desastres naturales. Esto también permite a los materiales de construcción resistir mejor los cambios de temperatura y presión, lo que los hace más duraderos (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).
- Mejora de la resistencia a la corrosión: Las fibras de polipropileno tienen una excelente resistencia a la corrosión, lo que significa que los materiales con estas fibras tienen una mayor durabilidad. Esto es importante para estructuras que están expuestas a la intemperie, como los puentes y los edificios (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).
- Mejora de la resistencia a la abrasión: Las fibras de polipropileno tienen una excelente resistencia a la abrasión, lo que significa que los materiales con estas fibras tienen una mayor durabilidad. Esto es importante para estructuras como los puentes, que están expuestos a la abrasión de la superficie de la carretera y los desgastes por el tráfico (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).

- Mejora de la resistencia al fuego: Las fibras de polipropileno tienen una excelente resistencia al fuego, lo que significa que los materiales con estas fibras tienen una mayor resistencia al fuego y son más seguros en caso de incendios. Esto es importante para los materiales de construcción utilizados en zonas con alto riesgo de incendio (Kumar et al., 2018; Gao et al., 2020).

2.4.3. Principales Aplicaciones de hormigón reforzado con fibras de polipropileno

Según (Pina & Sémelas, 2020), en un futuro el uso de hormigón reforzado con fibras de polipropileno en estructuras de ingeniería civil será común y las aplicaciones más usadas serán en las siguientes:

- Estribos: El uso de fibras de polipropileno en la fabricación de estribos para estructuras de ingeniería civil mejora la resistencia a la compresión, el esfuerzo de flexión y la resistencia a la fatiga (Sémelas, Pina & Díaz, 2018).
- Puentes: En contraste con los puentes reforzados con acero, los puentes reforzados con fibras de polipropileno son resistentes a la corrosión, menos costosos y más ligeros. Esta característica los hace adecuados para aplicaciones marinas y otras estructuras sometidas a condiciones climáticas adversas (Pereira et al., 2017).
- Muros de contención: El uso de fibras de polipropileno como refuerzo en muros de contención reduce la deformación y mejora la resistencia a la fatiga. Esto permite que los muros sean más resistentes a la erosión y a los movimientos del suelo (Villegas et al., 2018).
- Estanques: Los estanques reforzados con fibras de polipropileno tienen una resistencia mejorada a la compresión y resistencia a la fatiga, lo que los hace ideales para aplicaciones en estructuras de contención de agua (Hernández et al., 2017).

2.5. Distribución T

La distribución t de Student, también conocida como distribución t, es una familia de distribuciones continuas de probabilidad que se utilizan para expresar la probabilidad de una distribución de una o más variables aleatorias autorregresivas, más comúnmente conocidas como estadísticas de rasgos de una muestra. La distribución t es una generalización de la distribución normal (Gauss) cuando el número de grados de libertad es grande. La descripción estocástica de la distribución t está determinada por un único parámetro llamado grados de libertad (df). (Kamel, 2010).

Para definir los df es necesario mencionar la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_I - \bar{X})^2}{n-1}}$$ Ecuación 2.5.1

Donde:

Xi= Dato

$\bar{\boldsymbol{X}}$**=** Medida de la muestra

n= Tamaño de la muestra

2.5.1. Grados de libertad

Esta definición se basa en que si S^2, está basada en n cantidades $X_1 - \bar{X}, X_2 - \bar{X}, \ldots . X_n - X$, están sumando cero por lo tanto los valores de $n - 1$ de las cantidades determina el valor restante.

2.5.2. Nivel de confianza

Es posible que una muestra se pueda representar dentro de un conjunto de datos mediante la probabilidad de hallar dichos datos. Esta probabilidad se obtiene a partir del nivel de confianza previo al cálculo, lo que ayuda a prever los valores representativos para esta muestra en específico. Nivel de confianza considerado 95%.

2.5.3. Intervalo de confianza

En el marco de una toma de muestras representativa, los extremos se determinarán aleatoriamente, y al considerar el nivel de confianza seleccionado, se podrá calcular los limites inferiores y superiores gracias a los valores t correspondientes a una probabilidad de α/2. En este intervalo se encontrará el valor representativo de la muestra. (Anexo 6.4)

$$IC = \bar{X} \pm t_{n-1,\alpha/2} \times \frac{S}{\sqrt{n}}$$ Ecuación 2.5.2

Donde:

$\boldsymbol{t_{n-1,\alpha/2}}$= Es el valor "t" empelado en la probabilidad "α/2"

Con los datos obtenidos se obtendrá el error estándar de la media $S_{\bar{X}}$

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$ Ecuación 2.5.3

Es necesario realizar un análisis con dos colas para poder lograr la obtención de los datos que tienen relación con la muestra especificada, donde se toman en cuenta valores como el tamaño de la muestra, los grados de libertad, la media, la desviación estándar, el nivel de confianza, el valor de alfa, el valor de t, el error estándar de la media, el límite superior e intervalo de confianza. De esta forma se podrá hallar la probabilidad de las muestras cerca a los valores inferiores y superiores.

Capítulo III

DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN

3.1. Dosificación del Hormigón

3.1.1. Método de dosificación del (ACI 211)

El proceso de la ACI 211 implica varios pasos, como:

- Se sugiere diferentes grados de compactación, de acuerdo con el tipo de edificación, según lo recomendado por el ACI.

Tabla 3.1.1-1 Determinación del asentamiento

CONSISTECIA	ASENTAMIENTO	EJEMPLO DE TIPO DE CONSTRUCCIÓN	SISTEMA DE COLOCACIÓN	SISTEMA DE COMPACTACIÓN
MUY SECA	0.0-20	Prefabricados de alta resistencia, revestimiento de pantalla de cimentación.	Con vibradores de formaleta, concretos de proyección neumática (lanzados).	Secciones sujetas a vibración externa, puede requerirse presión.
SECA	20-35	Pavimentos.	Pavimentos con máquina terminadora vibratoria.	Secciones sujetas a vibración intensa.
SEMISECA	35-50	Pavimentos, fundaciones en concreto simple, losas poco reforzadas.	Colocación con máquinas operadas manualmente.	Secciones simplemente reforzadas con vibración.
MEDIA (PLÁSTICA)	50-100	Pavimentos compactados a mano, losas, muros, vigas, columnas, cimentaciones.	Colocación manual.	Secciones simplemente reforzadas con vibración
HUMEDA	100-150	Elementos estructurales esbeltos o muy reforzados.	Bombeo.	Secciones bastante reforzadas con vibración.
MUY HUMEDA	150-200	Elementos esbeltos, pilotes fundidos "in situ".	Tubo-embudo-tremie.	Secciones altamente reforzadas con vibración.
SUPER FLUIDA	>200	Elementos muy esbeltos.	Autonivelante, autocompactante.	Secciones altamente reforzadas sin vibración y normalmente no adecuados para vibrarse.

Fuente: Obtenido ACI 211

- La resistencia a la compresión es un concepto importante. La Asociación de Ingeniería Civil provee una tabla con distintas relaciones agua/cemento y la resistencia a la compresión a los 28 días. Esta tabla solo es una referencia, pues

depende mucho del cemento y los materiales a utilizar. Con el fin de diseñar el hormigón correctamente, es necesario realizar una mezcla para distintas relaciones de agua/cemento y así encontrar la relación adecuada para el diseño deseado.

- La cantidad de agua neta, que se necesita para el asentamiento deseado depende si el concreto tiene aire incorporado o no, según lo que se requiera.

Tabla 3.1.1-2 Concretos con Aire Incluido % contenido 8.0 a 3.5

ASENTAMIENTO (cm)	CONCRETOS CON AIRE INCLUIDO						
	TAMAÑOS MÁXIMOS NOMINALES (mm)						
	10	13	19	25	38	50	75
0,0 – 2,5	175	170	155	150	135	130	120
3,0 – 5,0	180	175	165	160	145	140	135
5,5 – 7,5	190	185	175	170	155	150	145
8,0 – 10,0	200	190	180	175	165	155	150
10,5 – 15,0	210	195	185	180	170	160	155
15,5 – 18,0	215	205	190	185	175	165	160
% CONTENIDO DE AIRE	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5

Fuente: (Obtenido de ACI 211)

Tabla 3.1.1-3 Concretos sin aire incluido % contenido 3.0 a 0.3

ASENTAMIENTO (cm)	CONCRETOS SIN AIRE INCLUIDO						
	TAMAÑOS MÁXIMOS NOMINALES (mm)						
	10	13	19	25	38	50	75
0,0 – 2,5	185	180	165	160	140	135	125
3,0 – 5,0	205	200	185	180	160	155	145
5,5 – 7,5	215	210	190	185	170	165	155
8,0 – 10,0	225	215	200	195	175	170	165
10,5 – 15,0	235	225	205	200	180	175	170
15,5 – 18,0	240	230	210	205	185	180	175
% CONTENIDO DE AIRE	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3

Fuente: (Obtenido de ACI 211)

- La cantidad de cemento debe estar relacionada con el volumen de agua neta y con el porcentaje de agua/cemento.

$$Cemento = \frac{Agua\ neta}{A/C} \qquad \textit{Ecuación 3.1-1}$$

- Para calcular la cantidad de agregado a utilizar en la mezcla, se promedia entre las gravedades específicas saturadas de los dos agregados. Debido a las características granulométricas de los agregados, se determinan los porcentajes de agregado fino y grueso. Se pueden conseguir estos porcentajes a través del módulo de finura aplicando las fórmulas 3.1.2 y 3.1.3. La cantidad de pasta debe ser apropiada para evitar escurrimiento y segregación. Si se presentan estos problemas, se deben modificar los porcentajes de materiales aumentando el agregado fino y reduciendo el agregado grueso.

$$Agregados\ (sss) = Um - Cemento - Agua\ neta \qquad \textit{Ecuación 3.1-2}$$

$$Um = 10\ Ga(100 - A) + Cm\left(1 - \frac{Ga}{Gc}\right) - Wm(Ga - 1) \qquad \textit{Ecuación 3.1-3}$$

Donde:

Ga= Gravedad especifica (sss) promedio del agregado grueso y fino combinado

A= Porcentaje de aire atrapado

Um= Peso unitario del Hormigón fresco, Kg/m3

Wm = Cantidad de agua neta, Kg/m3

Cm= Cantidad de cemento, Kg/m3

$$Agregados\ finos(sss) = X \times Agregados(sss) \qquad \textit{Ecuación 3.1-4}$$

$$Agregados\ finos(sss) = X \times Agregados(sss) \qquad \textit{Ecuación 3.1-5}$$

Donde:

X= % de agregado fino en la mezcla

Y= % de agregado grueso en la mezcla

- Humedad y Absorción: La mezcla del hormigón finalmente se corrige por las humedades en los agregados y su absorción, ya que afecta directamente al agua de la mezcla.

$$Agr.(nat) = Agr.(s) \times \left(1 + \%\frac{HN}{100}\right) \quad \textit{Ecuación 3.1-6}$$

$$Agr.(s) = Agr.(sss)/(1 + \%\frac{Ab}{100}) \quad \textit{Ecuación 3.1-7}$$

$$Agua\ mezcla = Agua\ neta + Afinos(s)(\%Ab - \%HN)/100 \quad \textit{Ecuación 3.1-8}$$

Donde:

Agr.(nat)= Agregado natural

%HN= % de Humedad Natural

%Ab= % de Absorción

3.1.2. Dosificación para un hormigón de peso normal f'c= 240 kg/cm^2 y f'c= 280 kg/cm^2

Se trabajó con dosificaciones con el propósito de lograr una mezcla de hormigón común con un asentamiento entre los 75 y 100 milímetros, ajustándose al deseado de 80 +/- 10 milímetros. Una vez realizada la mezcla se debe verificar si el asentamiento y el peso unitario se aproximan o son iguales al esperado; de no ser así, se corrige la cantidad de agua neta mediante una restimación, siguiendo la fórmula específica.

- Corrección por peso unitario: Factor de corrección=Peso unitario esperado/Peso unitario obtenido.
- Corrección por asentamiento: Por cada centímetro de asentamiento menor al asentamiento esperado, se deben incrementar 2Kg de agua/metro cúbico de

hormigón. Por cada centímetro en exceso de asentamiento con respecto al asentamiento esperado, se deben reducir 2Kg de agua/metro cúbico de hormigón.

- Agua neta corregida = Agua neta/factor de corrección+2*(asentamiento requerido - asentamiento obtenido).
- Esta restimación se lo realiza cuantas veces sea necesario hasta alcanzar o aproximarse a los pesos unitarios y asentamientos esperados.

Tabla 3.1.2-1 Dosificación f'c= 240 kg/cm2 - 0%

Resumen de Dosificación f'c=240kg/cm^2 - 0%		
Agua	245,47	kg/m^3
Cemento	406,91	kg/m^3
Arena	928,5	kg/m^3
Ripio	631,22	kg/m^3

Elaborado por: A Chico - N Diaz

Tabla 3.1.2-2 Dosificación f'c= 280 kg/cm2 - 0%

Resumen de Dosificación f'c=280kg/cm^2 - 0%		
Agua	243,96	kg/m^3
Cemento	478,34	kg/m^3
Arena	894,47	kg/m^3
Ripio	608,08	kg/m^3

Elaborado por: A Chico - N Diaz

3.1.3. Dosificación de la Fibra de Polipropileno

Se expresa la cantidad de fibra incorporada a la mezcla como una parte del peso del hormigón. La cantidad óptima no está determinada por el mejoramiento de sus características mecánicas, sino por la práctica de cómo se debe verter y dispersar en la mezcla. Si se incluye una cantidad elevada, no se tendrá una mezcla homogénea, lo que conlleva a un deterioro en las propiedades mecánicas del hormigón.

La densidad de las fibras de polipropileno empleadas en esta investigación es de 910kg/m3. Como se ha indicado antes, el porcentaje de fibra es una porción del peso del hormigón, por lo tanto, la cantidad de fibra agregada se calcularía con la siguiente fórmula.

$$Masa\ de\ Fibra\ de\ polipropileno = 910 \frac{kg}{m^3} \times \%\ Fibra\ de\ polipropileno\ \ m^3$$

Ecuación 3.1-9

$$Masa\ de\ Fibra\ de\ polipropileno = 1.82\ kg$$

Tabla 3.1.3-1 Cuadros de Resumen de dosificación de polipropileno

Resumen de Dosificación f'c=240kg/cm^2 - 0,05%	
Agua	245,47 kg/m^3
Cemento	406,91 kg/m^3
Arena	928,045 kg/m^3
Ripio	631,22 kg/m^3
Firbra PPL	0,455 kg/m^3

Resumen de Dosificación f'c=280kg/cm^2 - 0,05%	
Agua	243,96 kg/m^3
Cemento	478,34 kg/m^3
Arena	894,015 kg/m^3
Ripio	608,08 kg/m^3
Firbra PPL	0,455 kg/m^3

Resumen de Dosificación f'c=240kg/cm^2 - 0,1%	
Agua	245,47 kg/m^3
Cemento	406,91 kg/m^3
Arena	927,59 kg/m^3
Ripio	631,22 kg/m^3
Firbra PPL	0,91 kg/m^3

Resumen de Dosificación f'c=280kg/cm^2 - 0,1%	
Agua	243,96 kg/m^3
Cemento	478,34 kg/m^3
Arena	893,56 kg/m^3
Ripio	608,08 kg/m^3
Firbra PPL	0,91 kg/m^3

Resumen de Dosificación f'c=240kg/cm^2 - 0,15%	
Agua	245,47 kg/m^3
Cemento	406,91 kg/m^3
Arena	927,135 kg/m^3
Ripio	631,22 kg/m^3
Firbra PPL	1,365 kg/m^3

Resumen de Dosificación f'c=280kg/cm^2 - 0,15%	
Agua	243,96 kg/m^3
Cemento	478,34 kg/m^3
Arena	893,105 kg/m^3
Ripio	608,08 kg/m^3
Firbra PPL	1,365 kg/m^3

Elaborado por: A Chico - N Diaz

3.2. Fabricación de muestras de hormigón

3.2.1. Ensayo a la compresión del hormigón

Uno de los ensayos más significativos al diseñar hormigón es el ensayo de compresión, el cual se usa para obtener una de las propiedades mecánicas más significativas: la resistencia a la compresión (Ver Anexo 6.5.1-13). El procedimiento consiste en someter una probeta cilíndrica a una carga axial constante hasta que se produzca el fallo de la muestra, logrando así determinar la carga máxima que puede resistir el hormigón. (NTE INEN 1573, 2010)

3.2.1.1. *Cálculo del esfuerzo a compresión*

La resistencia a la comprensión se puede determinar dividiendo la carga máxima ejercida sobre el área del cilindro usando la ecuación siguiente:

$$f'c = \frac{P}{A} \qquad \textit{Ecuación 3.2-1}$$

Donde:

f'c= Esfuerzo de compresión del hormigón (kg/cm^2)

P= Carga máxima de ruptura (kg)

A= Área del cilindro (cm^2)

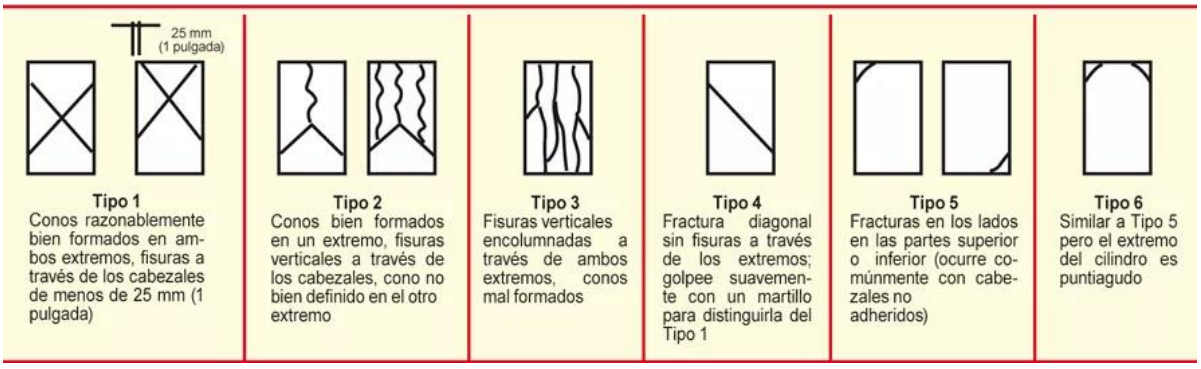


Ilustración 3.2.1 . Los diferentes tipos de fallos en el esfuerzo de compresión de muestras cilíndricas.

Fuente: (Obtenido de GOOGLE IMÁGENES)

3.2.2. Flexión de Vigas

El propósito del ensayo de tracción por flexión de vigas es determinar el límite de rotura del Hormigón en MPa, que es un indicador de la fuerza resistente a la falla por flexión. (NTE INEN 2554, 2011)

De acuerdo con la NTE INEN 2554 de 2011, se describe un método para evaluar la flexibilidad del hormigón utilizando una viga simple soportada en los extremos y sometida a carga en los tercios de la luz libre (Ver Anexo 6.5.1-20).

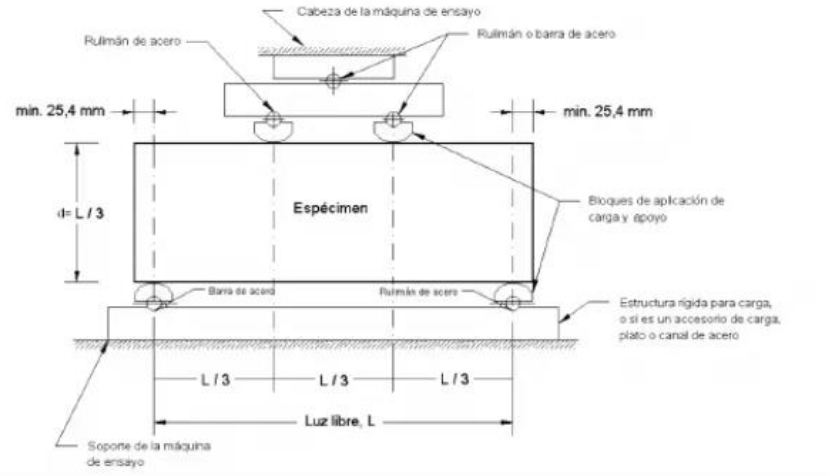


Ilustración 3.2.2 Esquema para ensayos a flexión de vigas de hormigón armado.

