

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS
INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL
CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO
 $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLÁNICA 2017”**

TESIS

PRESENTADA POR:

LINO OSCAR NUÑEZ ARONI
FRANK ALAIN MAMANI HUAYNILLO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS
 INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS
 PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ EN LA ZONA
 ALTIPLÁNICA 2017”**

TESIS PRESENTADA POR:

LINO OSCAR NUÑEZ ARONI
FRANK ALAIN MAMANI HUAYNILLO



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:

M.C. EMILIO CASTILLO ARONI

PRIMER MIEMBRO

:

M.Sc. MARIANO ROBERTO GARCIA LOAYZA

SEGUNDO MIEMBRO

:

Ing. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

DIRECTOR DE TESIS

:

Ing. YASMANI TEÓFILO VITULAS QUILLE

TEMA : Influencia del Polipropileno y aditivos incorporadores de aire en $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

ÁREA : Construcciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Construcciones y Gerencia.

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 21 DE NOVIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

A Nuestro Divino Creador por haberme
dado existencia en esta vida y derramar
bendiciones en mi futuro porvenir

A mis adorables padres CIPRIANO Y
VILMA por su amor, cariño, sacrificio y
esperanza de todos estos años.

A mis queridos hermanos DIONICIA,
ENSMINGER, GLADYS y JAVIER
por lo que significan en mi existencia y
el gran aprecio que los tengo.

Al pilar de mi vivir, mi hijo OSCAR
VALENTINO siendo lo más
maravilloso que me paso en esta vida.

Lino Oscar**Frank Alain**

A Nuestro Divino Creador por haberme
dado existencia en esta vida y derramar
bendiciones en mi futuro porvenir

A mis adorables padres PEDRO y
FORTUNATA por su amor, cariño,
sacrificio y esperanza de todos estos
años.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme ser parte de este proyecto y haberlo culminado.

A mi Institución Educativa, Universidad Nacional del Altiplano Puno, y a mi Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme dado la oportunidad de dar un paso más en la escala de la vida.

A mi Director de Tesis, Ing. Yasmani Teófilo Vitulas Quille, por el gran apoyo en la elaboración de este proyecto.

A mis jurados, Ing. Emilio Castillo Aroni, Ing. Mariano Roberto García Loayza e Ing. Gino Frank Laque Córdova.

Al laboratorio de Construcciones de la EPIC, Ing. Guillermo Isidro Perca, por su apoyo y colaboración en la realización de todo el trabajo experimental.

A todas aquellas personas que en su momento compartieron sus conocimientos, aprendizajes y experiencias que sirvieron de mucho para la elaboración de este proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLAS	12
ACRÓNIMOS	15
RESUMEN	16
CAPÍTULO I	19
1. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Planteamiento del Problema	19
1.2. Hipótesis de la Investigación	20
1.2.1. Hipótesis General.	20
1.2.2. Hipótesis Específicos.	20
1.3. Justificación del Proyecto	20
1.4. Objetivo del Estudio	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
CAPÍTULO II	22
2. REVISIÓN DE LITERATURA	22
2.1. Componentes del Concreto	22
2.1.1. Cemento	22
2.1.2. Agregados	22
2.1.3. Propiedades Físicas	22
2.1.4. Análisis Granulométrico Agregado Grueso	23
2.1.5. Uso Granulométrico	23
2.1.6. Agua	23
2.1.7. Propiedades del Concreto	23
2.1.7.1. Propiedades en Estado Fresco	23
2.1.7. Propiedades En Estado Endurecido	25
2.1.8. Polipropileno	25
2.1.9. Propiedades del Polipropileno	25
2.1.10. Aplicaciones del Polipropileno	26
2.1.11. Aditivos	26
2.1.13. Evaluación de las Temperaturas Máximas Y Mínimas en el Año 2017 de la Ciudad de Puno.	30
2.1.14. Normativa de los Ensayos de Ciclos de Congelamiento y Deshielo	30