Fuente: (Obtenido de NTE INEN 2554)

3.2.2.1. *Cálculo del módulo de rotura*

Si la fractura se genera en la superficie de tracción dentro del tercio medio de la sección libre, el módulo de rotura se puede calcular aplicando la norma. (NTE INEN 2554, 2011)

$$R = \frac{PL}{bd^2} \qquad \textit{Ecuación 3.2-2}$$

En donde:

R= Módulo de la rotura, en Mpa.

P= Carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo, en N.

L= Luz libre, en mm.

b= Promedio del ancho del espécimen, en la fractura en mm.

d= Promedio de la altura del espécimen, en la fractura en mm.

Si la fractura se encuentra en la superficie de tracción fuera del tercio medio de la luz libre y excede el 5% de la luz libre, los resultados deben analizados por la siguiente formula. (NTE INEN 2554, 2011)

$$R = \frac{PL}{bd^2} \qquad \textit{Ecuación 3.2-3}$$

Donde:

a= Distancia media entre las líneas de fractura y el apoyo medio más cercano en la superficie de tracción de la viga, en mm.

3.2.3. Ensayo brasilero

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia a la tracción axial, que se puede obtener mediante un ensayo de tracción directa, pero debido a su complejidad, se recurre al ensayo de tracción indirecta "brasilero", el cual es mucho más sencillo de realizar (Ver Anexo 6.5.1-15). Esto consiste en aplicar una carga externa a compresión en una de las caras, mientras que el otro extremo se mantiene apoyado, de tal forma que se generan dos fuerzas opuestas, lo que provoca una distribución uniforme de tracciones transversales en el eje de carga. (Ángel, 2014)

La capacidad de soportar la fuerza de tracción por compresión diametral se emplea en la planificación estructural de elementos de hormigón ligero, para evaluar la resistencia al corte que proporciona el hormigón y para determinar la longitud de anclaje del refuerzo, de acuerdo con la norma técnica ecuatoriana. (NTE INEN 2648, 2013)

Se determina la resistencia a la tracción usando la siguiente fórmula:

$$fcti = 2 \times \frac{P}{\pi} \times D \times L \qquad \textit{Ecuación 3.2-4}$$

fcti= Resistencia a tracción expresada en (kg/cm^2)

P= Carga a compresión en (kg)

D= Diámetro de la probeta en (cm)

L= Longitud de la probeta en (cm)

Capítulo IV

RESULTADOS OBTENIDOS

4.1. Ensayos a compresión de cilindros de hormigón

4.1.1. Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, sin polipropileno

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	C. Medina - S. Vega
F'c esperado:	240 kg/cm2	Calculado por:	C. Medina - S. Vega
Edad:	28 días	Aprobado por:	Ing. Patricio Castro
% polipropileno:	0%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022
Fecha de ensayo	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022
Días de curación	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	148.94	150.20	149.98	150.61	150.18
Diámetro 2 (mm)	148.19	150.64	150.10	150.64	150.96
Altura 1 (mm)	300.75	300.75	304.46	298.40	298.90
Altura 2 (mm)	300.60	300.56	304.04	299.24	299.11
Altura 3 (mm)	300.10	300.60	304.28	299.19	300.19
Masa (Kg)	11.66	11.81	12.28	11.73	11.84
Carga Máxima (kN)	430.69	434.42	436.43	435.18	438.15
Tipo de Falla	V	V	VI	V	V
Diámetro promedio (mm)	148.57	150.42	150.04	150.63	150.57
Altura promedio (mm)	300.48	300.64	304.26	298.94	299.40
Área Promedio (mm2)	17334.96	17770.56	17680.88	17819.03	17806.02
Resistencia (kg/cm2)	253.35	249.28	251.70	249.04	250.92
F'c Promedio	250.85				
Desviación Estándar	1.784278502				
Resistencia Caracteristica (kg/cm2)	249.0867717				

Ilustración 4.1.1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	C. Medina - S. Vega
F'c esperado:	280 kg/cm2	Calculado por:	C. Medina - S. Vega
Edad:	28 días	Aprobado por:	Ing. Patricio Castro
% polipropileno:	0%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	12/10/2022	12/10/2022	12/10/2022	12/10/2022	12/10/2022
Fecha de ensayo	09/11/2022	09/11/2022	09/11/2022	09/11/2022	09/11/2022
Días de curación	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	151.44	151.97	151.54	151.43	151.26
Diámetro 2 (mm)	151.21	151.08	151.45	151.02	151.27
Altura 1 (mm)	304.67	302.89	301.02	303.60	308.64
Altura 2 (mm)	305.74	302.25	300.84	303.02	307.65
Altura 3 (mm)	304.94	302.41	300.97	303.26	308.23
Masa (Kg)	12.19	11.66	11.69	11.66	12.02
Carga Máxima (kN)	480.60	480.50	470.10	471.50	470.70
Tipo de Falla	IV	IV	V	IV	V
Diámetro promedio (mm)	151.33	151.53	151.50	151.23	151.27
Altura promedio (mm)	305.12	302.52	300.94	303.29	308.17
Área Promedio (mm2)	17985.03	18032.60	18025.47	17961.27	17970.77
Resistencia (kg/cm2)	272.49	271.72	265.94	267.69	267.09
F'c Promedio	268.99				
Desviación Estándar	2.928452465				
Resistencia Caracteristica (kg/cm2)	266.1706002				

Ilustración 4.1.2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

4.1.2. Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0,05 % PP.

Tabla 4.1.2-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,0	103,0	103,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	103,5	103,0	103,5	103,5	103,0
Altura 1 (mm)	202,0	202,0	202,0	202,0	203,0
Altura 2 (mm)	202,5	202,0	201,0	202,5	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	202,5	202,0	202,5	202,0
Masa (Kg)	3,776	3,735	3,732	3,779	3,777
Carga Máxima (kN)	234,7	244,5	237,7	235,2	227,0
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	103,0	102,5	103,3	103,3	102,5
Altura promedio (mm)	202,2	202,2	201,7	202,3	202,3
Área Promedio (mm^2)	8332,29	8251,59	8372,79	8372,79	8251,59
Resistencia (kg/cm^2)	287,131	302,045	289,394	286,351	280,427
f'c Promedio			289,07		
Desviación Estándar			7,97		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			281,10		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.2-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	100,5	100,0	100,6	100,0	100,5
Diámetro 2 (mm)	101,0	100,5	100,5	100,5	101,0
Altura 1 (mm)	202,0	201,5	202,0	203,0	203,0
Altura 2 (mm)	201,0	201,0	201,0	202,5	202,0
Altura 3 (mm)	201,5	201,5	201,5	202,0	202,5
Masa (Kg)	3,721	3,715	3,765	3,725	3,799
Carga Máxima (kN)	238,2	251,1	242,3	244,1	246,7
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	100,8	100,3	100,5	100,3	100,8
Altura promedio (mm)	201,5	201,3	201,5	202,5	202,5
Área Promedio (mm^2)	7972,23	7893,30	7936,66	7893,30	7972,23
Resistencia (kg/cm^2)	304,574	324,279	311,205	315,239	315,442
f'c Promedio			314,15		
Desviación Estándar			7,17		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			306,97		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.1.2.1. Análisis estadístico, Distribución T, Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,05 % PP.

Tabla 4.1.2-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,0	103,0	103,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	103,5	103,0	103,5	103,5	103,0
Altura 1 (mm)	202,0	202,0	202,0	202,0	203,0
Altura 2 (mm)	202,5	202,0	201,0	202,5	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	202,5	202,0	202,5	202,0
Masa (Kg)	3,776	3,735	3,732	3,779	3,777
Carga Máxima (kN)	234,7	244,5	237,7	235,2	227,0
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	103,0	102,5	103,3	103,3	102,5
Altura promedio (mm)	202,2	202,2	201,7	202,3	202,3
Área Promedio (mm^2)	8332,29	8251,59	8372,79	8372,79	8251,59
Resistencia (kg/cm^2)	287,131	302,045	289,394	286,351	280,427
f'c Promedio			289,07		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.2-4 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	289,07
Desviación estándar	kg/cm2	7,97386
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	3,5660
Límite superior	kg/cm2	298,97
Límite inferior	kg/cm2	279,17
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	279,17 - 298,97

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.2-5 Datos filtrados para cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	287,131	X	289,394	286,351	280,427
f'c Promedio			285,83		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.2-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	100,5	100,0	100,6	100,0	100,5
Diámetro 2 (mm)	101,0	100,5	100,5	100,5	101,0
Altura 1 (mm)	202,0	201,5	202,0	203,0	203,0
Altura 2 (mm)	201,0	201,0	201,0	202,5	202,0
Altura 3 (mm)	201,5	201,5	201,5	202,0	202,5
Masa (Kg)	3,721	3,715	3,765	3,725	3,799
Carga Máxima (kN)	238,2	251,1	242,3	244,1	246,7
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	100,8	100,3	100,5	100,3	100,8
Altura promedio (mm)	201,5	201,3	201,5	202,5	202,5
Área Promedio (mm^2)	7972,23	7893,30	7936,66	7893,30	7972,23
Resistencia (kg/cm^2)	304,574	324,279	311,205	315,239	315,442
f'c Promedio			314,15		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.2-7 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	314,15
Desviación estándar	kg/cm2	7,17341
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	3,2080
Límite superior	kg/cm2	323,05
Límite inferior	kg/cm2	305,24
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	305,24 - 323,05

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.2-8 Datos filtrados para cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	X	X	311,205	315,239	315,442
f'c Promedio			313,96		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.1.3. Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0,10 % PP.

Tabla 4.1.3-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	101,0	102,0	101,5	102,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	102,0	103,0	103,0	103,5	103,5
Altura 1 (mm)	201,0	201,5	201,0	201,0	201,5
Altura 2 (mm)	201,5	201,0	200,5	200,5	201,0
Altura 3 (mm)	201,0	201,0	201,0	201,5	201,5
Masa (Kg)	3,795	3,760	3,800	3,729	3,785
Carga Máxima (kN)	236,0	238,5	235,6	232,8	237,0
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	101,5	102,5	102,3	102,8	102,8
Altura promedio (mm)	201,2	201,2	200,8	201,0	201,3
Área Promedio (mm^2)	8091,37	8251,59	8211,39	8291,89	8291,89
Resistencia (kg/cm^2)	297,318	294,633	292,476	286,194	291,357
f'c Promedio			292,40		
Desviación Estándar			4,15		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			288,25		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.3-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,0	102,0	101,5	102,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	102,5	102,0	101,0	102,0	101,5
Altura 1 (mm)	201,5	202,0	202,0	202,0	201,5
Altura 2 (mm)	201,0	202,0	202,0	201,0	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	201,0	201,5	202,0	201,5
Masa (Kg)	3,775	3,752	3,783	3,773	3,771
Carga Máxima (kN)	290,4	290,6	289,7	293,2	289,6
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	102,3	102,0	101,3	102,0	101,8
Altura promedio (mm)	201,5	201,7	201,8	201,7	201,7
Área Promedio (mm^2)	8211,39	8171,28	8051,56	8171,28	8131,28
Resistencia (kg/cm^2)	360,505	362,524	366,775	365,767	363,054
f'c Promedio			363,72		
Desviación Estándar			2,54		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			361,19		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.1.3.1. Análisis estadístico, Distribución T, Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,10 % PP.

Tabla 4.1.3-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	101,0	102,0	101,5	102,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	102,0	103,0	103,0	103,5	103,5
Altura 1 (mm)	201,0	201,5	201,0	201,0	201,5
Altura 2 (mm)	201,5	201,0	200,5	200,5	201,0
Altura 3 (mm)	201,0	201,0	201,0	201,5	201,5
Masa (Kg)	3,795	3,760	3,800	3,729	3,785
Carga Máxima (kN)	225,0	238,5	235,6	232,8	227,2
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	101,5	102,5	102,3	102,8	102,8
Altura promedio (mm)	201,2	201,2	200,8	201,0	201,3
Área Promedio (mm^2)	8091,37	8251,59	8211,39	8291,89	8291,89
Resistencia (kg/cm^2)	283,460	294,633	292,476	286,194	279,310
f'c Promedio			287,21		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.3-4 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	287,21
Desviación estándar	kg/cm2	6,33138
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	2,8315
Límite superior	kg/cm2	295,07
Límite inferior	kg/cm2	279,35
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	279,35 - 295,07

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.3-5 Datos filtrados para cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	283,460	294,633	292,476	286,194	X
f'c Promedio			289,19		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.3-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,0	102,0	101,5	102,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	102,5	102,0	101,0	102,0	101,5
Altura 1 (mm)	201,5	202,0	202,0	202,0	201,5
Altura 2 (mm)	201,0	202,0	202,0	201,0	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	201,0	201,5	202,0	201,5
Masa (Kg)	3,775	3,752	3,783	3,773	3,771
Carga Máxima (kN)	300,4	300,5	289,7	293,2	299,4
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	102,3	102,0	101,3	102,0	101,8
Altura promedio (mm)	201,5	201,7	201,8	201,7	201,7
Área Promedio (mm^2)	8211,39	8171,28	8051,56	8171,28	8131,28
Resistencia (kg/cm^2)	372,919	374,874	366,775	365,767	375,339
f'c Promedio			371,13		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.3-7 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	371,13
Desviación estándar	kg/cm2	4,54595
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	2,0330
Límite superior	kg/cm2	376,78
Límite inferior	kg/cm2	365,49
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	365,49 - 376,78

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.3-8 Datos filtrados para cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	372,919	374,874	366,775	365,767	375,339
f'c Promedio			371,13		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.1.4. Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0,15 % PP.

Tabla 4.1.4-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,0	102,5	104,0	100,0
Diámetro 2 (mm)	103,5	103,0	103,5	104,0	103,0
Altura 1 (mm)	201,0	201,0	202,0	204,0	200,0
Altura 2 (mm)	201,5	201,5	201,5	202,0	201,0
Altura 3 (mm)	201,0	201,0	202,0	202,0	201,0
Masa (Kg)	3,785	3,706	3,766	3,740	3,767
Carga Máxima (kN)	244,1	248,0	242,4	246,5	246,1
Tipo de Falla	IV	III	III	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	103,0	102,5	103,0	104,0	101,5
Altura promedio (mm)	201,2	201,2	201,8	202,7	200,7
Área Promedio (mm^2)	8332,29	8251,59	8332,29	8494,87	8091,37
Resistencia (kg/cm^2)	298,631	306,369	296,551	295,795	310,042
f'c Promedio			301,48		
Desviación Estándar			6,36		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			295,11		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.4-2 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,0	102,5	102,0	102,5	102,0
Diámetro 2 (mm)	102,0	103,0	102,0	102,0	101,0
Altura 1 (mm)	201,5	201,0	202,0	201,0	201,0
Altura 2 (mm)	201,0	201,0	201,0	201,0	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	202,0	202,0	201,0	201,0
Masa (Kg)	3,699	3,752	3,719	3,659	3,672
Carga Máxima (kN)	259,6	256,3	258,6	257,6	254,5
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	102,0	102,8	102,0	102,3	101,5
Altura promedio (mm)	201,5	201,3	201,7	201,0	201,3
Área Promedio (mm^2)	8171,28	8291,89	8171,28	8211,39	8091,37
Resistencia (kg/cm^2)	323,851	315,084	322,604	319,787	320,625
f'c Promedio			320,39		
Desviación Estándar			3,37		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			317,02		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.1.4.1. Análisis estadístico, Distribución T, Compresión de cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,15 % PP.

Tabla 4.1.4-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,0	102,5	104,0	100,0
Diámetro 2 (mm)	103,5	103,0	103,5	104,0	103,0
Altura 1 (mm)	201,0	201,0	202,0	204,0	200,0
Altura 2 (mm)	201,5	201,5	201,5	202,0	201,0
Altura 3 (mm)	201,0	201,0	202,0	202,0	201,0
Masa (Kg)	3,785	3,706	3,766	3,740	3,767
Carga Máxima (kN)	244,1	252,8	242,4	250,8	253,2
Tipo de Falla	IV	III	III	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	103,0	102,5	103,0	104,0	101,5
Altura promedio (mm)	201,2	201,2	201,8	202,7	200,7
Área Promedio (mm^2)	8332,29	8251,59	8332,29	8494,87	8091,37
Resistencia (kg/cm^2)	298,631	312,299	296,551	300,955	318,987
f'c Promedio			305,48		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.4-4 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	305,48
Desviación estándar	kg/cm2	9,69595
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	4,3362
Límite superior	kg/cm2	317,52
Límite inferior	kg/cm2	293,45
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	293,45 - 317,52

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.4-5 Datos filtrados para cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	298,631	312,299	296,551	300,955	X
f'c Promedio			302,11		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.4-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Compresión de cilindros

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,0	102,5	102,0	102,5	102,0
Diámetro 2 (mm)	102,0	103,0	102,0	102,0	101,0
Altura 1 (mm)	201,5	201,0	202,0	201,0	201,0
Altura 2 (mm)	201,0	201,0	201,0	201,0	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	202,0	202,0	201,0	201,0
Masa (Kg)	3,699	3,752	3,719	3,659	3,672
Carga Máxima (kN)	239,9	236,3	226,6	237,1	236,2
Tipo de Falla	IV	IV	IV	IV	IV
Diámetro promedio (mm)	102,0	102,8	102,0	102,3	101,5
Altura promedio (mm)	201,5	201,3	201,7	201,0	201,3
Área Promedio (mm^2)	8171,28	8291,89	8171,28	8211,39	8091,37
Resistencia (kg/cm^2)	299,275	290,497	282,684	294,338	297,570
f'c Promedio			292,87		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.4-7 Resultados estadísticos para análisis compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	292,87
Desviación estándar	kg/cm2	6,60808
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	2,9552
Límite superior	kg/cm2	301,08
Límite inferior	kg/cm2	284,67
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	284,67 - 301,08

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.1.4-8 Datos filtrados para cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	299,275	290,497	X	294,338	297,570
f'c Promedio	295,42				

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.2. Ensayo a Flexión de vigas

4.2.1. Flexión en vigas con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, sin polipropileno

Flexión de vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	C. Medina - S. Vega
F'c esperado:	240 kg/cm2	Calculado por:	C. Medina - S. Vega
Edad:	28 días	Aprobado por:	Ing. Patricio Castro
% polipropileno:	0%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022
Fecha de ensayo	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022
Días de curación	28	28	28
Longitud (mm)	558.00	536.00	560.00
Ancho (mm)	153.00	152.00	154.00
Altura (mm)	151.00	150.00	153.00
Longitud de Apoyo	450.00	450.00	450.00
Masa (Kg)	27.57	26.12	28.09
Carga Máxima (kN)	30.59	30.03	31.83
Resistencia (kg/cm2)	40.23	40.29	40.51
Resistencia Promedio	40.34		
Desviación Estándar	0.149447797		
Resistencia Caracteristica (kg/cm2)	40.236382		

Ilustración 4.2.1 Flexión de vigas de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Flexión de vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	C. Medina - S. Vega
F'c esperado:	280 kg/cm2	Calculado por:	C. Medina - S. Vega
Edad:	28 días	Aprobado por:	Ing. Patricio Castro
% polipropileno:	0%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	27/09/2022	27/09/2022	27/09/2022
Fecha de ensayo	25/10/2022	25/10/2022	25/10/2022
Días de curación	28	28	28
Longitud (mm)	565.00	544.00	564.00
Ancho (mm)	155.00	155.00	154.00
Altura (mm)	154.00	156.00	153.00
Longitud de Apoyo	450.00	450.00	450.00
Masa (Kg)	28.10	27.02	28.09
Carga Máxima (kN)	38.19	39.50	39.80
Resistencia (kg/cm2)	47.67	48.05	50.66
Resistencia Promedio	48.80		
Desviación Estándar	1.62687597		
Resistencia Caracteristica (kg/cm2)	47.710632		

Ilustración 4.2.2 Flexión de vigas de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

4.2.2. Flexión en vigas con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0,05 % de polipropileno.

Tabla 4.2.2-1 Flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	601,0
Ancho (mm)	150,0	152,0	152,0
Altura (mm)	150,0	151,0	154,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,072	30,796	30,732
Carga Máxima (N)	38,2	39,0	36,6
Módulo de rotura (Mpa)	5,093	5,064	4,569
Módulo de rotura promedio (Mpa)		4,91	
Desviación Estándar		0,29	
Resistencia Caracteristica (MPa)		4,61	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.2-2 Flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	603,0	601,0	602,0
Ancho (mm)	150,0	150,0	150,0
Altura (mm)	152,0	150,0	152,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,200	29,966	30,349
Carga Máxima (N)	33,0	34,2	34,1
Módulo de rotura (Mpa)	4,285	4,560	4,428
Módulo de rotura promedio (Mpa)		4,42	
Desviación Estándar		0,14	
Resistencia Caracteristica (MPa)		4,29	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.2.2.1. Análisis estadístico, Distribución T, Flexión en vigas de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,05 % de polipropileno.

Tabla 4.2.2-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	601,0
Ancho (mm)	150,0	152,0	152,0
Altura (mm)	150,0	151,0	154,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,072	30,796	30,732
Carga Máxima (N)	26,0	39,0	36,6
Módulo de rotura (kg/cm2)	35,350	51,637	46,590
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		44,53	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.2-4 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	44,53
Desviación estándar	kg/cm2	8,33720
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	4,8135
Límite superior	kg/cm2	65,24
Límite inferior	kg/cm2	23,81
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	23,81 - 65,24

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.2-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	35,350	51,637	46,590
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		44,53	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.2-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	603,0	601,0	602,0
Ancho (mm)	150,0	150,0	150,0
Altura (mm)	152,0	150,0	152,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,200	29,966	30,349
Carga Máxima (N)	33,0	38,2	34,1
Módulo de rotura (kg/cm2)	43,695	51,938	45,151
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		46,93	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.2-7 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	46,93
Desviación estándar	kg/cm2	4,39935
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	2,5400
Límite superior	kg/cm2	57,86
Límite inferior	kg/cm2	36,00
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	36 - 57,86

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.2-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	43,695	51,938	45,151
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		46,93	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.2.3. Flexión en vigas con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0,10% de polipropileno.

Tabla 4.2.3-1 Flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	602,0
Ancho (mm)	151,0	150,0	155,0
Altura (mm)	149,0	150,0	151,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,435	30,682	30,645
Carga Máxima (N)	30,8	31,7	29,3
Módulo de rotura (Mpa)	4,134	4,227	3,731
Módulo de rotura promedio (Mpa)		4,03	
Desviación Estándar		0,26	
Resistencia Caracteristica (MPa)		3,77	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.3-2 Flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	603,0
Ancho (mm)	151,0	151,0	152,0
Altura (mm)	152,0	152,0	152,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,600	30,524	30,163
Carga Máxima (N)	37,0	37,5	36,4
Módulo de rotura (Mpa)	4,773	4,837	4,664
Módulo de rotura promedio (Mpa)		4,76	
Desviación Estándar		0,09	
Resistencia Caracteristica (MPa)		4,67	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.2.3.1. Análisis estadístico, Distribución T, Flexión en vigas de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,10 % de polipropileno.

Tabla 4.2.3-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	602,0
Ancho (mm)	151,0	150,0	155,0
Altura (mm)	149,0	150,0	151,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,435	30,682	30,645
Carga Máxima (N)	25,8	31,7	29,3
Módulo de rotura (kg/cm2)	35,315	43,100	38,043
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		38,82	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.3-4 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	38,82
Desviación estándar	kg/cm2	3,95006
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	2,2806
Límite superior	kg/cm2	48,63
Límite inferior	kg/cm2	29,01
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	29,01 - 48,63

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.3-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	35,315	43,100	38,043
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		38,82	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.3-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	603,0
Ancho (mm)	151,0	151,0	152,0
Altura (mm)	152,0	152,0	152,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,600	30,524	30,163
Carga Máxima (N)	43,7	37,5	36,4
Módulo de rotura (kg/cm2)	57,479	49,324	47,562
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		51,46	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.3-7 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	51,46
Desviación estándar	kg/cm2	5,29071
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	3,0546
Límite superior	kg/cm2	64,60
Límite inferior	kg/cm2	38,31
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	38,31 - 64,6

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.3-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	57,479	49,324	47,562
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		51,46	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.2.4. Flexión en vigas con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0,15% de polipropileno.

Tabla 4.2.4-1 Flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	602,0
Ancho (mm)	150,0	150,0	150,0
Altura (mm)	152,0	151,0	150,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,525	30,768	30,477
Carga Máxima (N)	29,5	31,2	32,7
Módulo de rotura (Mpa)	3,831	4,105	4,360
Módulo de rotura promedio (Mpa)		4,10	
Desviación Estándar		0,26	
Resistencia Caracteristica (MPa)		3,83	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.4-2 Flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	601,0	603,0	601,0
Ancho (mm)	150,0	151,0	150,0
Altura (mm)	150,0	151,0	150,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,266	30,618	30,148
Carga Máxima (N)	36,0	36,7	37,2
Módulo de rotura (Mpa)	4,800	4,797	4,960
Módulo de rotura promedio (Mpa)		4,85	
Desviación Estándar		0,09	
Resistencia Caracteristica (MPa)		4,76	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.2.4.1. Análisis estadístico, Distribución T, Flexión en vigas de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,15 % de polipropileno.

Tabla 4.2.4-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	602,0	602,0	602,0
Ancho (mm)	150,0	150,0	150,0
Altura (mm)	152,0	151,0	150,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,525	30,768	30,477
Carga Máxima (N)	29,5	31,2	32,7
Módulo de rotura (kg/cm2)	39,060	41,860	44,460
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		41,79	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.4-4 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	41,79
Desviación estándar	kg/cm2	2,70030
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	1,5590
Límite superior	kg/cm2	48,50
Límite inferior	kg/cm2	35,09
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	35,09 - 48,5

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.4-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	39,060	41,860	44,460
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		41,79	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.4-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Flexión en vigas

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28
Longitud (mm)	601,0	603,0	601,0
Ancho (mm)	150,0	151,0	150,0
Altura (mm)	150,0	151,0	150,0
Luz libre (mm)	450,0	450,0	450,0
Masa (Kg)	30,266	30,618	30,148
Carga Máxima (N)	36,0	36,7	37,2
Módulo de rotura (kg/cm2)	48,947	48,913	50,578
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		49,48	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.4-7 Resultados estadísticos para análisis flexión en vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	49,48
Desviación estándar	kg/cm2	0,95167
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,5494
Límite superior	kg/cm2	51,84
Límite inferior	kg/cm2	47,12
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	47,12 - 51,84

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.2.4-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	48,947	48,913	50,578
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		49,48	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.3. Ensayo de tracción método brasilero

4.3.1. Cilindros con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, sin polipropileno

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	C. Medina - S. Vega
F'c esperado:	240 kg/cm2	Calculado por:	C. Medina - S. Vega
Edad:	28 días	Aprobado por:	Ing. Patricio Castro
% polipropileno:	0%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022
Fecha de ensayo	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022	19/09/2022
Días de curación	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	150.40	149.62	151.30	157.61	149.24
Diámetro 2 (mm)	149.57	149.65	149.84	156.69	151.97
Altura 1 (mm)	299.59	300.17	298.60	306.10	297.36
Altura 2 (mm)	300.07	299.93	301.79	306.10	298.36
Altura 3 (mm)	300.22	298.94	298.97	306.62	297.53
Masa (Kg)	11.74	11.68	11.58	12.39	11.64
Carga Máxima (kN)	228.98	227.39	227.30	228.92	228.17
Diámetro promedio (mm)	149.99	149.64	150.57	157.15	150.61
Altura promedio (mm)	299.96	299.68	299.79	306.27	297.75
Área Promedio (mm2)	17667.92	17585.56	17806.02	19396.29	17814.30
Resistencia (kg/cm2)	33.04	32.92	32.69	30.88	33.03
Resistencia Promedio	32.51				
Desviación Estándar	0.925012775				
Resistencia Caracteristica (kg/cm2)	31.23873297				

Ilustración 4.3.1 Cilindros de 240 kg/cm2, por C Medina – S Vega

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA,2022 Tesis.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	C. Medina - S. Vega
F'c esperado:	280 kg/cm2	Calculado por:	C. Medina - S. Vega
Edad:	28 días	Aprobado por:	Ing. Patricio Castro
% polipropileno:	0%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	27/09/2022	27/09/2022	27/09/2022	27/09/2022	27/09/2022
Fecha de ensayo	25/10/2022	25/10/2022	25/10/2022	25/10/2022	25/10/2022
Días de curación	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	152.55	154.40	150.56	151.74	150.45
Diámetro 2 (mm)	150.81	151.27	152.43	151.31	152.19
Altura 1 (mm)	302.48	302.21	303.00	300.13	298.64
Altura 2 (mm)	300.72	303.25	301.28	301.04	299.10
Altura 3 (mm)	301.30	302.70	302.40	300.70	300.48
Masa (Kg)	11.51	11.81	11.59	11.67	11.65
Carga Máxima (kN)	246.70	248.20	246.10	247.80	246.90
Diámetro promedio (mm)	151.68	152.84	151.50	151.53	151.32
Altura promedio (mm)	301.50	302.72	302.23	300.62	299.41
Área Promedio (mm2)	18069.52	18345.75	18025.47	18032.60	17983.84
Resistencia (kg/cm2)	35.02	34.83	34.89	35.31	35.38
Resistencia Promedio	35.09				
Desviación Estándar	0.248220772				
Resistencia Caracteristica (kg/cm2)	34.83915161				

Ilustración 4.3.2 Cilindros de 280 kg/cm2, por C Medina – S Vega

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

4.3.2. Cilindros con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, 0,05 % de polipropileno.

Tabla 4.3.2-1 Cilindros de 240 kg/cm2 con 0,05% PP.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,5	101,5	102,0	102,5
Diámetro 2 (mm)	102,0	103,0	102,0	102,5	103,0
Altura 1 (mm)	205,0	200,0	201,0	202,0	204,0
Altura 2 (mm)	204,0	201,0	202,0	202,0	203,0
Altura 3 (mm)	204,5	201,5	202,0	201,5	203,5
Masa (Kg)	3,781	3,560	3,773	3,774	3,786
Carga Máxima (kN)	100,6	102,8	99,8	106,8	103,9
Diámetro promedio (mm)	102,3	102,8	101,8	102,3	102,8
Altura promedio (mm)	204,5	200,8	201,7	201,8	203,5
Área Promedio (mm^2)	20910,13	20635,63	20519,58	20637,46	20909,63
Resistencia (kg/cm^2)	31,221	32,329	31,563	33,584	32,246
f'c Promedio			32,19		
Desviación Estándar			0,91		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			31,28		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.2-2 Cilindros de 280 kg/cm2 con 0,05% PP.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	100,5	102,0	102,0	100,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	101,0	101,5	102,0	100,0	101,0
Altura 1 (mm)	203,0	202,0	201,0	201,0	201,5
Altura 2 (mm)	203,0	202,5	201,5	201,5	201,0
Altura 3 (mm)	203,5	202,0	202,0	201,0	202,0
Masa (Kg)	3,606	3,659	3,749	3,720	3,727
Carga Máxima (kN)	92,7	105,5	95,5	102,5	92,6
Diámetro promedio (mm)	100,8	101,8	102,0	100,0	101,5
Altura promedio (mm)	203,2	202,2	201,5	201,2	201,5
Área Promedio (mm^2)	20469,04	20570,46	20553,00	20116,67	20452,25
Resistencia (kg/cm^2)	29,390	33,283	30,154	33,066	29,382
f'c Promedio			31,05		
Desviación Estándar			1,96		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			29,09		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.3.2.1. Análisis estadístico, Distribución T, Cilindros de resistencia a tracción indirecta de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,05 % de polipropileno.

Tabla 4.3.2-3 Cilindros de resistencia a tracción 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Tracción Indirecta

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,5	101,5	102,0	102,5
Diámetro 2 (mm)	102,0	103,0	102,0	102,5	103,0
Altura 1 (mm)	205,0	200,0	201,0	202,0	204,0
Altura 2 (mm)	204,0	201,0	202,0	202,0	203,0
Altura 3 (mm)	204,5	201,5	202,0	201,5	203,5
Masa (Kg)	3,781	3,560	3,773	3,774	3,786
Carga Máxima (kN)	100,6	102,8	99,8	106,8	103,9
Diámetro promedio (mm)	102,3	102,8	101,8	102,3	102,8
Altura promedio (mm)	204,5	200,8	201,7	201,8	203,5
Área Promedio (mm^2)	20910,13	20635,63	20519,58	20637,46	20909,63
Resistencia (kg/cm^2)	31,221	32,329	31,563	33,584	32,246
Resistencia promedio (kg/cm2)			32,19		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.2-4 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	32,19
Desviación estándar	kg/cm2	0,90775
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,4060
Límite superior	kg/cm2	33,32
Límite inferior	kg/cm2	31,06
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	31,06 - 33,32

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.2-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	31,221	32,329	31,563	X	32,246
Resistencia promedio (kg/cm2)			31,84		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.2-6 Cilindros de resistencia a tracción 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Tracción Indirecta

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	100,5	102,0	102,0	100,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	101,0	101,5	102,0	100,0	101,0
Altura 1 (mm)	203,0	202,0	201,0	201,0	201,5
Altura 2 (mm)	203,0	202,5	201,5	201,5	201,0
Altura 3 (mm)	203,5	202,0	202,0	201,0	202,0
Masa (Kg)	3,606	3,659	3,749	3,720	3,727
Carga Máxima (kN)	92,7	105,5	72,2	102,5	92,6
Diámetro promedio (mm)	100,8	101,8	102,0	100,0	101,5
Altura promedio (mm)	203,2	202,2	201,5	201,2	201,5
Área Promedio (mm^2)	20469,04	20570,46	20553,00	20116,67	20452,25
Resistencia (kg/cm^2)	29,390	33,283	22,797	33,066	29,382
Resistencia promedio (kg/cm2)			29,58		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.2-7 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	29,58
Desviación estándar	kg/cm2	4,24114
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,8967
Límite superior	kg/cm2	34,85
Límite inferior	kg/cm2	24,32
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	24,32 - 34,85

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.2-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,05% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	29,390	33,283	X	33,066	29,382
Resistencia promedio (kg/cm2)			31,28		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.3.3. Cilindros con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, 0,10% de polipropileno.

Tabla 4.3.3-1 Cilindros de 240 kg/cm2 con 0,10% PP.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,0	101,0	102,0	100,0
Diámetro 2 (mm)	102,0	102,0	101,5	101,5	101,0
Altura 1 (mm)	201,0	202,0	201,0	201,5	202,5
Altura 2 (mm)	201,5	201,0	201,0	201,0	202,0
Altura 3 (mm)	201,0	202,0	201,0	201,0	201,5
Masa (Kg)	3,795	3,765	3,806	3,778	3,633
Carga Máxima (kN)	98,2	94,6	97,1	98,0	100,4
Diámetro promedio (mm)	102,3	102,0	101,3	101,8	100,5
Altura promedio (mm)	201,2	201,7	201,0	201,2	202,0
Área Promedio (mm^2)	20569,29	20570,00	20351,25	20468,71	20301,00
Resistencia (kg/cm^2)	30,982	29,845	30,963	31,070	32,094
f'c Promedio			30,99		
Desviación Estándar			0,80		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			30,19		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.3-2 Cilindros de 280 kg/cm2 con 0,10% PP.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	101,0	101,0	102,5	101,5
Diámetro 2 (mm)	102,0	101,5	101,5	102,0	102,0
Altura 1 (mm)	202,5	202,0	203,0	202,0	201,0
Altura 2 (mm)	202,0	202,0	202,5	202,5	202,0
Altura 3 (mm)	202,0	202,5	203,0	202,5	202,0
Masa (Kg)	3,804	3,819	3,630	3,796	3,757
Carga Máxima (kN)	118,8	108,2	122,6	104,1	115,2
Diámetro promedio (mm)	102,3	101,3	101,3	102,3	101,8
Altura promedio (mm)	202,2	202,2	202,8	202,3	201,7
Área Promedio (mm^2)	20671,54	20469,38	20536,88	20688,58	20519,58
Resistencia (kg/cm^2)	37,295	34,303	38,741	32,654	36,433
f'c Promedio			35,89		
Desviación Estándar			2,42		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			33,47		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.3.3.1. Análisis estadístico, Distribución T, Cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,10 % PP.

Tabla 4.3.3-3 Cilindros de resistencia a tracción 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Tracción Indirecta

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,10%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	102,5	102,0	101,0	102,0	100,0
Diámetro 2 (mm)	102,0	102,0	101,5	101,5	101,0
Altura 1 (mm)	201,0	202,0	201,0	201,5	202,5
Altura 2 (mm)	201,5	201,0	201,0	201,0	202,0
Altura 3 (mm)	201,0	202,0	201,0	201,0	201,5
Masa (Kg)	3,795	3,765	3,806	3,778	3,633
Carga Máxima (kN)	98,2	94,6	97,1	98,0	100,4
Diámetro promedio (mm)	102,3	102,0	101,3	101,8	100,5
Altura promedio (mm)	201,2	201,7	201,0	201,2	202,0
Área Promedio (mm^2)	20569,29	20570,00	20351,25	20468,71	20301,00
Resistencia (kg/cm^2)	30,982	29,845	30,963	31,070	32,094
Resistencia promedio (kg/cm2)			30,99		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.3-4 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	30,99
Desviación estándar	kg/cm2	0,79660
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,3562
Límite superior	kg/cm2	31,98
Límite inferior	kg/cm2	30,00
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	30 - 31,98

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.3-5Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	30,982	X	30,963	31,070	X
Resistencia promedio (kg/cm2)			31,00		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.3-6 Cilindros de resistencia a tracción 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Tracción Indirecta

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,05%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	100,5	102,0	102,0	100,0	102,0
Diámetro 2 (mm)	101,0	101,5	102,0	100,0	101,0
Altura 1 (mm)	203,0	202,0	201,0	201,0	201,5
Altura 2 (mm)	203,0	202,5	201,5	201,5	201,0
Altura 3 (mm)	203,5	202,0	202,0	201,0	202,0
Masa (Kg)	3,606	3,659	3,749	3,720	3,727
Carga Máxima (kN)	92,7	105,5	72,2	102,5	92,6
Diámetro promedio (mm)	100,8	101,8	102,0	100,0	101,5
Altura promedio (mm)	203,2	202,2	201,5	201,2	201,5
Área Promedio (mm^2)	20469,04	20570,46	20553,00	20116,67	20452,25
Resistencia (kg/cm^2)	29,390	33,283	22,797	33,066	29,382
Resistencia promedio (kg/cm2)			29,58		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.3-7 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	29,58
Desviación estándar	kg/cm2	4,24114
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,8967
Límite superior	kg/cm2	34,85
Límite inferior	kg/cm2	24,32
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	24,32 - 34,85

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.3-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,10% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	29,390	33,283	X	33,066	29,382
Resistencia promedio (kg/cm2)			31,28		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.3.4. Cilindros con resistencia de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, 0,15% de polipropileno.

Tabla 4.3.4-1 Cilindros de 240 kg/cm2 con 0,15% PP.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	101,0	100,0	101,0	101,0	101,0
Diámetro 2 (mm)	101,5	100,5	101,0	101,5	100,5
Altura 1 (mm)	200,0	203,0	204,0	201,0	203,0
Altura 2 (mm)	201,0	202,5	203,0	202,0	202,0
Altura 3 (mm)	20,5	203,0	203,5	201,0	202,0
Masa (Kg)	3,767	3,815	3,821	3,746	3,819
Carga Máxima (kN)	92,2	99,7	93,4	105,2	104,3
Diámetro promedio (mm)	101,3	100,3	101,0	101,3	100,8
Altura promedio (mm)	202,5	202,8	203,5	201,3	202,3
Área Promedio (mm^2)	20503,13	20334,04	20553,50	20385,00	20385,08
Resistencia (kg/cm^2)	29,182	31,819	29,490	33,490	33,203
f'c Promedio			31,44		
Desviación Estándar			2,02		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			29,41		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.4-2 Cilindros de 280 kg/cm2 con 0,15% PP.