2.1.15. Análisis Estadístico y Prueba de Hipótesis.....	32
2.1.16. Definiciones de Conceptos Estadísticos	33
2.1.17. Cálculo de la Distribución F	37
2.1.19. Las Hipótesis Pueden Ser De.....	37
2.1.20. Prueba de hipótesis.....	37
2.2. ANTECEDENTES	39
CAPITULO III.....	41
3. METODOLOGÍA	41
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	41
3.1.1. Tipo de Investigación	41
3.1.2. Nivel De Investigación.....	41
3.2. Ubicación de la Investigación	41
3.2.1. Geográficas	41
3.2.2. Delimitación Temporal	41
3.2.3. Delimitación Espacial.....	42
3.2.3. Área De Interés.....	42
3.3. Población Y Muestra.....	42
3.3.1. Muestra de Estudio	42
3.4. Operacionalización de Variables	47
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	51
3.5.1. Estudio y ubicación de la cantera de los agregados.....	51
3.5.2. Cantera Cutimbo.....	51
3.5.3. Ensayos realizados en los agregados.....	52
3.5.4. Agregado Grueso.....	61
3.5.6. Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos Y Finos	62
3.5.7. Módulo de Fineza de Los Agregados Gruesos y Finos.....	64
3.5.8. Diseño de Mezcla del Concreto	65
3.5.9. Diseño de Mezcla Según los Grupos de Prueba.....	69
3.5.10. Elaboración del Concreto	70
3.5.11. Elaboración De Probetas Cilíndricas	72
3.5.12. Elaboración De Probetas Prismáticas	72
3.5.13. Curado de los Especímenes	73
3.5.14. Ensayos en Estado Fresco del Concreto.....	74
3.5.14.1. Ensayo de Revenimiento o Asentamiento en el Cono de Abrams (Astm-C143)	74
3.5.15. Ensayo del Concreto Sometido al Congelamiento.....	75

3.6. Procedimiento de recolección de datos.....	77
3.6.1. Ensayo de Resistencia a Compresión.....	77
3.6.2. Resistencia a la Flexión del Concreto en Vigas Simplemente Apoyadas con Cargas a los Tercios del Tramo	80
3.7. Recolección de Datos.....	84
3.8. Procesamiento y Análisis de Datos	84
3.8.1. Análisis Estadístico.....	84
3.8.2. Prueba de Hipótesis.....	115
CAPÍTULO IV	163
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	163
4.1.1. Ensayos de revenimiento o asentamiento en el cono de abrams (astm-c143)..	163
4.1.2. Comparación De La Resistencia A Compresión De Testigos Cilíndricos	165
4.1.3. Comparación de la Resistencia a Compresión de Testigos Cilíndricos Sometidos a ciclos de Congelamiento.....	171
4.1.4. Comparación De La Resistencia A Flexión Del Concreto En Vigas.....	178
4.1.5. Comparación de la resistencia a flexión del concreto en vigas sometidos a ciclos de congelamiento “CN” y concreto con polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA) sometidos a ciclos de congelamiento.	184
5. CONCLUSIONES.....	191
5.1. Conclusión General.....	191
5.2. Conclusiones Específicas.....	191
6. RECOMENDACIONES.....	193
7. REFERENCIAS	194
7.1. Libros	194
7.2. Tesis.....	194
7.3. Normas y Reportes.....	195
Trabajos citados	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución normal.....	36
Figura 2 Testigos cilíndricos sin someter a ciclos de congelamiento.....	43
Figura 3 Testigos cilíndricos sometidos a ciclos de congelamiento.....	44
Figura 4 Testigos prismáticos son someter a ciclos de congelamiento.....	45
Figura 5 Testigos prismáticos sometido a ciclos de congelamiento.....	46
Figura 6 Determinación de la trabajabilidad.....	47
Figura 7 Ubicacion de la cantera Cutimbo.....	52
Figura 8 Desmoramiento del cono de arena.....	56
Figura 9 Peso unitario suelto del agregado grueso.....	61
Figura 10 Granulometría del agregado fino.....	62
Figura 11 Granulometría del agregado grueso.....	64
Figura 12 Elaboración del concreto.....	71
Figura 13 Instrumentos utilizados.....	72
Figura 14 Elaboración de testigos cilíndricos.....	72
Figura 15 Elaboración de probetas prismáticas.....	73
Figura 16 Curado de testigos.....	73
Figura 17 Control de asentamiento.....	75
Figura 18 testigos sometidos a ciclos de congelamiento.....	75
Figura 19 Testigos ya siendo sometidos a ciclos de congelamiento.....	76
Figura 20 Testigos cilindricos y prismaticos sometidos a ciclos de congelamiento.....	76
Figura 21 Testigo prismatico sometido a ciclos de congelamiento, listos para sometidos a resistencia a la flexión.....	77
Figura 22 Testigos cilíndricos sometidos a la resistencia a la compresión.....	78
Figura 23 Medición de los diámetros de los testigos cilíndricos.....	79
Figura 24 Carga que actuan en los testigos prismaticos.....	80
Figura 25 Gradiente de la fuerza cortante.....	82
Figura 26 Testigos prismaticos sometidos a cargas.....	83
Figura 27 Testigos prismáticos ya siendo sometidos a la resistencia a la flexión.....	83
Figura 28 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -7 días.....	115
Figura 29 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -14 días.....	116
Figura 30 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -28 días.....	117
Figura 31 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -7 días.....	118
Figura 32 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -14 días.....	119
Figura 33 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -28 días.....	120
Figura 34 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -7 días.....	121
Figura 35 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -14 días.....	122
Figura 36 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -28 días.....	123