Tracción de cilindros método brasilero

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	101,5	102,0	101,5	102,0	101,0
Diámetro 2 (mm)	101,5	102,5	101,0	101,5	101,0
Altura 1 (mm)	200,0	202,0	200,0	202,0	202,0
Altura 2 (mm)	200,0	201,0	201,0	201,0	201,0
Altura 3 (mm)	200,5	201,0	201,0	202,0	202,0
Masa (Kg)	3,727	3,712	3,556	3,693	3,669
Carga Máxima (kN)	99,9	109,9	95,2	99,9	101,4
Diámetro promedio (mm)	101,5	102,3	101,3	101,8	101,0
Altura promedio (mm)	200,2	201,3	200,7	201,7	201,7
Área Promedio (mm^2)	20316,92	20586,33	20317,50	20519,58	20368,33
Resistencia (kg/cm^2)	31,909	34,644	30,407	31,594	32,307
f'c Promedio			32,17		
Desviación Estándar			1,55		
Resistencia Caracteristica (kg/cm^2)			30,62		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.3.4.1. Análisis estadístico, Distribución T, Cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , con 0,15 % PP.

Tabla 4.3.4-3 Cilindros de resistencia a tracción 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T

Tracción Indirecta

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	240 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	101,0	100,0	101,0	101,0	101,0
Diámetro 2 (mm)	101,5	100,5	101,0	101,5	100,5
Altura 1 (mm)	200,0	203,0	204,0	201,0	203,0
Altura 2 (mm)	201,0	202,5	203,0	202,0	202,0
Altura 3 (mm)	20,5	203,0	203,5	201,0	202,0
Masa (Kg)	3,767	3,815	3,821	3,746	3,819
Carga Máxima (kN)	92,2	99,7	93,4	108,9	107,5
Diámetro promedio (mm)	101,3	100,3	101,0	101,3	100,8
Altura promedio (mm)	202,4	202,8	203,5	201,3	202,3
Área Promedio (mm^2)	20493,00	20334,04	20553,50	20385,00	20385,08
Resistencia (kg/cm^2)	29,197	31,819	29,490	34,668	34,222
Resistencia promedio (kg/cm2)			31,88		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.4-4 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	31,88
Desviación estándar	kg/cm2	2,55803
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,1440
Límite superior	kg/cm2	35,05
Límite inferior	kg/cm2	28,70
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	28,7 - 35,05

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.4-5 Datos filtrados para vigas de 240 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	29,197	31,819	29,490	34,668	34,222
Resistencia promedio (kg/cm2)			31,88		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.4-6 Cilindros de resistencia a tracción 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T

Tracción Indirecta

Proyecto:	Tesis	Ensayado por:	A. Chico - N. Diaz
f'c esperado	280 kg/cm^2	Calculado por:	A. Chico - N. Diaz
Edad:	28 días	Aprobado por:	
% polipropileno:	0,15%	Fecha:	

Muestra	1	2	3	4	5
Fecha de Fabricación	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023	22/3/2023
Fecha de ensayo	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023	19/4/2023
Días de curacion	28	28	28	28	28
Diámetro 1 (mm)	101,5	102,0	101,5	102,0	101,0
Diámetro 2 (mm)	101,5	102,5	101,0	101,5	101,0
Altura 1 (mm)	200,0	202,0	200,0	202,0	202,0
Altura 2 (mm)	200,0	201,0	201,0	201,0	201,0
Altura 3 (mm)	200,5	201,0	201,0	202,0	202,0
Masa (Kg)	3,727	3,712	3,556	3,693	3,669
Carga Máxima (kN)	99,9	109,9	95,2	99,9	71,8
Diámetro promedio (mm)	101,5	102,3	101,3	101,8	101,0
Altura promedio (mm)	200,2	201,3	200,7	201,7	201,7
Área Promedio (mm^2)	20316,92	20586,33	20317,50	20519,58	20368,33
Resistencia (kg/cm^2)	31,909	34,644	30,407	31,594	22,876
Resistencia promedio (kg/cm2)			30,29		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.4-7 Resultados estadísticos para análisis cilindros de resistencia a tracción de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	30,29
Desviación estándar	kg/cm2	4,42333
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,9782
Límite superior	kg/cm2	35,78
Límite inferior	kg/cm2	24,79
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	24,79 - 35,78

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 4.3.4-8 Datos filtrados para vigas de 280 kg/cm2 con 0,15% PP, Distribución T.

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	31,909	34,644	30,407	31,594	X
Resistencia promedio (kg/cm2)			32,14		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.4. Módulo de elasticidad

Tabla 4.3.4-1 Módulo de elasticidad

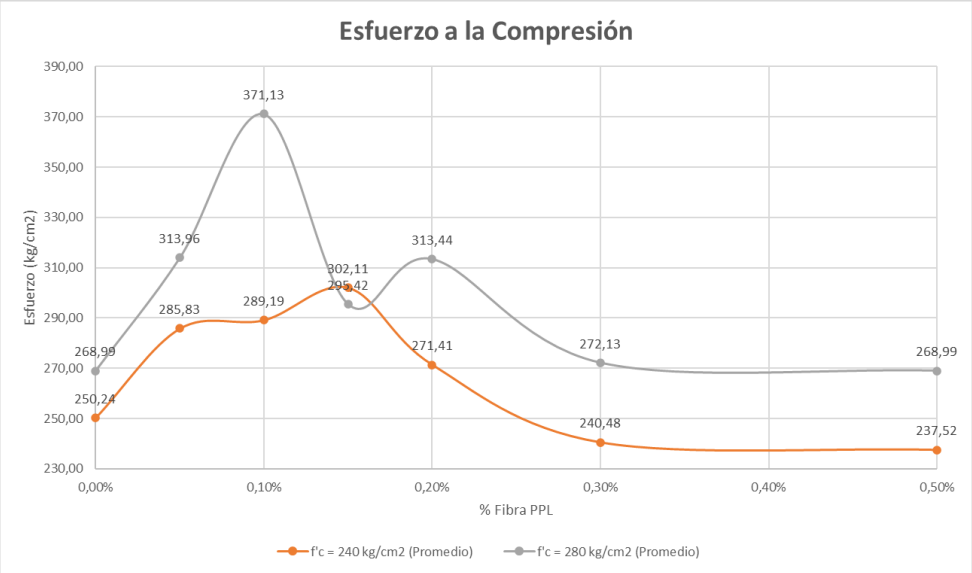
	Módulo de Elasticidad en Cilindros de Hormigon 240 kg/cm2				
	Cilindros de Hormigón	f'c (promedio) kg/cm2	Ecuaciones de la ACI 318M-02		Tesis Lodoño Domenica y Terán Wilson
			$EC = 15100 * \sqrt{f'c}$	$EC = Wc^{1,5} * 0,14 * \sqrt{f'c}$	$EC = 10043 * \sqrt{f'c}$
240 kg/cm2	240- 0,05% de Polipropileno	285,83	255286,32	249236,87	169790,76
	240- 0,10% de Polipropileno	289,19	256784,67	257576,27	170787,31
	240- 0,15% de Polipropileno	302,11	262457,35	264343,93	174560,21
	Módulo de Elasticidad en Cilindros de Hormigon 280 kg/cm2				
280 kg/cm2	280- 0,05% de Polipropileno	313,96	267556,55	268870,48	177951,69
	280- 0,10% de Polipropileno	371,13	290899,39	289673,38	193476,99
	280- 0,15% de Polipropileno	302,11	262457,35	258552,14	174560,21

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

4.5. Resultados de los ensayos en laboratorio

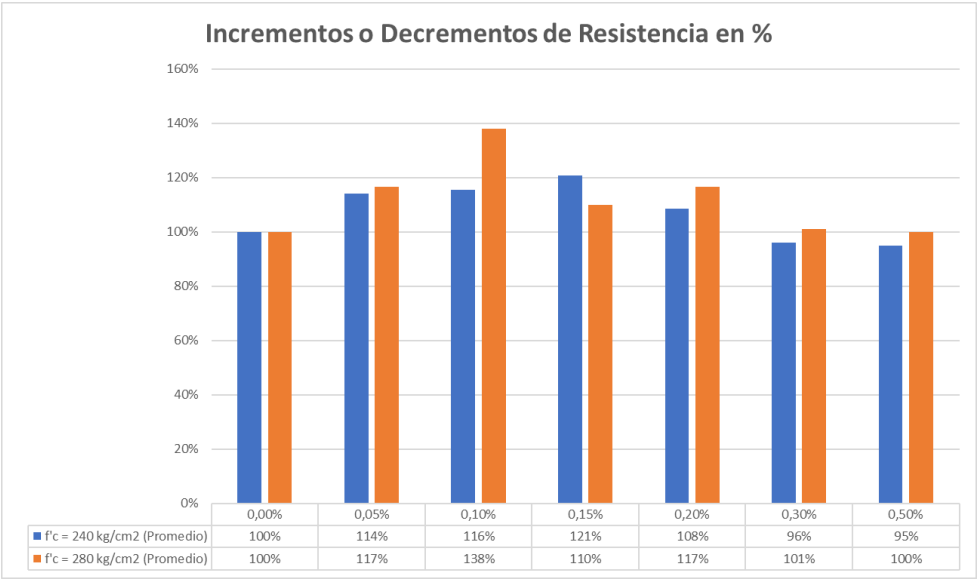
4.5.1. Resumen de resultados, resistencia de cilindros a compresión

Gráfica 4.5-1 Resistencia a la compresión 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2



ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Gráfica 4.5-2 Incrementos o decrementos característicos de resistencia % PPL

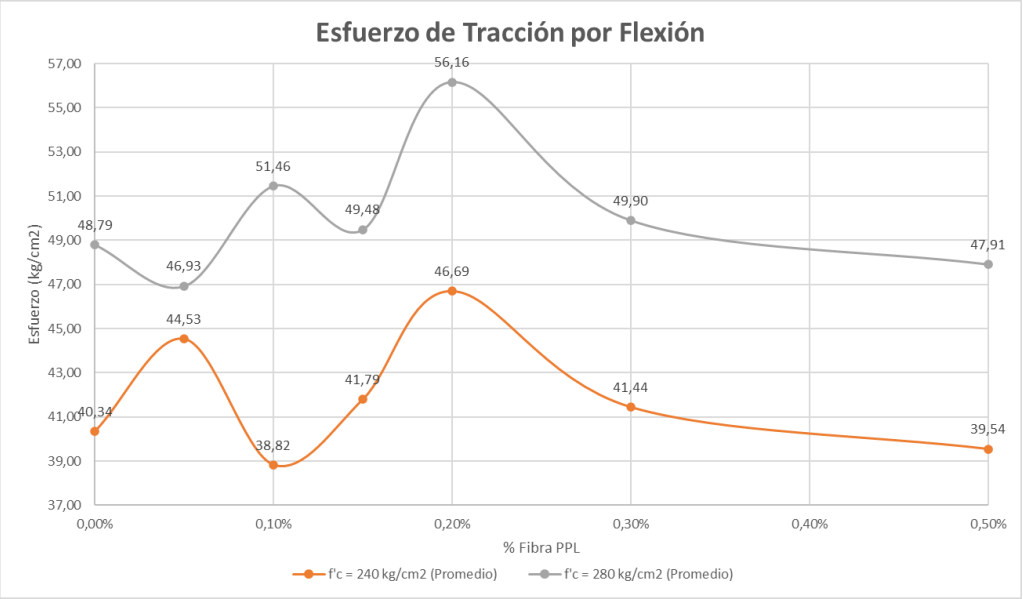


	0,00%	0,05%	0,10%	0,15%	0,20%	0,30%	0,50%
f'c = 240 kg/cm2 (Promedio)	100%	114%	116%	121%	108%	96%	95%
f'c = 280 kg/cm2 (Promedio)	100%	117%	138%	110%	117%	101%	100%

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

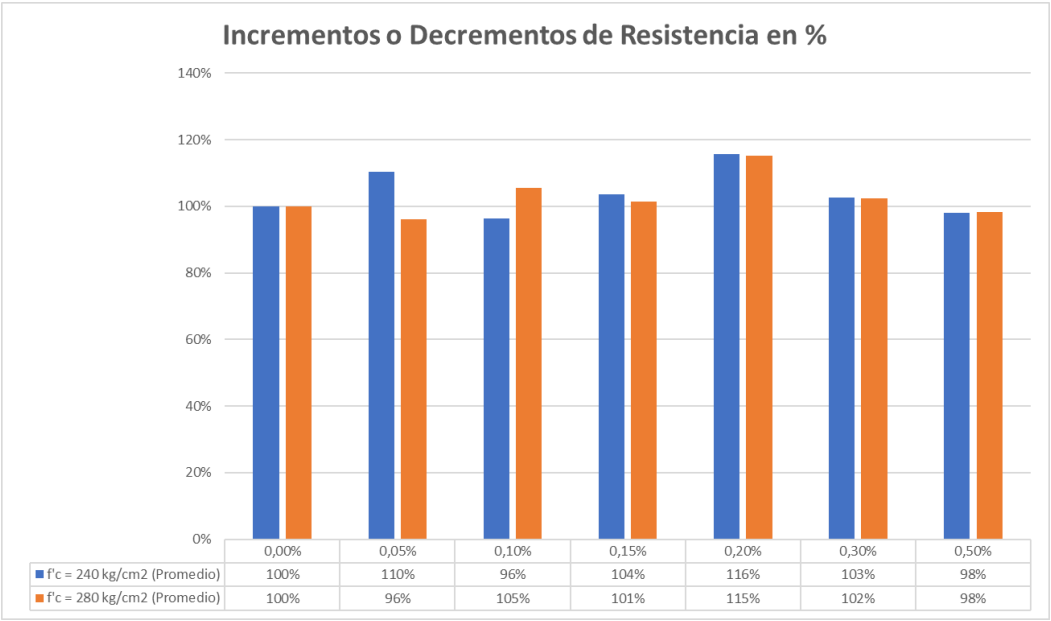
4.5.2. Resumen de resultados, ensayo de flexión en vigas

Gráfica 4.5-3 Esfuerzos de tracción por flexión de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2



ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Gráfica 4.5-4 Incrementos o decrementos característicos de resistencia % PPL

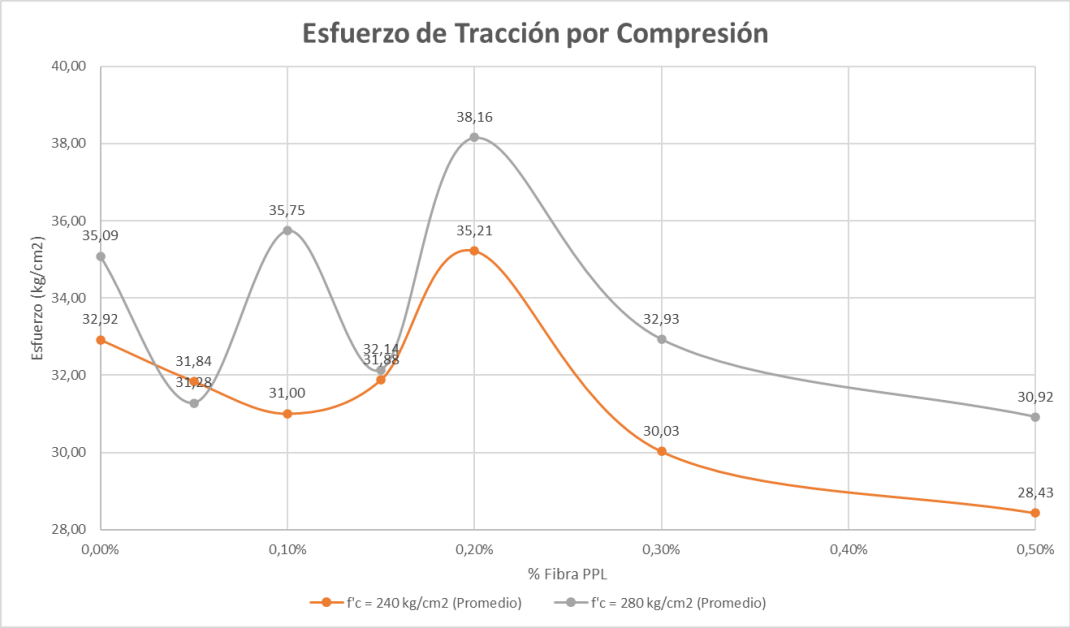


	0,00%	0,05%	0,10%	0,15%	0,20%	0,30%	0,50%
f'c = 240 kg/cm2 (Promedio)	100%	110%	96%	104%	116%	103%	98%
f'c = 280 kg/cm2 (Promedio)	100%	96%	105%	101%	115%	102%	98%

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

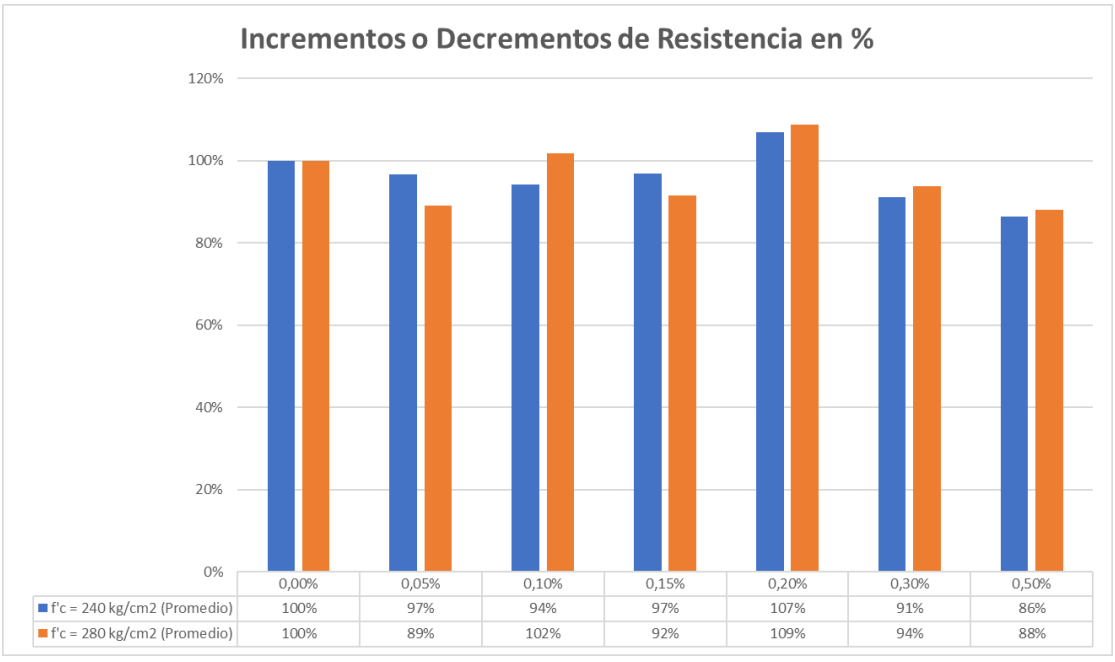
4.5.3. Resumen de resultados, esfuerzo de tracción por compresión.

Gráfica 4.5-5 Esfuerzos de tracción por compresión de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2



ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

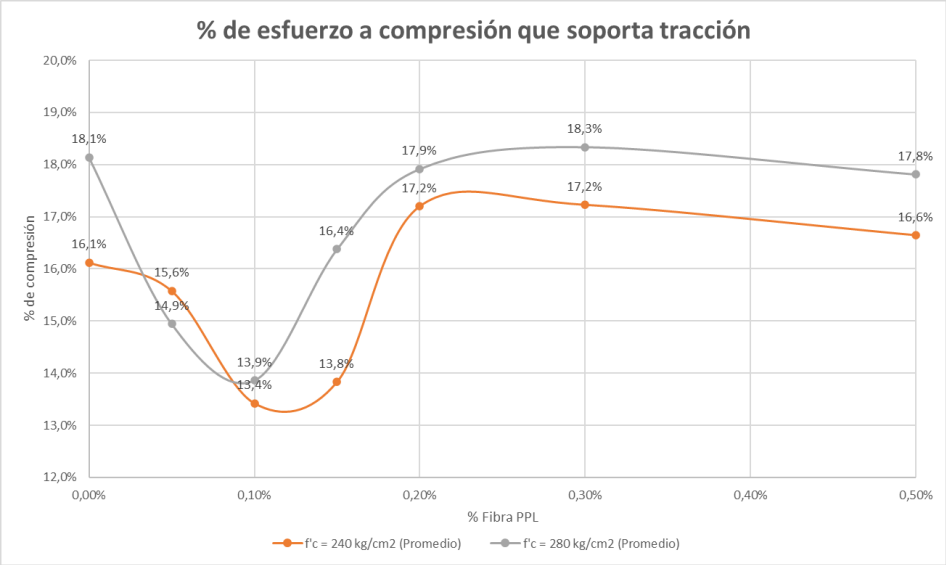
Gráfica 4.5-6 Incrementos o decrementos característicos de resistencia % PPL



ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

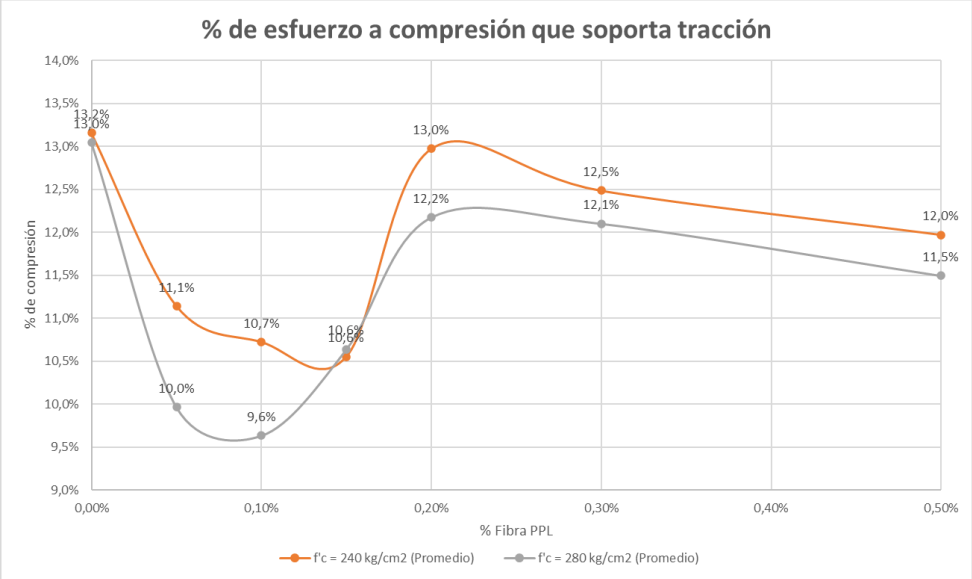
4.5.4. Resumen de resultados, porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta a tracción.

Gráfica 4.5-7 Porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta a tracción, por resultados de flexión.



ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Gráfica 4.5-8 Porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta a tracción, por resultados de tracción indirecta



ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Análisis de resultados

5.1.1. Análisis estadístico de resultados.

Los resultados obtenidos se han tratado con estadística, en este caso se utilizó una distribución T student. Para poder comparar nuestros resultados también se trataron los datos obtenidos de la tesis, CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, Medina & Vega, 2022. En general todos los resultados de resistencia a compresión, flexión y tracción indirecta se filtraron por una distribución de doble cola con un índice de confianza del 95%. Esto ayudo a suavizar las curvas y uniformizar los resultados. Así los datos pueden ser comparados en un rango más amplio de fibra de polipropileno que va de 0% a 0.5% de fibra.

5.1.1.1. Compresión

Una vez filtrados los resultados con estadística, se obtuvo resultados favorecedores para la compresión, utilizando fibras de polipropileno, se puede notar una mejora en su resistencia a la compresión a bajos porcentajes de esta.

En la gráfica 4.5.1 se puede notar que en las dos dosificaciones tanto de f’c=240 kg/cm2 y f’c=280 kg/cm2, obtienen un fuerte incremento en su resistencia a la compresión en el rango de porcentaje de fibra ensayado en este trabajo.

El esfuerzo inicial de las dosificaciones de f’c=240 kg/cm2 y f’c=280 kg/cm2, sin ninguna cantidad de fibra de polipropileno, son de 250.4 kg/cm2 y 268.99 kg/cm2 respectivamente. Para un porcentaje de 0.05% se puede ver un incremento en las dos dosificaciones con una pendiente similar de crecimiento, pero al continuar con un 0.1% de fibra se puede notar una gran diferencia

en el incremento de esfuerzos ya que para la dosificación de 240 kg/cm2 se mantiene horizontal la curva, por otro lado, la dosificación de 280 kg/cm2 mantiene un incremento de resistencia llegando al valor máximo. Para el 0.15% de fibra se nota un desbalance en las curvas ya que cae la resistencia de 280kg/cm2, pero la dosificación de 240kg/cm2 tiene un leve incremento.

El ACI-544.2R63 menciona que el límite recomendado para utilizar fibra de polipropileno es de 0.2%, en este caso podemos observar que el incremento para los esfuerzos de compresión es favorable dentro de este límite. Como se puede reafirmar junto con los datos de la tesis Medina & Vega, 2022. Es un rango en el cual la resistencia está por encima de las dosificaciones sin fibra.

Es posible notar en la gráfica 4.5.2. que la dosificación de 240 kg/cm2 con 0.05% de fibra de polipropileno tiene un incremento de resistencia del 14%, con 0.1% de fibra llega a un incremento de resistencia del 16% y llega a su máximo con 0.15% de fibra con un incremento de 21% de resistencia. Por otra parte, la dosificación de 280 kg/cm2 con 0.05% de fibra tiene un incremento del 17% de resistencia, con 0.1% de fibra obtuvo su resistencia máxima con un incremento del 38% de resistencia y con 0.15% de fibra tuvo un incremento del 21% de resistencia a la compresión. A partir de estos porcentajes mencionados su resistencia empieza a igualar el esfuerzo y luego a disminuir conforme se añade más fibra a las dosificaciones.

5.1.1.2. Flexión

Al observar los resultados obtenidos y filtrados por estadística de los ensayos a flexión, se determinó que las dos dosificaciones con fibra de polipropileno no presentan una gran mejora y es variable dentro de los porcentajes ensayados en esta tesis.

En la gráfica 4.5.3. se puede observar que para la dosificación de 240 kg/cm2 con 0% de fibra empieza con un esfuerzo de 48.79 kg/cm2 y baja a 46.93 kg/cm2 en la primera adición de fibra que es de 0.05%, sube la curva a 51.46 kg/cm2 con 0.1% de fibra, pero vuelve a bajar su

resistencia a 49.48 kg/cm2 con 0.15%. Al llegar al límite de 0.2% recomendado de fibra de polipropileno se reafirma que llega a su mayor resistencia al esfuerzo de tracción en estos ensayos, al superar el límite recomendado por el ACI, el esfuerzo comienza a bajar.

En la misma gráfica se puede notar en la curva de dosificación de 280 kg/cm2 que las viguetas ensayadas que empiezan con un esfuerzo promedio de 40.34 kg/cm2 sin fibra de polipropileno tienen un incremento de 44.53 kg/cm2 de resistencia al añadir un 0.05% de fibra, el esfuerzo baja 38.82 kg/cm2 con 0.1% de fibra y vuelve a subir a 41.79 kg/cm2 de esfuerzo con 0.15% de fibra. Ambas dosificaciones a pesar de tener leves incrementos al añadir fibra de polipropileno, llegó a la máxima resistencia en 0.2% de fibra.

En la gráfica 4.5.4. podemos visualizar los decrementos de la resistencia a la flexión directa en porcentaje. Para la dosificación de 240kg/cm2 al haber añadido 0.05% de fibra, se obtuvo un incremento del 10%, con 0.1% de fibra, la resistencia a la flexión baja repentinamente con una pérdida de resistencia a la tracción del 4%. Al ensayar con 0.15% de fibra se noto un incremento del 4% de la resistencia original. Por otra parte, la dosificación de 280 kg/cm2 obtuvo un 4% menos de su resistencia inicial al añadir 0.05% de fibra, aumentó un 5% de resistencia con 0.1% de fibra y solo obtuvo un incremento del 1% con 0.015% de fibra.

En el grafico antes mencionado, al comparar con todos los resultados, se puede observar que la mayor mejora para resistir la flexión de este ensayo se encuentra al añadir un 0.2% de fibra de polipropileno.

5.1.1.3. Tracción indirecta

Al observar los resultados filtrados por estadística de los ensayos realizados por tracción indirecta, podemos determinar que en este caso, en ambas dosificaciones tampoco existen mejoras

en su resistencia ante los decrementos. En ninguna de las dosificaciones existe un incremento en su resistencia por encima del límite recomendado de fibra (0.2%).

En la gráfica 4.5.5. se observa que las dosificaciones de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2 tienen un esfuerzo inicial de 32.92 kg/cm2 y 35.09 kg/cm2 respectivamente sin ningún porcentaje añadido de fibra de polipropileno. Para la curva de esfuerzos promedio de la dosificación de 240 kg/cm2 tenemos un decremento constante que va de 31.84 kg/cm2 con 0.05% de fibra a 31 kg/cm2 con 0.1% de fibra y se incrementa un poco a 31.88 kg/cm2 con 0.15% de fibra. Por otro lado, la curva de la dosificación de 280 kg/cm2 inicia con una fuerte pérdida de resistencia la cual llega a 31.28 kg/cm2 con 0.05% de fibra, aumenta paulatinamente a 35.75kg/cm2 con 0.1% de fibra y vuelve a disminuir de forma gradual a 32.14 kg/cm2 con 0.15% de fibra. Ambas dosificaciones tuvieron un decremento en su resistencia al adicionar porcentajes menores y mayores al porcentaje recomendado por el ACI.

Para la gráfica 4.5.6. se establece que en su mayoría existen decrementos de resistencia a la tracción indirecta. La dosificación de 240 kg/cm2 tiene un decremento del 3% con 0.05% de fibra, continúa bajando hasta un 6% con 0.1% de fibra y se mantiene el decremento de 3% con 0.15% de fibra. Por otra parte, la dosificación de 280 kg/cm2 tuvo un decremento de su resistencia en un 11% con 0.05% de fibra, un aumento de 2% con 0.1% de fibra y otro decremento del 8% con 0.15% de fibra. En ambas dosificaciones se puede notar que existen decrementos de resistencia a la tracción, si le añadimos mas del 0.2% o menos del 0.2%.

5.1.1.4. Porcentaje de esfuerzo a compresión que soporta tracción.

La resistencia del hormigón a la tracción ronda aproximadamente al 10% de su resistencia a la compresión, por lo tanto, en las gráficas 4.5.7. y 4.5.8. se muestra el porcentaje de la

compresión que está soportando la tracción en los dos distintos tipos de ensayos realizados, flexión en vigas y tracción indirecta (método brasilero).

En la gráfica 4.5.7 para las dosificaciones de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2 inician con un porcentaje de 16.1% y 18.1% de esfuerzo a la compresión que soporta tracción respectivamente. Al añadir fibra de polipropileno no se ve una mejora en ninguno de los casos. Para la dosificación de 240 kg/cm2 baja a un porcentaje de 14.9% con 0.05% de PP y continúa bajando hasta un 13.9% con 0.1% de fibra y vuelve a subir hasta un 16.4% con 0.15% de PP. De la misma manera, la dosificación de 280 kg/cm2 también baja su porcentaje de resistencia a la compresión que soporta tracción a 15.6% con 0.05% de PP, continúa bajando a 13.4% con 0.1% de PP y se mantiene por debajo de la base con 13.8% con 0.15% de PP. En el rango superior del límite recomendado por el ACI se ve un leve incremento en este porcentaje y se produce con mayores cantidades de fibra de polipropileno.

Al observar la gráfica 4.5.8. se establece que las dosificaciones de 240 kg/cm2 y 280 kg/cm2 inician con un porcentaje de 13.2% y 13.0% de esfuerzo a la compresión que soporta tracción respectivamente. Al añadir fibra de polipropileno no mejora en ninguno de los dos casos. Para la dosificación de 240 kg/cm2 baja a un porcentaje de 11.1% con 0.05% de PP y continúa bajando hasta un 10.7% con 0.1% de PP y baja hasta un 10.6% con 0.15% de PP. De la misma manera, la dosificación de 280 kg/cm2 también baja su porcentaje de resistencia a la compresión que soporta tracción a 10% con 0.05% de PP, continúa bajando a 9.6% con 0.1% de PP y se mantiene por debajo de la base con 10.6% con 0.15% de PP. En el rango superior del límite recomendado por el ACI (2%) se ve una leve mejora, pero en ninguno de los dos casos al añadir fibra supera el porcentaje base.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Realizando el estudio del comportamiento del hormigón al adicionar fibras de polipropileno en su composición, se verificó un beneficio al mejorar su resistencia, por lo que dependiendo del porcentaje de PP agregado al elemento estructural y al esfuerzo que está sometido, sea a compresión o tracción, se establece un incremento de resistencia al aprovechar sus capacidades mecánicas, ayudándolo a reducir el riesgo de daños o fallas explosivas y contribuyendo a la prevención de grietas reforzando su resistencia.
- La mezcla de hormigón realizada para este trabajo de investigación permite recomendar distintos porcentajes de polipropileno de acuerdo con su uso. En el ensayo de flexión o tracción es recomendable un 0,2% de PP de acuerdo al análisis de resultados que se obtuvo en las gráficas 4.5-1, 4.5-2 y para un ensayo de compresión se recomienda menos del 0,2%, de acuerdo al análisis previo de las gráficas 4.5-3, 4.5-4, 4.5-5, 4.5-6; ya que el uso de estos ayuda a la prevención de las fisuras por contracción en el hormigón. Además, el uso de PP aumenta la ductilidad en el hormigón, permitiendo que estos se deformen y absorban energía antes de ser destruidos.
- Analizando las gráficas 4.5.1 y 4.5.2 la mayor mejora de la resistencia a la compresión del hormigón (f’c) se da principalmente al en un rango de 0.1% hasta 0.12% de fibra de polipropileno. Estos máximos incrementos por añadidura de PP superaron un 21% de su esfuerzo sin este. Esto puede deberse a que los materiales no son saturados con estas PP por lo tanto no pierden fricción entre los mismos.

- Podemos concluir al analizar las gráficas 4.5.3. y 4.5.4.que en el caso de la resistencia a la tracción por ensayos a flexión directa en viguetas existe un incremento muy leve y en algunos casos negativo dependiendo de la dosificación de agregados. En ninguno de las dos dosificaciones hubo una mejora a la planteada previamente, ya que se mantiene su máxima resistencia a la tracción en el límite sugerido por el ACI (2%). Este incremento supera el 15% de la resistencia sin fibra.
- El análisis de las gráficas 4.5.5. y 4.5.6. muestran que los esfuerzos producidos por los ensayos de tracción indirecta arrojan resultados muy similares a los resultados de flexión en viguetas, teniendo así curvas similares. En estas graficas podemos reafirmar que existen variaciones dependiendo de la dosificación de materiales, pero en ninguno de los casos mejora la resistencia a la tracción si no es en el límite sugerido por el ACI (2%). El incremento supera el 7% de la resistencia sin fibra.
- Concluyendo las gráficas 4.5.7. y 4.5.8. Se puede apreciar de forma general que al añadir fibra en un rango del 0.05% al 0.2% de fibra incrementa la compresión, pero disminuye el porcentaje de compresión que resiste tracción. Esto quiere decir que se debe añadir la fibra dependiendo del elemento estructural que se esté diseñando, así como también puede cambiar el porcentaje de fibra dependiendo del material para mampostería.
- Al concluir que el material de la fibra de polipropileno ha tenido un bajo impacto dentro del comportamiento de los ensayos de flexión en viguetas y tracción indirecta. Por otro lado, al realizar los ensayos de compresión en los cilindros de hormigón, si se observó una mejora y como bien conocemos, el hormigón principalmente soporta compresión.

- Debido a su bajo impacto a los resultados de la resistencia a la tracción no es recomendable reemplazar al acero.

6.2. Recomendaciones

- Es necesario seguir el estudio al incluir fibras en las mezclas de hormigón, debido a que presenta una mejora significativa de sus propiedades mecánicas a compresión, el mismo que fue comprobado en los resultados. Es significativo destacar que, al agregar la fibra de polipropileno, la fragilidad del hormigón disminuye, así que es necesario evaluar su desempeño al deformarse y cómo esta combinación nueva disipa la energía.
- Se recomienda en futuros estudios, tomar en cuenta las propiedades específicas de las fibras de polipropileno como: diámetro, longitud, tipo de fibra, módulo de rotura, color, absorción, gravedad especifica, conductividad térmica, etc; ya que es necesario verificar el comportamiento del hormigón al enfrentarse a distintos tipos de PP.
- Es necesario utilizar una balanza que permita establecer la masa de la fibra de polipropileno, ya que al trabajar con muestras tan pequeñas y bajos porcentajes de PP en los distintos ensayos se necesitará datos exactos.
- Al añadir fibra de polipropileno en una mezcla, es necesario realizar una mezcla fluida, ya que por las PP se disminuye la manejabilidad, haciendo que esta pierda homogeneidad. Por lo tanto, el tiempo de mezclado debe ser mayor.
- Respecto a la manipulación de las fibras de polipropileno, es necesario usar guantes y lentes de protección. Además, el PP debe almacenarse en lugares secos y limpios.

REFERENCIAS

AASHTO. (2018). M 167-18*: Standard specification for materials and manufacture of concrete masonry units. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials.*

Aguilar, C. (2013). *Caracterización de áridos para la fabricación de hormigones. Universidad de Valladolid.*

Aguilar, J., Cardona, D., & Pérez, S. (2018*). Caracterización de mezclas de cemento Portland con aditivos retrasadores de fraguado. Revista de la construcción, 17(1), 78-86.*

American Concrete Institute (2008). *ACI 211.1-91. Norma para mezclar y preparar hormigón fresco. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.*

American Concrete Institute (2016). *ACI 301-16. Norma para construcción de hormigón estructural. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.*

American Concrete Institute. (2017). *ACI 211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight and Mass Concrete. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.*

American Society for Testing and Materials. (2009). *ASTM C78-09: Standard test method for flexural strength of concrete (using simple beam with third-point loading).*

ASTM C231/C231M. (2018). *Standard test method for air content of freshly mixed concrete by the pressure method. West Conshohocken, PA: ASTM International.*

Cely, B., (2016). *Método normalizado Pinhole Imaging en la determinación del tamaño de foco de un equipo de rayos X para la evaluación de la calidad de imágenes radiográficas de juntas soldadas. [Tesis grado de magister]. Escuela Politécnica Nacional.*

Chen, Y., Zhang, C., Zhang, S., & Li, W. (2017). *Aplicación de fibras de polipropileno en el refuerzo de concreto. Materiales de Construcción, 67(314), e067.* https://doi.org/10.3989/mc.2017.12302

Das, P. (2019). *Retraso de fraguado del cemento. Ingeniería de Construcción, 34(2), 324-332.*

Ecuador. (2001). *NTE INEN 1845:2001. Normas Técnicas Ecuatorianas. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.*

Ecuador. (2013). *NTE INEN 2648:2013. Normas Técnicas Ecuatorianas. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.*

Fry, R. J., & Jones, A. (2004). *Gravedad específica como propiedad de los áridos. Minería y Geología, 20(3), 223-231.*

García, A., Montaño, D., & Pérez, L. (2012). *Estudio de la clasificación de cemento según la norma INEN 1845: 2001. Revista de Investigación Aplicada, 9(1), 37-44.*

Gao, Y., Wang, Y., Liu, Y., Wang, G., & Wang, K. (2020). *Characterization of polypropylene fiber reinforced concrete with recycled polypropylene fibers. Construction and Building Materials, 250, 118797.*

García, J. y Piñero, F. (2016*). Manual de hormigón armado. Editorial Síntesis.*

González, L. (2017). *Estudio de la permeabilidad del hormigón armado. Universidad de La Laguna. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6090338*

González, R. C., Almeida, C. B., Díaz, C. I., & Díaz, D. P. (2017*). Efecto de la absorción de agua en los áridos para la producción de hormigón. Revista de la construcción, 16(2), 128-137.*

Gökçek, Y., Güney, Y., & Gökçek, O. (2012). *Determinación del índice de finura de los áridos y su aplicación en la ingeniería de suelos. International Journal of Civil and Environmental Engineering, 7(3), 201-205.*

Hadi, A. S. M., Nair, K. R., Zain, A. M., & Jamal, A. M. (2017). *Efecto de las fibras de polipropileno en la resistencia al fuego de la estructura de hormigón armado. Revista de Investigación Aplicada en Ingeniería, 3(2), 5–11.*

INE. (2014). *NTE INEN 1076: Prueba de laboratorio de durabilidad al desgaste por sulfatos en áridos. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Recuperado de http://www.normalizacion*

Kakaç, S. (2012). *Heat Transfer in Thermal Systems. Boca Raton, FL: CRC Press.*

Khaloo, A. R., & Afshari, M. (2015). *A review of the mechanical properties of polypropylene fibre reinforced concrete. Construction and Building Materials, 81, 179-190*

Kumar, P., Chandak, A., & Kumar, J. (2018). *Study of mechanical behavior of polypropylene fiber reinforced concrete. Construction and Building Materials, 160, 362-372.*

Kumar, P. K., & Jain, A. K. (2013). *Durability performance of polypropylene fibre reinforced concrete. Construction and Building Materials, 41, 476-484.*

Li, H. C., Li, F., & Li, S. C. (2015). *Seismic performance of polypropylene fibre reinforced concrete. Journal of Materials in Civil Engineering, 27(4), 04014104.*

Lizarralde, H., & Gacitúa, M. (2004). *Densidad y su medición. Revista de la Facultad de Ingeniería, 14(1), 1-6.*

Medina C. & Vega S. (2022). *Características mecánicas de hormigones reforzados con fibra de polipropileno en función de la adición de diferentes porcentajes de fibra. [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador*

Normas para áridos. (2018, Marzo 15*). Recuperado de* http://www.mtps.gob.ec/normas-para-aridos/

Portillo, F. (2019). *Manual de granulometría en áridos. Universidad de Granada.*

Salas, J. (2019). *Propiedades de los agregados. Universidad de Alcalá. Recuperado de* https://www.uah.es/es/estudios/grado/ingenieria_caminos_canales_y_puertos/asignatura_propiedades_de_los_agregados

Vecchio, F. J., & Collins, M. W. (2002). *The behavior of reinforced concrete structures. New York,*

ANEXOS

8.1. Análisis estadístico, Distribución T, Compresión de Cilindros de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0%-0,2%-0,3%-0,5% de PP.