Figura 37 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -7 días..... 124

Figura 38 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - 14 días 125

Figura 39 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -28 días..... 126

Figura 40 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 7 días 127

Figura 41 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 14 días 128

Figura 42 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 28 días 129

Figura 43 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 7 días 130

Figura 44 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 14 días 131

Figura 45 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 28 días 132

Figura 46 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 7 días 133

Figura 47 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 14 días 134

Figura 48 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 28 días 135

Figura 49 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 7 días 136

Figura 50 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 14 días 137

Figura 51 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - 28 días 138

Figura 52 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -7 días..... 139

Figura 53 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -14 días..... 140

Figura 54 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -28 días..... 141

Figura 55 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -7 días..... 142

Figura 56 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -14 días..... 143

Figura 57 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -28 días..... 144

Figura 58 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -7 días..... 145

Figura 59 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -14 días..... 146

Figura 60 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -28 días..... 147

Figura 61 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -7 días.....	148
Figura 62 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -14 días.....	149
Figura 63 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire -28 días.....	150
Figura 64 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 7 días.....	151
Figura 65 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 14 días.....	152
Figura 66 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 28 días.....	153
Figura 67 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 7 días.....	154
Figura 68 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 14 días.....	155
Figura 69 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 28 días.....	156
Figura 70 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 7 días.....	157
Figura 71 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 14 días.....	158
Figura 72 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 28 días.....	159
Figura 73 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 7 días.....	160
Figura 74 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 14 días.....	161
Figura 75 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire SCC - 28 días.....	162
Figura 76 Trabajabilidad.....	164
Figura 77 Curva de evolución del asentamiento de concreto.....	164
Figura 78 Evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento.....	166
Figura 79 curva de evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento.....	167
Figura 80 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³ sin someter a ciclos de congelamiento.....	168
Figura 81 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³ sin someter a ciclos de congelamiento.....	169
Figura 82 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³ sin someter a ciclos de congelamiento.....	170
Figura 83 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³ sin someter a ciclos de congelamiento.....	171
Figura 84 Evolución del concreto sometidos a ciclos de congelamiento.....	172
Figura 85 Interpretación del concreto normal - concreto con polipropileno y 204.3 ml/m ³ sometidos a ciclos de congelamiento.....	173
Figura 86 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³ sometidos a ciclos de congelamiento.....	174

Figura 87 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 175

Figura 88 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 176

Figura 89 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 177

Figura 90 Evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento..... 179

Figura 91 Curva de evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento 179

Figura 92 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento..... 180

Figura 93 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento..... 181

Figura 94 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento 182

Figura 95 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento..... 183

Figura 96 Evolución del concreto sometidos a ciclos de congelamiento..... 185

Figura 97 Curva de evolución del concreto sometidos a ciclos de congelamiento 185