Tabla 5.1.1-1 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T.

0%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	253,35	249,28	251,7	249,04	250,92
f'c Promedio			250,86		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	250,86
Desviación estándar	kg/cm2	1,78312
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,7974
Límite superior	kg/cm2	253,07
Límite inferior	kg/cm2	248,64
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	248,64 - 253,07

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	X	249,280	251,700	249,040	250,920
f'c Promedio			250,24		

FUENTE: PROPIA, A CHICO - NDIAZ

Tabla 5.1.1-2 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T

0.2%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	275,24	272,03	277,42	269,98	268,38
f'c Promedio			272,61		
Desviación Estándar			3,71		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	272,61
Desviación estándar	kg/cm2	3,71481
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,6613
Límite superior	kg/cm2	277,22
Límite inferior	kg/cm2	268,00
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	268 - 277,22

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	275,240	272,030	X	269,980	268,380
f'c Promedio			271,41		

FUENTE: PROPIA, A CHICO - NDIAZ

Tabla 5.1.1-3 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	242,8	242,22	241,14	238,13	238,13
f'c Promedio			240,48		
Desviación Estándar			2,23		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	240,48
Desviación estándar	kg/cm2	2,22994
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,9973
Límite superior	kg/cm2	243,25
Límite inferior	kg/cm2	237,72
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	237,72 - 243,25

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	242,800	242,220	241,140	238,130	238,130
f'c Promedio			240,48		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-4 Compresión de cilindros de 240 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T

0.5%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	233,18	236,81	237,63	237,79	237,84
f'c Promedio			236,65		
Desviación Estándar			1,98		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	236,65
Desviación estándar	kg/cm2	1,98385
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,8872
Límite superior	kg/cm2	239,11
Límite inferior	kg/cm2	234,19
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	234,19 - 239,11

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	X	236,810	237,630	237,790	237,840
f'c Promedio			237,52		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

.

Tabla 5.1.1-5 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T

0%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	272,49	271,72	265,94	267,69	267,09
f'c Promedio			268,99		
Desviación Estándar			2,93		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	268,99
Desviación estándar	kg/cm2	2,92854
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,3097
Límite superior	kg/cm2	272,62
Límite inferior	kg/cm2	265,35
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	265,35 - 272,62

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	272,490	271,720	265,940	267,690	267,090
f'c Promedio			268,99		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-6 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T

0.2%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	302,05	316,95	314,78	309,47	312,54
f'c Promedio			311,16		
Desviación Estándar			5,80		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS

CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	311,16
Desviación estándar	kg/cm2	5,79614
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	2,5921
Límite superior	kg/cm2	318,35
Límite inferior	kg/cm2	303,96
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	303,96 - 318,35

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	X	316,950	314,780	309,470	312,540
f'c Promedio			313,44		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-7 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T

0.3%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	273,8	271,9	275,61	270,78	272,04
f'c Promedio			272,83		
Desviación Estándar			1,89		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS

CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	272,83
Desviación estándar	kg/cm2	1,89478
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,8474
Límite superior	kg/cm2	275,18
Límite inferior	kg/cm2	270,47
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	270,47 - 275,18

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	273,800	271,900	X	270,780	272,040
f'c Promedio			272,13		

. ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-8 Compresión de cilindros de 280 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T

0.5%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	272,49	271,72	265,94	267,69	267,09
f'c Promedio			268,99		
Desviación Estándar			2,93		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	268,99
Desviación estándar	kg/cm2	2,92854
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	1,3097
Límite superior	kg/cm2	272,62
Límite inferior	kg/cm2	265,35
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	265,35 - 272,62

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	272,490	271,720	265,940	267,690	267,090
f'c Promedio			268,99		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

8.2. Análisis estadístico, Distribución T, Flexión en vigas de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2, con 0%-0,2%-0,3%-0,5% de PP.

Tabla 5.1.1-1 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T.

0%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	40,230	40,290	40,510
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		40,34	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	40,34
Desviación estándar	kg/cm2	0,14742
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,0851
Límite superior	kg/cm2	40,71
Límite inferior	kg/cm2	39,98
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	39,98 - 40,71

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	40,230	40,290	40,510
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		40,34	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-2 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T

0.2%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	44,140	47,590	48,340
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		46,69	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parametro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	46,69
Desviación estándar	kg/cm2	2,23998
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	1,2933
Límite superior	kg/cm2	52,25
Límite inferior	kg/cm2	41,13
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	41,13 - 52,25

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	44,140	47,590	48,340
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		46,69	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-3 Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T

0.3%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	43,740	40,160	40,410
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		41,44	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	41,44
Desviación estándar	kg/cm2	1,99866
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	1,1539
Límite superior	kg/cm2	46,40
Límite inferior	kg/cm2	36,47
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	36,47 - 46,4

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	43,740	40,160	40,410
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		41,44	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-4Flexión de vigas de 240 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T

0.5%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	38,820	38,370	41,430
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		39,54	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	39,54
Desviación estándar	kg/cm2	1,65218
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,9539
Límite superior	kg/cm2	43,64
Límite inferior	kg/cm2	35,44
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	35,44 - 43,64

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	38,820	38,370	41,430
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		39,54	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-5 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0% PP, Distribución T.

0%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	47,670	48,050	50,660
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		48,79	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	48,79
Desviación estándar	kg/cm2	1,62771
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,9398
Límite superior	kg/cm2	52,84
Límite inferior	kg/cm2	44,75
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	44,75 - 52,84

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	47,670	48,050	50,660
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		48,79	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-6 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,2% PP, Distribución T.

0.2%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	56,010	56,210	56,260
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		56,16	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	56,16
Desviación estándar	kg/cm2	0,13229
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,0764
Límite superior	kg/cm2	56,49
Límite inferior	kg/cm2	55,83
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	55,83 - 56,49

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	56,010	56,210	56,260
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		56,16	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-7 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,3% PP, Distribución T.

0.3%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	49,690	50,780	49,230
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		49,90	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	49,90
Desviación estándar	kg/cm2	0,79605
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,4596
Límite superior	kg/cm2	51,88
Límite inferior	kg/cm2	47,92
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	47,92 - 51,88

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	49,690	50,780	49,230
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		49,90	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-8 Flexión de vigas de 280 kg/cm2 con 0,5% PP, Distribución T

0.5%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3
Resistencia	47,960	47,180	48,600
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		47,91	

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	3
Grados de libertad	//	2
Media	kg/cm2	47,91
Desviación estándar	kg/cm2	0,71115
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	4,303
Error estándar de la media	kg/cm2	0,3180
Límite superior	kg/cm2	49,28
Límite inferior	kg/cm2	46,54
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	46,54 - 49,28

Muestra	1	2	3
Resistencia (kg/cm^2)	47,960	47,180	48,600
Módulo de rotura promedio (kg/cm2)		47,91	

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

8.3. Análisis estadístico, Distribución T, Cilindros de resistencia a tracción de 240 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , *con* 0%-0,2%-0,3%-0,5% de PP.

Tabla 5.1.1-1 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,0% PP, Distribución T

0%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	33,040	32,920	32,690	30,880	33,030
Resistencia promedio (kg/cm2)			32,51		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis.

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	32,51
Desviación estándar	kg/cm2	0,92313
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,4128
Límite superior	kg/cm2	33,66
Límite inferior	kg/cm2	31,37
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	31,37 - 33,66

Muestra	1	2	3	4	5
esistencia (kg/cm^2)	33,040	32,920	32,690	X	33,030
Resistencia promedio (kg/cm2)			32,92		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-2 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,2 % PP, Distribución T

0.2%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	34,450	34,290	35,930	35,410	35,990
Resistencia promedio (kg/cm2)			35,21		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	35,21
Desviación estándar	kg/cm2	0,80479
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,3599
Límite superior	kg/cm2	36,21
Límite inferior	kg/cm2	34,21
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	34,21 - 36,21

Muestra	1	2	3	4	5
esistencia (kg/cm^2)	34,450	34,290	35,930	35,410	35,990
Resistencia promedio (kg/cm2)			35,21		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-3 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,3 % PP, Distribución T

0.3%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	30,200	30,090	29,970	29,690	29,840
Resistencia promedio (kg/cm2)			29,96		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	29,96
Desviación estándar	kg/cm2	0,20117
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,0900
Límite superior	kg/cm2	30,21
Límite inferior	kg/cm2	29,71
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	29,71 - 30,21

Muestra	1	2	3	4	5
esistencia (kg/cm^2)	30,200	30,090	29,970	X	29,840
Resistencia promedio (kg/cm2)			30,03		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-4 Cilindros de resistencia de 240 kg/cm2 con 0,5 % PP, Distribución T

0.5%
240 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	29,000	29,490	28,660	28,010	28,060
Resistencia promedio (kg/cm2)			28,64		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	28,64
Desviación estándar	kg/cm2	0,62963
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,2816
Límite superior	kg/cm2	29,43
Límite inferior	kg/cm2	27,86
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	27,86 - 29,43

Muestra	1	2	3	4	5
esistencia (kg/cm^2)	29,000	X	28,660	28,010	28,060
Resistencia promedio (kg/cm2)			28,43		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-5 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0 % PP, Distribución T

0%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	35,020	34,830	34,890	35,310	35,380
Resistencia promedio (kg/cm2)			35,09		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	35,09
Desviación estándar	kg/cm2	0,24745
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,1107
Límite superior	kg/cm2	35,39
Límite inferior	kg/cm2	34,78
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	34,78 - 35,39

Muestra	1	2	3	4	5
esistencia (kg/cm^2)	35,020	34,830	34,890	35,310	35,380
Resistencia promedio (kg/cm2)			35,09		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-6 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0,2 % PP, Distribución T

0.2%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	38,290	38,280	37,750	37,850	38,220
Resistencia promedio (kg/cm2)			38,08		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	38,08
Desviación estándar	kg/cm2	0,25762
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,1152
Límite superior	kg/cm2	38,40
Límite inferior	kg/cm2	37,76
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	37,76 - 38,4

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	38,290	38,280	X	37,850	38,220
Resistencia promedio (kg/cm2)			38,16		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-7 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0,3 % PP, Distribución T

0.3%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	32,640	32,320	32,910	33,110	33,050
Resistencia promedio (kg/cm2)			32,81		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS

CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE

DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	32,81
Desviación estándar	kg/cm2	0,32654
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,1460
Límite superior	kg/cm2	33,21
Límite inferior	kg/cm2	32,40
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	32,4 - 33,21

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	32,640	X	32,910	33,110	33,050
Resistencia promedio (kg/cm2)			32,93		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

Tabla 5.1.1-8 Cilindros de resistencia de 280 kg/cm2 con 0,5 % PP, Distribución T

0.5%
280 kg/cm2

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia	31,070	31,300	30,590	30,790	30,890
Resistencia promedio (kg/cm2)			30,93		

FUENTE: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE POLIPROPILENO EN FUNCIÓN DE LA ADICIÓN DE DIFERENTES PORCENTAJES DE FIBRA, 2022 Tesis

Parámetro	Unidad	Resulados
Tamaño de muestra	//	5
Grados de libertad	//	4
Media	kg/cm2	30,93
Desviación estándar	kg/cm2	0,27078
Nivel de confianza	%	95
Alfa	%	5
Distribución T	//	2,776
Error estándar de la media	kg/cm2	0,1211
Límite superior	kg/cm2	31,26
Límite inferior	kg/cm2	30,59
Intervalo de confianza de 95%	kg/cm2	30,59 - 31,26

Muestra	1	2	3	4	5
Resistencia (kg/cm^2)	31,070	X	X	30,790	30,890
Resistencia promedio (kg/cm2)			30,92		

ELABORADO POR: A CHICO - N DIAZ

8.4. Valores T para un área de dos colas

	ÁREA DE DOS COLAS						
gl	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001	0,0001
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619	6366,198
2	1,886	2,920	4,303	6,695	9,925	31,598	99,992
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924	28,000
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610	15,544
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869	11,178
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959	9,082
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408	7,885
8	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041	7,120
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781	6,594
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587	6,211
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437	5,921
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318	5,694
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221	5,513
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140	5,363
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073	5,239
16	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015	5,134
17	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965	5,044
18	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922	4,966
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883	4,897
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850	4,837
21	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819	4,784
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792	4,736
23	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767	4,693
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745	4,654
25	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725	4,619
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707	4,587
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690	4,558
28	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674	4,530
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659	4,506
30	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646	4,482
40	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551	4,321
60	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460	4,169
100	1,290	1,660	1,984	2,364	2,626	3,390	4,053
140	1,288	1,656	1,977	2,353	2,611	3,361	4,006
∞	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291	3,891

Anexo 8.4-1 Valores T para un área de dos colas

FUENTE: (Obtenido de GOOGLE IMÁGENES)

8.5. Recursos fotográficos

8.5.1. Elaboración de cilindros y vigas para ensayos.



Anexo 8.5-1 Agregados utilizados



Anexo 8.5-2 Materiales para realizar la muestra de hormigón



Anexo 8.5-3 Asentamiento



Anexo 8.5-4 Fibras de polipropileno



Anexo 8.5-5 Hormigón fresco con fibras de polipropileno



Anexo 8.5-6 Preparación de muestras para ensayos



Anexo 8.5-7 Cilindros de hormigón simple



Anexo 8.5-8 Toma de peso para ensayo de compresión



Anexo 8.5-9 Toma de medidas para ensayo de compresión



Anexo 8.5-10 Preparación de ensayo a compresión



Anexo 8.5-11 Ensayo a compresión, Hormigón simple



Anexo 8.5-12 Ensayo Brasilero, Hormigón simple



Anexo 8.5-13 Rotura cilindro, hormigón simple



Anexo 8.5-14 Rotura de cilindro, ensayo compresión



Anexo 8.5-15 Ensayo Brasilero, hormigón simple



Anexo 8.5-16 Rotura hormigón simple, Ensayo Brasilero



Anexo 8.5-17 Vigas de hormigón simple



Anexo 8.5-18 Tomas de medidas para ensayo de vigas



Anexo 8.5-19 Preparación viga, ensayo a flexión



Anexo 8.5-20 Rotura ensayo a flexión



Anexo 8.5-21 Viga posterior a la rotura, ensayo a flexión



Anexo 8.5-22 Rotura de viga hormigón simple, ensayo a flexión

8.6. Certificado de calibración del equipo



Servicio Ecuatoriano de Normalización

INEN

República del Ecuador

LABORATORIO NACIONAL DE METROLOGÍA - LNM

Certificado de Calibración

Laboratorio de Fuerza

Número de Certificado: LNM-F-2023-27 **Número de solicitud:** 10.2023.0397.M
Fecha de Calibración: 2023-04-12
Equipo/Instrumento de Medida: CELDA DE CARGA
Dispositivo de lectura: DIGITAL
Marca: MATEST
Modelo o Tipo: C140-08
Serie: C140-08/AI/0006 // 18-26815
Intervalo de Calibración: DESDE 300 kN HASTA 3 000 kN COMPRESION
Código de Identificación: CELDA 1

Propietario: METREXLAB EQUIPOS TECNICOS Y SERVICIO ESPECIALIZADO
Dirección: Av. Eloy Alfaro N44-349. D.M.QUITO-PICHINCHA

Observaciones: Ninguna

El Servicio Ecuatoriano de Normalización, realizó en el LNM, la calibración del instrumento arriba descrito, utilizando Patrones de Referencia trazables a la unidad de Fuerza del Sistema Internacional de Unidades (SI) al Patrón Nacional, pertenecientes al Laboratorio Nacional de Metrología.

La calibración fue realizada bajo un Sistema de Gestión de la Calidad conforme con la norma internacional ISO/IEC 17025:2017.

El Laboratorio Nacional de Metrología LNM-INEN guarda la total confidencialidad de la información proporcionada por el cliente en todo el proceso de calibración y medición.

Los resultados, incertidumbres y condiciones en que se realizó la calibración del equipo/instrumento de medida arriba descrito, se exponen en las páginas siguientes y son parte del presente documento que certifica los valores presentados

El LNM no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento calibrado.

El tiempo de validez de los resultados contenidos en este Certificado, depende tanto de las características del equipo/instrumento de medida como de las prácticas de manejo y uso.

El usuario está obligado a tener el equipo/instrumento de medida recalibrado en los intervalos analizados para su control apropiado; así como establecer la nueva fecha de calibración.

Este documento no significa certificación de calidad, no constituye un certificado de aptitud para el uso del equipo/instrumento y no debe ser utilizado con fines publicitarios.

Prohibida su reproducción parcial; la reproducción total como copias certificadas deberá realizarse con la autorización escrita de la Dirección Ejecutiva del INEN.

El presente certificado es emitido electrónicamente y puede ser validado mediante el aplicativo firmaEC.

La impresión física de este documento no tiene validez.

Fecha de emisión: 2023-04-13

WILSON GUILLERMO ANGULO CRUZ

Calibrado por: Sr. Wilson Angulo Cruz
Técnico de Laboratorio

WILSON FERNANDO NAULA ERAZO

Aprobado por: Ing. Wilson Naula
Coordinador de Metrología Industrial y Científica

Dirección: Autopista General Rumiñahui Puente Nº 5
Código postal: 17080b / Quito Ecuador
Teléfono: +593-2-3825960
www.normalizacion.gob.ec

LNM FC G 01-13 (2023-03-01) Página 1 de 2

Anexo 8.6-1 Certificado de calibración del equipo, hoja 1

INEN Servicio Ecuatoriano de Normalización

República del Ecuador

Propietario: METREXLAB EQUIPOS TECNICOS Y SERVICIO ESPECIALIZADO
Número de Certificado: LNM-F-2023-27
Equipo/Instrumento de Medida: CELDA DE CARGA
Fecha de Calibración: 2023-04-12

INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre de medida obtenida equivale al doble de la incertidumbre combinada, es decir cubre un intervalo de confianza de aproximadamente el 95 % asumiendo una distribución normal, y se la estimó de acuerdo a la Guía para la Expresión de la Incertidumbre en las Mediciones (GUM) publicada por la ISO.

PROCEDIMIENTO UTILIZADO: Procedimiento LNM PC F 01 "Procedimiento de calibración de máquinas de ensayos uniaxiales", basado en la Norma Internacional ISO 7500-1

INTERVALO DE CALIBRACIÓN: **DESDE 300 kN HASTA 3 000 kN** **COMPRESION**
Rango: 3 000 kN **División de Escala:** 0,01 kN

CONDICIONES AMBIENTALES:

T_o (°C)	T_f (°C)
22,10	22,30

PATRONES Y EQUIPOS UTILIZADOS:
Celda de Carga
Marca: HBM **Serie:** 00284RUT **Certificado:** 12636 PTB 18

Amplificador MGCplus; ML38B
Marca: HBM **Serie:** 801128372 **Certificado:** 24944 DKD-K-00101

TABLA DE CALIBRACIÓN EN UNIDADES DEL INSTRUMENTO

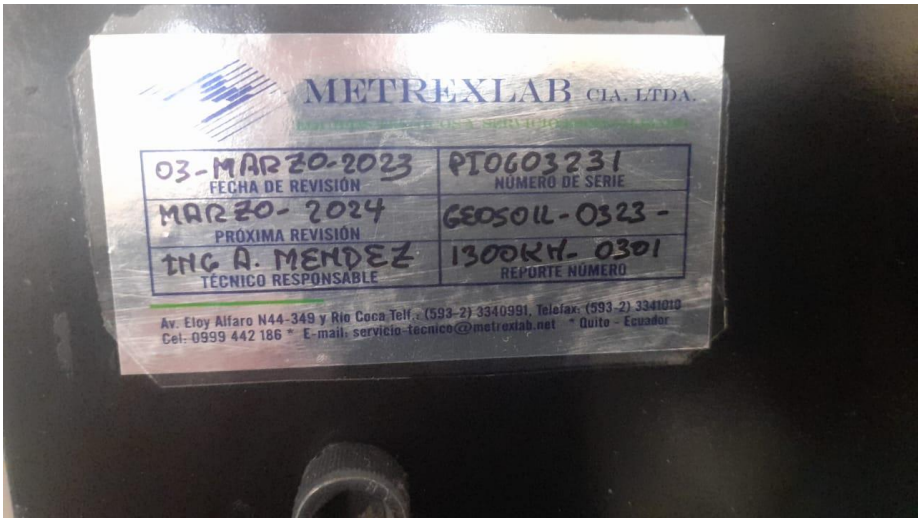
Fuerza Indicada kN	Fuerza Verdadera Aplicada					Error kN	U k=2 kN	U k=2 %
	1ª serie kN	2ª serie kN	3ª serie kN	4ª serie kN	Promedio kN			
0,00	0,00	0,00	0,00	********	0,00	0,00	********	**********
300,00	299,32	299,33	299,27	********	299,31	0,69	0,18	0,06
600,00	598,71	598,76	598,62	********	598,70	1,30	0,36	0,06
900,00	898,17	898,10	898,04	********	898,10	1,90	0,53	0,06
1 200,00	1 197,70	1 197,61	1 197,50	********	1 197,61	2,39	0,71	0,06
1 500,00	1 497,18	1 497,20	1 496,90	********	1 497,09	2,91	0,89	0,06
1 800,00	1 796,72	1 796,74	1 796,59	********	1 796,69	3,31	1,05	0,06
2 100,00	2 096,06	2 096,13	2 096,07	********	2 096,09	3,91	1,22	0,06
2 400,00	2 395,53	2 395,60	2 395,57	********	2 395,57	4,43	1,39	0,06
2 700,00	2 694,84	2 695,01	2 694,89	********	2 694,92	5,08	1,57	0,06
3 000,00	2 994,31	2 994,57	2 994,48	********	2 994,45	5,55	1,75	0,06

TABLA DE PARÁMETROS RELATIVOS SEGÚN LA NORMA ISO 7500-1

Fuerza Indicada kN	Exactitud *q (%)*	Repetibi. *b (%)*	Reversibili. *v (%)*	Cero *f0 (%)*	Resolución relativa *a (%)*	Clase de exactitud
300,00	0,23	0,02	******	0,00	0,00	*****
600,00	0,22	0,02	******	0,00	0,00	*****
900,00	0,21	0,01	******	0,00	0,00	*****
1 200,00	0,20	0,02	******	0,00	0,00	*****
1 500,00	0,19	0,02	******	0,00	0,00	*****
1 800,00	0,18	0,01	******	0,00	0,00	*****
2 100,00	0,19	0,00	******	0,00	0,00	*****
2 400,00	0,19	0,00	******	0,00	0,00	*****
2 700,00	0,19	0,01	******	0,00	0,00	*****
3 000,00	0,19	0,01	******	0,00	0,00	*****

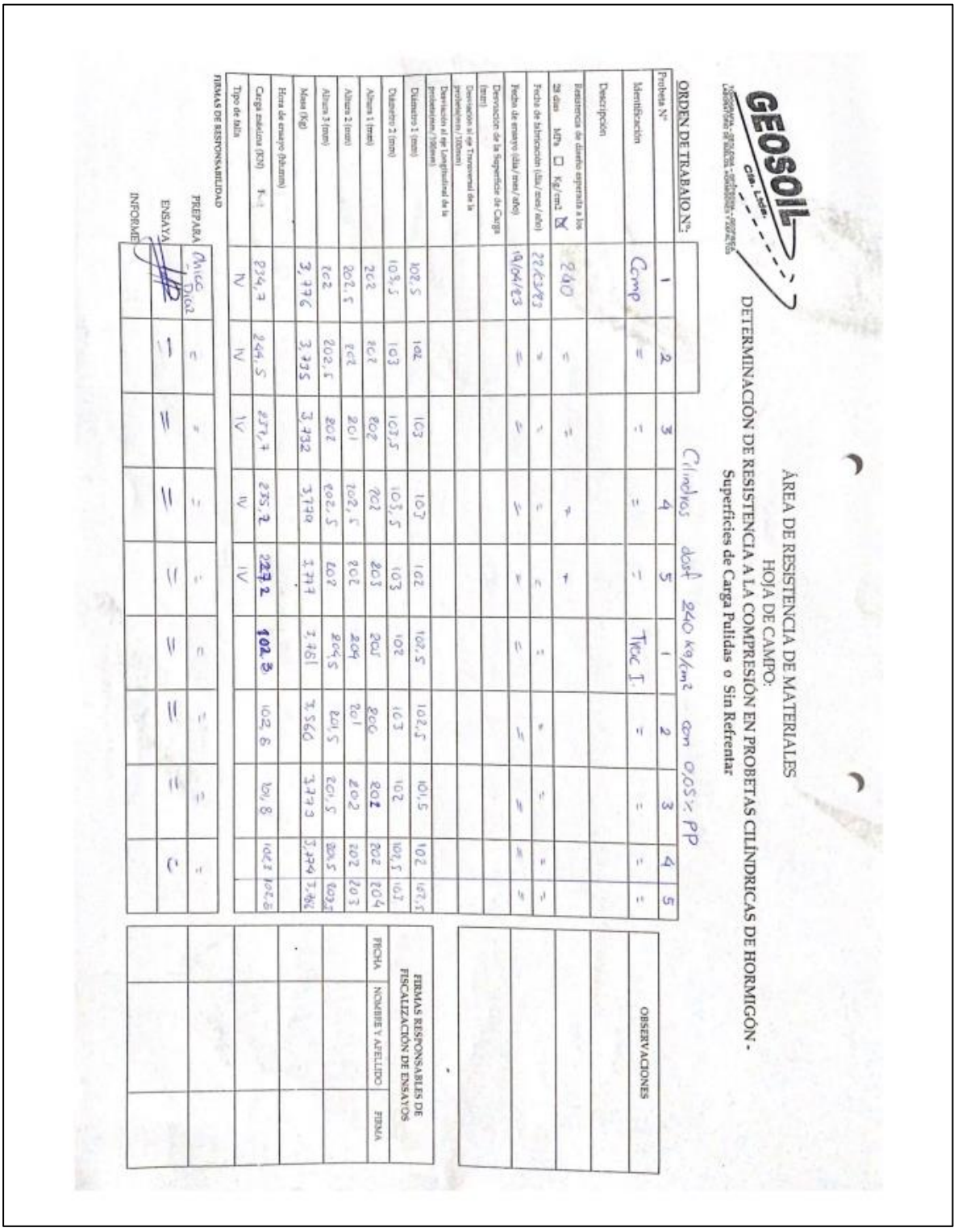
Dirección: Autopista General Rumiñahui Puente N° 5 *** Fin del Documento ***
Código postal: 170806 / Quito Ecuador
Teléfono: +593-2-3825960
www.normalizacion.gob.ec

Anexo 8.6-2 Certificado de calibración del equipo, hoja 2



Anexo 8.6-3 Número de serie y registro de revisión del equipo Celda de carga.

8.7. Hojas de campo



ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES
HOJA DE CAMPO:
DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN -
Superficies de Carga Pulidas o Sin Refrentar

GEOSOIL Cía. Ltda.
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGÓN Y ASFALTO

ORDEN DE TRABAJO Nº: Cilindros dosif 240 kg/cm2 con 0,05% PP

Probeta Nº		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Identificación		Comp	"	"	"	"	Trac I.	"	"	"	"
Descripción											
Resistencia de diseño esperada a los 28 días: MPa ☐ Kg/cm2 ☒		240	"	"	"	"					
Fecha de fabricación (día/ mes/ año)		22/03/23	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Fecha de ensayo (día/ mes/ año)		19/04/23	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Desviación de la Superficie de Carga (mm)											
Desviación al eje Transversal de la probeta/mm (100mm)											
Desviación al eje Longitudinal de la probeta/mm (100mm)											
Diámetro 1 (mm)		102,5	102	103	103	102,5	102,5	102,5	101,5	102	102,5
Diámetro 2 (mm)		103,5	103	103,5	103,5	103	102	103	102	101,5	103
Altura 1 (mm)		202	202	202	203	204	204	206	202	202	204
Altura 2 (mm)		202,5	202	201	202,5	202	204	201	202	202	203
Altura 3 (mm)		202	202,5	202	202,5	202	204,5	201,5	201,5	203	203
Masa (Kg)		3,776	3,735	3,732	3,739	3,717	3,761	3,760	3,743	3,734	3,746
Hora de ensayo (hh:mm)											
Carga aplicada (KN)		234,3	244,5	237,7	235,2	223,2	102,3	102,8	104,8	104,8	104,8
Tipo de falla		IV	IV	IV	IV	IV					

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

PREPARA: Alicia Díaz
ENSAYA:
INFORME:

OBSERVACIONES

FIRMAS RESPONSABLES DE FISCALIZACIÓN DE ENSAYOS

FECHA	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA

Anexo 8.7-1 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 240 kg/cm2 con 0,05% PP.



GEOSOIL

ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES

HOJA DE CAMPO:

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN -

Superficies de Carga Pulidas o Sin Refrentar

dosf 240 kg/cm² con 0,1% PP.

ORDEN DE TRABAJO Nº:

Probeta Nº	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Identificación	Comp	"	"	"	"	Trac. I	"	"	"	"
Descripción										
Resistencia de diseño esperada a los 28 días MPa ☐ Kg/cm2 ☑	240	"	"	"	"					
Fecha de fabricación (día/mes/año)	29/02/23	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Fecha de ensayo (día/mes/año)	19/04/23	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Designación de la Superficie de Carga (mm)										
Dimensión a) de Transversal de la probeta(mm) (100mm)										
Dimensión a) de Longitudinal de la probeta(mm) (100mm)										
Diámetro 1 (mm)	101	102	101,5	102	102,5	102,5	102,0	101	102	100
Diámetro 2 (mm)	102	103	103	102,5	102,5	102	102	101,5	102,5	101
Altura 1 (mm)	201	201,5	201	201	201,5	201	202	201	201,5	202,5
Altura 2 (mm)	201,5	201	200,5	200,5	201	201,5	201	201	201	202
Altura 3 (mm)	201	201	201	201,5	201,5	201	202	201	201	201,5
Masa (Kg)	3,745	3,760	3,660	3,729	3,785	3,745	3,765	3,806	3,776	3,673
Carga máxima (kN)	225,0	235,5	235,6	232,6	223,2	196,2	194,6	197,1	196,0	192,4
Tipo de falla	IV	IV	IV	IV	IV					

OBSERVACIONES

FIRMAS RESPONSABLES DE FISCALIZACIÓN DE ENSAYOS

FECHA	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA

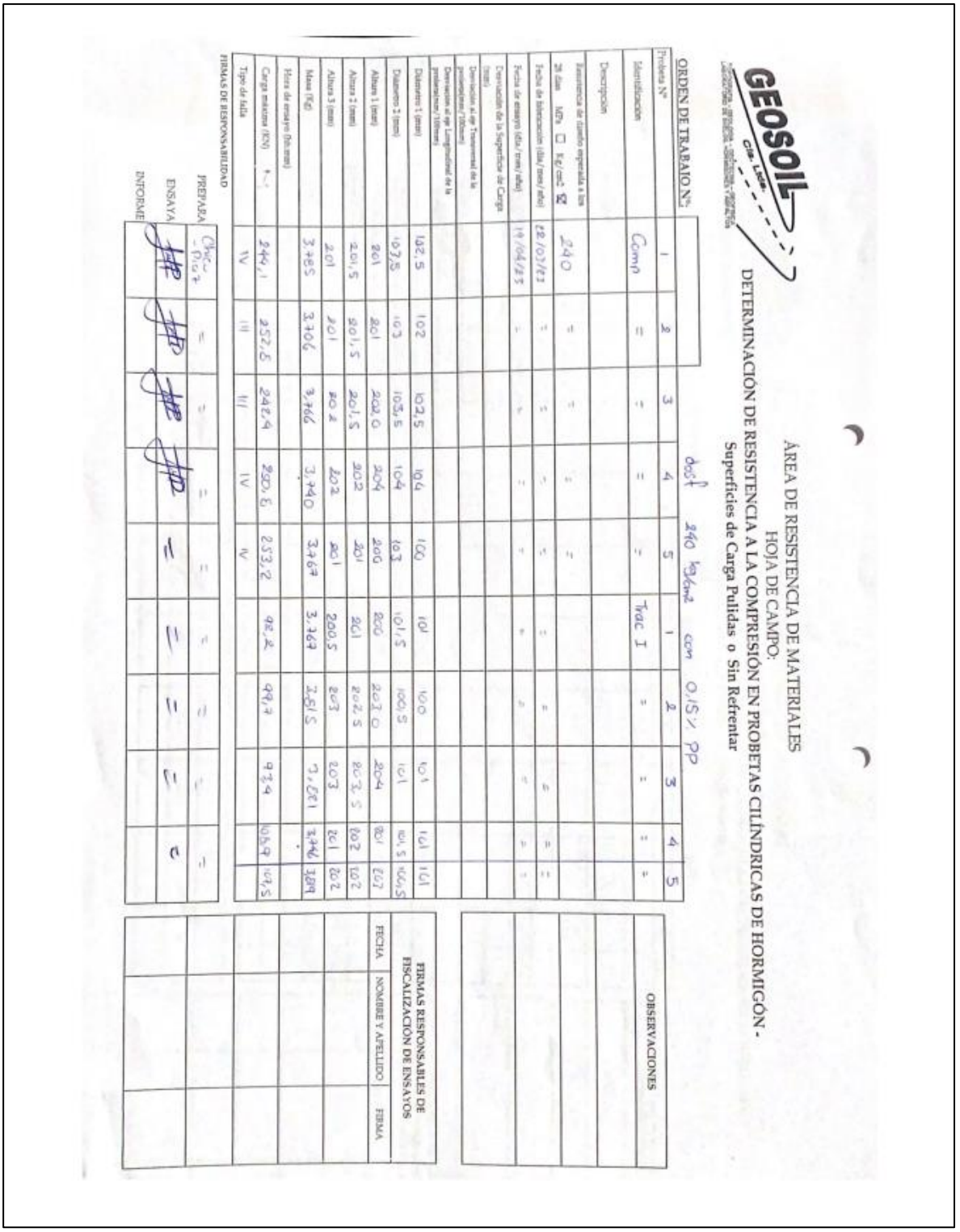
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

PREPARA: Chisco Diaz

ENSAYA:

INFORME:

Anexo 8.7-2 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 240 kg/cm2 con 0,1% PP



ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES

HOJA DE CAMPO:

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN -

Superficies de Carga Pulidas o Sin Refrentar

GEOSOIL

ORDEN DE TRABAJO Nº: dosif 240 kg/cm2 con 0,15% PP

Probeta Nº	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Identificación	Comp	=	=	=	=	Trac I	=	=	=	=
Descripción										
Resistencia de diseño especificada a los 28 días: MPa ☐ kg/cm2 ☒	240	=	=	=	=					
Fecha de fabricación (día/mes/año)	12/03/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=
Fecha de ensayo (día/mes/año)	19/04/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=
Diámetro de la Superficie de Carga (mm)										
Dimensión a) de Transversal de la probeta/viga (100mm)										
Dimensión a) de Longitudinal de la probeta/viga (100mm)										
Diámetro 1 (mm)	152,5	102	102,5	104	100	101	100	101	101	101
Diámetro 2 (mm)	153,5	103	103,5	104	103	101,5	100,5	101	101,5	100,5
Altura 1 (mm)	201	201	202,0	204	200	200	203,0	204	201	203
Altura 2 (mm)	201,5	201,5	202	202	201	201	202,5	202,5	202	202
Altura 3 (mm)	201	201	202	202	201	200,5	203	203	201	202
Masa (Kg)	3,485	3,706	3,766	3,740	3,769	3,769	3,815	3,815	3,740	3,789
Hora de ensayo (hs:mm)										
Carga máxima (KN) +/-	244,1	232,6	248,9	250,6	253,2	98,2	99,7	97,4	100,9	104,5
Tipo de falla	IV	III	III	IV	IV					

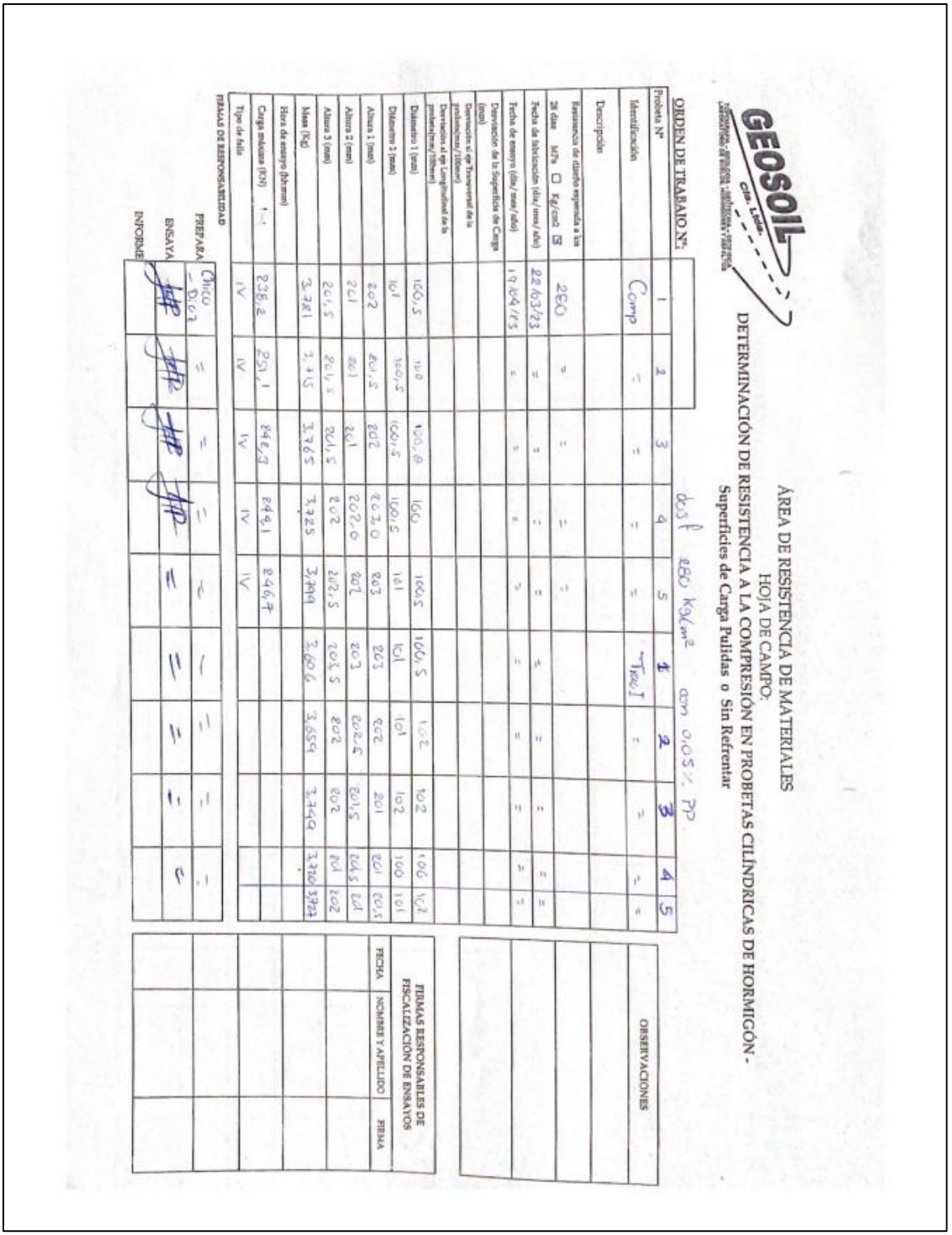
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

PREPARA	Chacón	=	=	=	=	=	=	=	=
ENSAYA	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	=	=	=	=	=
INFORME	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]					

OBSERVACIONES					

FIRMAS RESPONSABLES DE FISCALIZACIÓN DE ENSAYOS		
FECHA	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA

Anexo 8.7-3 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 240 kg/cm2 con 0,15% PP



ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES

HOJA DE CAMPO:

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN -

Superficies de Carga Pulidas o Sin Refrentar

GEOSOIL Cía. Ltda.

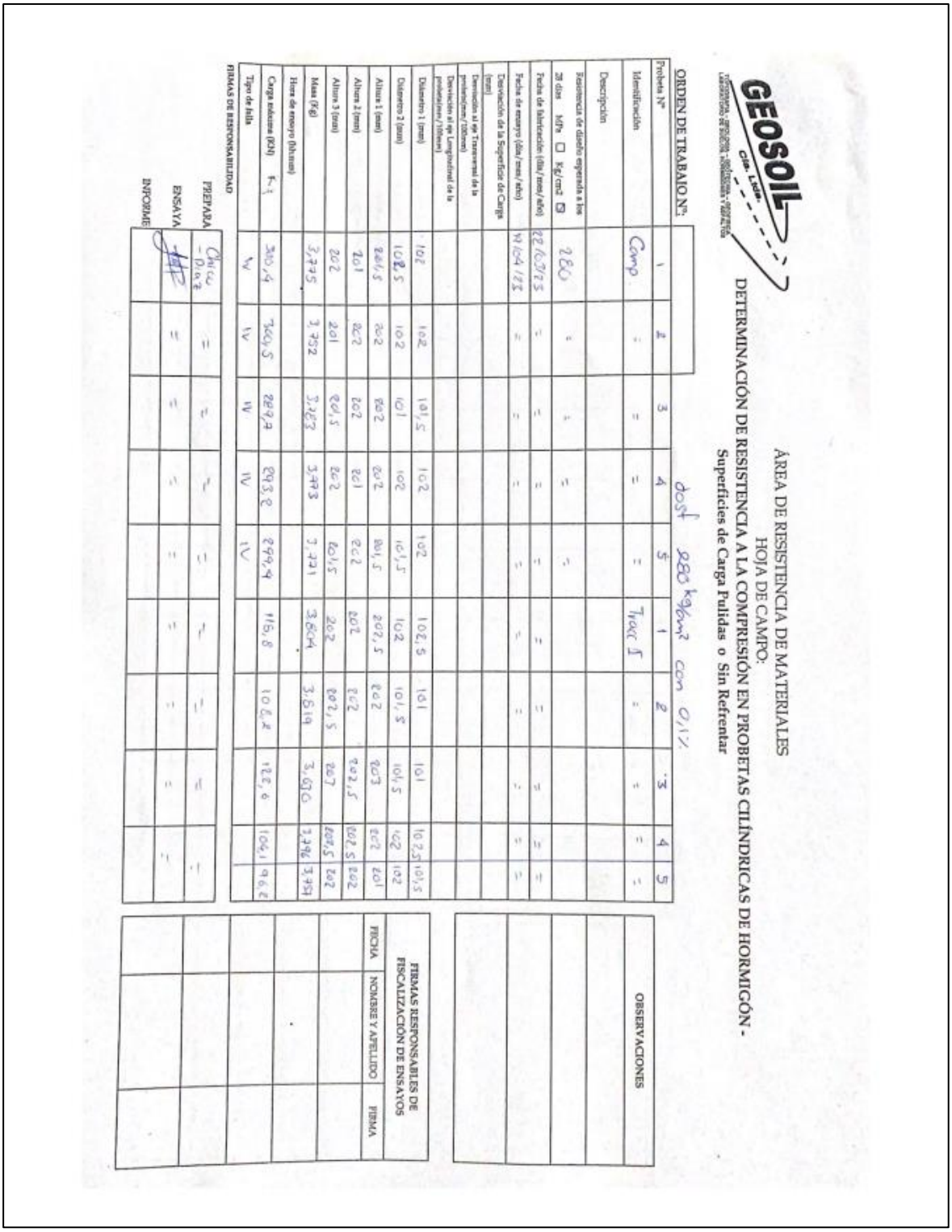
ORDEN DE TRABAJO Nº: dos f 280 kg/cm² con 0,05% PP

Probeta Nº	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
Identificación	Comp	=	=	=	=	Tipo J	=	=	=	=	
Descripción											
Resistencia de diseño expresada a los 28 días: MPa ☐ Kg/cm2 ☒	280	=	=	=	=						
Fecha de fabricación (día/mes/año)	22/03/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
Fecha de ensayo (día/mes/año)	19/04/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
Dimensión de la Superficie de Carga (mm)											
Dimensión 1 eje Transversal de la probeta(mm)/ 100mm)											
Dimensión 2 eje Longitudinal de la probeta(mm)/ 100mm)											
Diámetro 1 (mm)	160,5	160,5	160,8	160	160,5	160,5	102	102	100	102	
Diámetro 2 (mm)	161	160,5	160,5	160,5	161	161	101	102	100	101	
Altura 1 (mm)	202	201,5	202	203,0	203	203	202	201	201	201,5	
Altura 2 (mm)	201	201	201	202,0	202	203	202,5	201,5	200,5	201	
Altura 3 (mm)	201,5	201,5	201,5	202	202,5	203,5	202	202	201	202	
Masa (Kg)	3,721	3,715	3,765	3,725	3,709	3,606	3,659	3,742	3,760	3,722	
Hora de ensayo (hh:mm)											
Carga máxima (KN)	238,2	251,1	246,3	249,1	246,7						
Tipo de falla	IV	IV	IV	IV	IV						

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	FIRMAS RESPONSABLES DE FISCALIZACIÓN DE ENSAYOS		
	FECHA	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA
PREPARA	Chico - Diaz	=	=
ENSAYA	[illegible]	=	=
INFORME	[illegible]	=	=

Anexo 8.7-4 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 280 kg/cm2 con 0,05% PP



GEOSOIL

ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES

HOJA DE CAMPO:

DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN -

Superficies de Carga Pulidas o Sin Refrentar

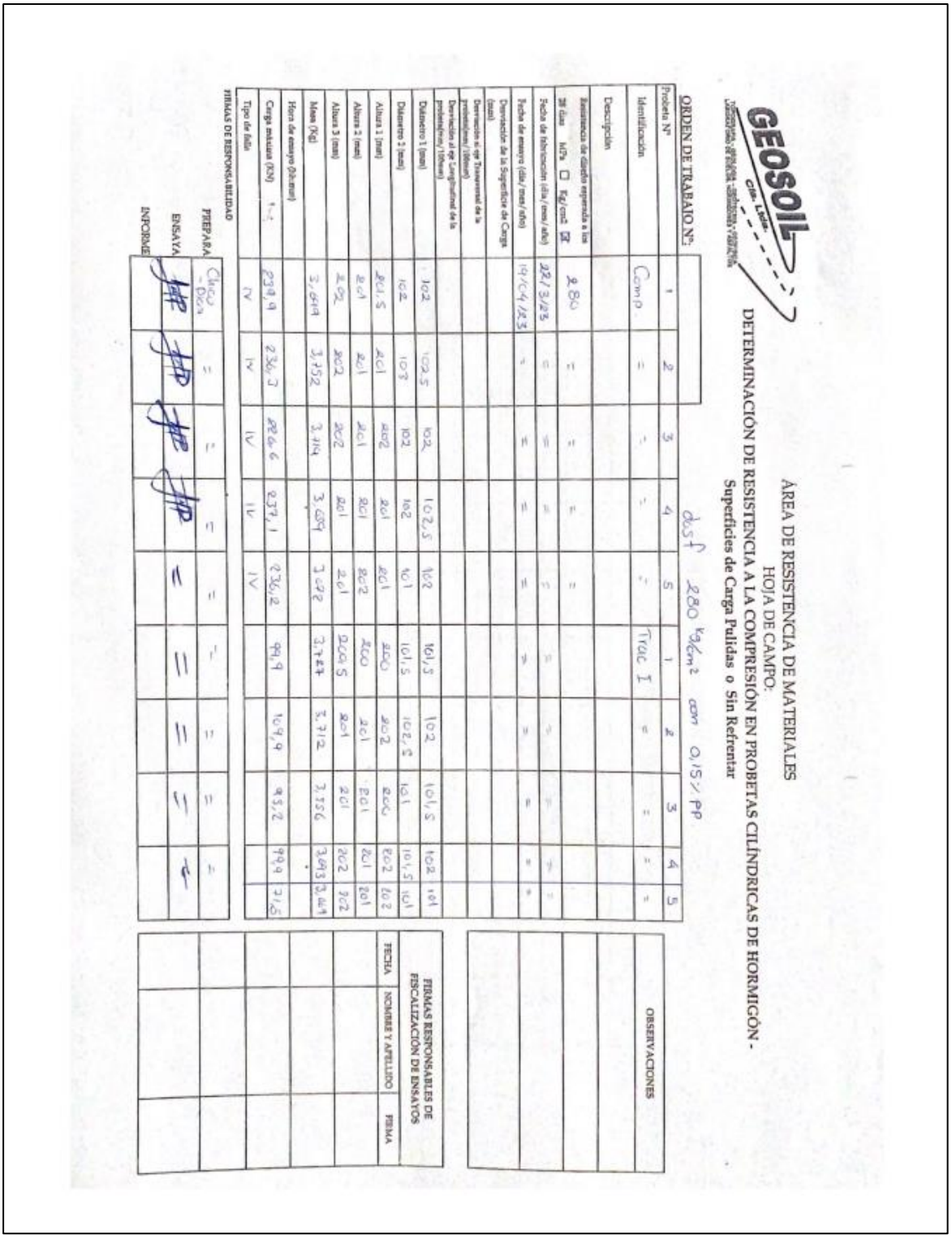
ORDEN DE TRABAJO Nº: dosf 280 kg/cm2 con 0,1%

Probeta Nº	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	OBSERVACIONES
Identificación	Comp	=	=	=	=	Trac 1	=	=	=	=	
Descripción											
Resistencia de diseño esperada a los 28 días MPa ☐ Kg/cm2 ☒	280	=	=	=	=						
Fecha de fabricación (día/mes/año)	28/03/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
Fecha de ensayo (día/mes/año)	11/04/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=	
Desviación de la Superficie de Carga (mm)											
Desviación en eje Transversal de la probeta(mm/100mm)											
Desviación en eje Longitudinal de la probeta(mm/100mm)											
Diámetro 1 (mm)	102	102	101,5	102	102,5	101	101	101	102,5	101,5	
Diámetro 2 (mm)	102,5	102	101	102	101,5	102	101,5	101,5	102	102	
Altura 1 (mm)	201,5	202	202	202	201,5	202,5	202	203	202	201	
Altura 2 (mm)	201	202	202	201	202	202	202	202,5	202,5	202	
Altura 3 (mm)	202	201	201,5	202	201,5	202	202,5	202	202,5	202	
Masa (Kg)	3,775	3,752	3,283	3,373	3,221	3,804	3,819	3,810	3,796	3,751	
Hora de ensayo (hh:mm)											
Carga máxima (KN) F1	300,9	300,5	289,8	293,2	299,4	115,8	108,2	122,6	104,1	96,2	
Tipo de falla	IV	IV	IV	IV	IV						

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	FIRMAS RESPONSABLES DE FISCALIZACIÓN DE ENSAYOS		
	FECHA	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA
PREPARA	Chrico - Doc		
ENSAYA			
INFORME			

Anexo 8.7-5 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 280 kg/cm2 con 0,1% PP



ÁREA DE RESISTENCIA DE MATERIALES
HOJA DE CAMPO:
DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN -
Superficies de Carga Pulidas o Sin Refrentar

ORDEN DE TRABAJO Nº: dosf 280 kg/cm² con 0,15% PP

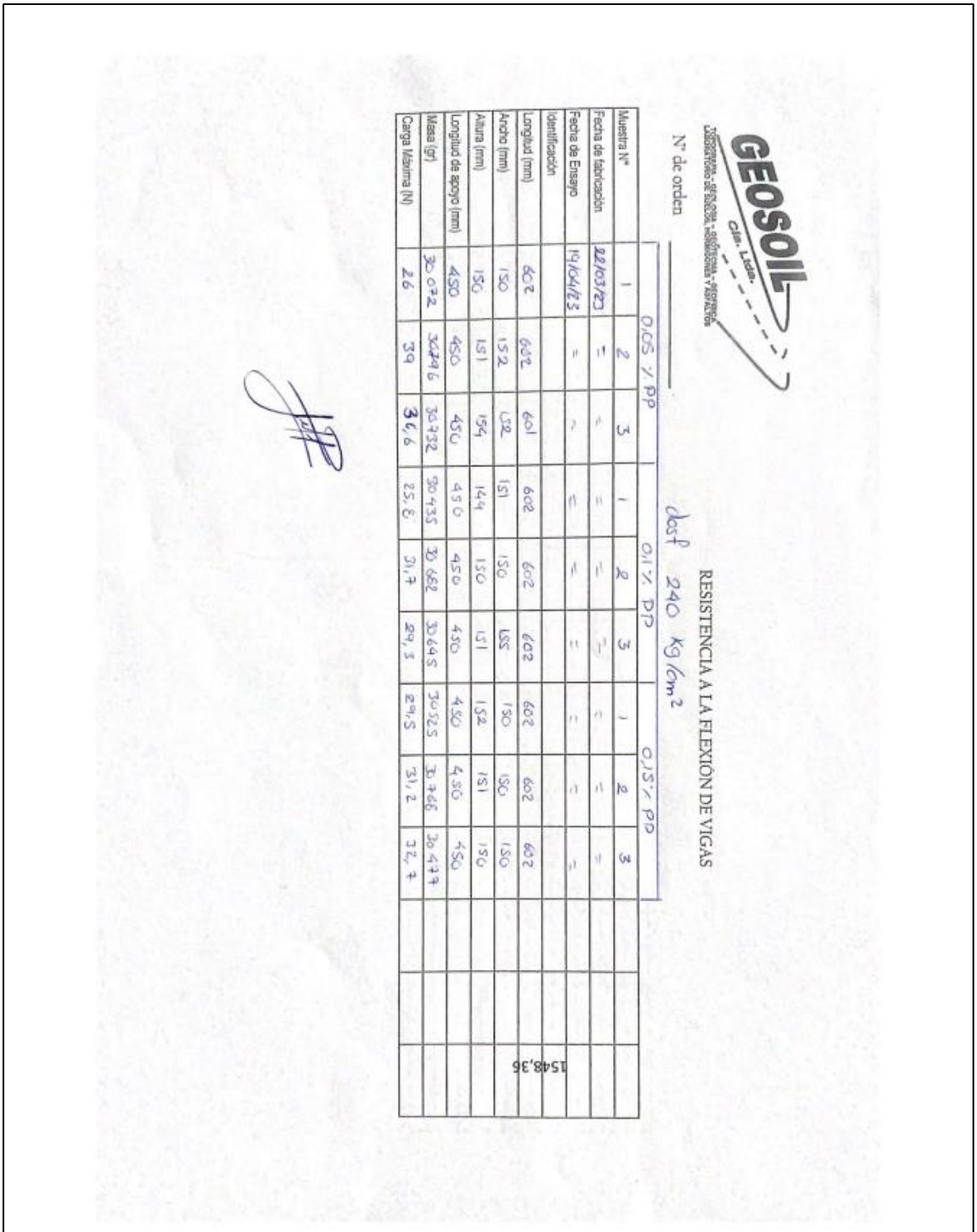
Probeta Nº		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Identificación		Comp.	=	=	=	=	Trac. I	=	=	=	=
Descripción											
Resistencia de diseño esperada a los 28 días	MPa ☐ Kg/cm2 ☒	280	=	=	=	=					
Fecha de fabricación (día/mes/año)		22/3/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=
Fecha de ensayo (día/mes/año)		19/04/23	=	=	=	=	=	=	=	=	=
Observación de la Superficie de Carga (mm)											
Dimensión a qe Transversal de la probeta(mm) / (diam)											
Dimensión al qe Longitudinal de la probeta(mm) / (diam)											
Diámetro 1 (mm)		102	102,5	102	102,5	102	101,5	102	101,5	102	101
Diámetro 2 (mm)		102	103	102	102	101	101,5	102,5	101	102	101,5
Altura 1 (mm)		201,5	201	202	201	201	200	202	200	202	202
Altura 2 (mm)		201	201	201	201	202	200	201	201	201	201
Altura 3 (mm)		202	202	202	201	201	200,5	201	201	202	202
Masa (Kg)		3,669	3,752	3,714	3,689	3,682	3,784	3,712	3,756	3,693	3,649
Hora de ensayo (hh:mm)											
Carga máxima (KN)		239,9	230,3	226,6	237,1	236,2	94,9	109,9	93,2	99,9	72,6
Tipo de falla		IV	IV	IV	IV	IV					

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

PREPARA	Chico Dios	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
ENSAYA	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	=	=	=	=	=	=
INFORME	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	=	=	=	=	=	=

OBSERVACIONES	FIRMAS RESPONSABLES DE FISCALIZACIÓN DE ENSAYOS			
	FECHA	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA	

Anexo 8.7-6 Hoja de campo para dosificación (cilindros) de hormigón de 280 kg/cm2 con 0,15% PP



GEOSOIL
Cía. Ltda.
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS

N° de orden _____ dosf 240 kg/cm2

	0,05 % PP			0,1 % PP			0,15 % PP					
Muestra N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Fecha de fabricación	22/03/23	"	"	"	"	"	"	"	"			
Fecha de Ensayo	19/04/23	"	"	"	"	"	"	"	"			
Identificación												
Longitud (mm)	602	602	601	602	602	602	602	602	602			
Ancho (mm)	150	152	152	151	150	155	150	150	150			
Altura (mm)	150	151	154	144	150	151	152	151	150			
Longitud de apoyo (mm)	450	450	450	450	450	450	450	430	450			
Masa (gr)	36 072	36496	36732	36435	36 682	36695	36525	36766	36 479			
Carga Máxima (N)	26	39	36,6	25,6	31,7	29,3	29,5	31,2	32,7			

1548,35

Anexo 8.7-7 Hoja de campo para dosificación de 240 kg/cm2 (viguetas)



GEOSOIL
Cía. Ltda.
LABORATORIO DE SUELOS, HORMIGONES Y ASFALTOS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS

N° de orden _____ f'c 280 kg/cm²

	0,05 x PP			0,10 x PP			0,15 x PP		
Muestra N°	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Fecha de fabricación	22/03/23	"	"	"	"	"	"	"	"
Fecha de Ensayo	19/04/23	"	"	"	"	"	"	"	"
Identificación									
Longitud (mm)	603	601	602	602	602	603	601	603	601
Ancho (mm)	150	150	150	151	151	152	150	151	150
Altura (mm)	152	150	152	152	152	152	150	151	150
Longitud de apoyo (mm)	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Masa (gr)	30800	29986	30349	30460	30324	30163	30266	30618	30148
Carga Máxima (N)	33	36,2	34,1	45,7	37,5	36,4	36	34,7	37,2

Anexo 8.7-8 Hoja de campo para dosificación de 280 kg/cm2 (viguetas)