Figura 98 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 186

Figura 99 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 187

Figura 100 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 188

Figura 101 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento 189

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.2 Consistencia de mezcla de concreto	24
Tabla 2.3 contenido de aire.....	32
Tabla 3.1 número de testigos para la determinación de la resistencia a la compresión simple	42
Tabla 3.4 Número de testigos para la determinación de la resistencia a la flexión sometido a ciclos de congelamiento.....	45
Tabla 3.5 determinación del slump.....	46
Tabla 3.6 Operacionalización general	48
Tabla 3.7 Operacionalización específico 01	49
Tabla 3.8 Operacionalización específico 02	49
Tabla 3.9 Operacionalización específico 03	50
Tabla 3.10 Operacionalización específico 04	50
Tabla 3.11 Coordenadas UTM cantera cutimbo	52
Tabla 3.12 Contenido de humedad, agregado fino.....	54
Tabla 3.13 Contenido de humedad, agregado grueso	54
Tabla 3.14 Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso	54
Tabla 3.15 Datos del ensayo de peso específico.....	57
Tabla 3.16 Resultados del peso específico y absorción del agregado fino	57
Tabla 3.17 Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso	59
Tabla 3.18 Resultado del peso específico y absorción del agregado grueso	59
Tabla 3.19 Peso unitario suelto del agregado fino.....	60
Tabla 3.20 Peso unitario compactado del agregado fino.....	60
Tabla 3.21 Peso unitario agregado grueso.....	61
Tabla 3.22 Peso unitario compactado del agregado grueso	61
Tabla 3.23 Granulometría del agregado fino	62
Tabla 3.24 Granulometría del agregado grueso.....	63
Tabla 3.25 Resistencia a la compresión promedio.....	65
Tabla 3.26 Volumen Unitario de agua.....	66
Tabla 3.27 Contenido de Aire atrapado	66
Tabla 3.28 Relación agua cemento a/c Condiciones.....	66
Tabla 3.29 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	67
Tabla 3.30 Diseño de mezcla final	69
Tabla 3.31 Diseño de mezclas para grupos de prueba.....	70
Tabla 3.32 Análisis estadístico: concreto normal - 7 días	84
Tabla 3.33 Análisis estadístico: concreto normal - 14 días	84
Tabla 3.34 Análisis estadístico: concreto normal - 28 días	85
Tabla 3.35 Análisis estadístico: concreto con 0.6 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire- 7 días.....	85
Tabla 3.36 Análisis estadístico: concreto con 0.6 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire- 14 días.....	86
Tabla 3.37 Análisis estadístico: concreto con 0.6 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire- 28 días.....	86
Tabla 3.38 Análisis estadístico: concreto con 1.2 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días	87
Tabla 3.39Tabla 3.38 Análisis estadístico: concreto con 1.2 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 día.....	87
Tabla 3.40 Análisis estadístico: concreto con 1.2 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días.....	88

Tabla 3.41 Análisis estadístico: concreto con 1.8 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días	88
Tabla 3.42 Análisis estadístico: concreto con 1.8 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 días	89
Tabla 3.43 Análisis estadístico: concreto con 1.8 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días	89
Tabla 3.44 Análisis estadístico: concreto con 2.4 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días	90
Tabla 45 Tabla 3.44 Análisis estadístico: concreto con 2.4 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 días	90
Tabla 3.46 Tabla 3.44 Análisis estadístico: concreto con 2.4 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días	91
Tabla 3.47 Análisis estadístico del CN sometido a ciclos de congelamiento – 7 días	91
Tabla 3.48 Análisis estadístico del CN sometido a ciclos de congelamiento – 14 días	92
Tabla 3.49 Análisis estadístico del CN sometido a ciclos de congelamiento – 28 días	92
Tabla 3.50 Análisis estadístico del CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días	93
Tabla 3.51 Análisis estadístico del CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días	94
Tabla 3.52 Análisis estadístico del CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días	94
Tabla 3.53 Análisis estadístico del CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días	95
Tabla 3.54 Análisis estadístico del CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento -14 días	95
Tabla 3.55 Análisis estadístico del CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días	96
Tabla 3.56 Análisis estadístico del CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días	97
Tabla 3.57 Análisis estadístico del CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días	97
Tabla 3.58 Análisis estadístico del CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días	98
Tabla 3.59 Análisis estadístico del CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días	98
Tabla 3.60 Análisis estadístico del CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días	99
Tabla 3.61 Análisis estadístico del CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días	99
Tabla 3.62 Análisis estadístico concreto normal - 7 días	100
Tabla 3.63 Análisis estadístico concreto normal - 14 días	100
Tabla 64 Análisis estadístico concreto normal - 28 días	101
Tabla 3.65 Análisis estadístico concreto con 0.6 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días	101
Tabla 3.66 Análisis estadístico concreto con 0.6 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 días	102
Tabla 3.67 Análisis estadístico concreto con 0.6 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días	102
Tabla 3.68 Análisis estadístico concreto con 1.2 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días	103
Tabla 3.69 Análisis estadístico concreto con 1.2 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 días	103
Tabla 3.70 Análisis estadístico concreto con 1.2 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días	104
Tabla 3.71 Análisis estadístico concreto con 1.8 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días	104
Tabla 3.72 Análisis estadístico concreto con 1.8 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 días	105
Tabla 3.73 Análisis estadístico concreto con 1.8 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días	105

Tabla 3.74 Análisis estadístico concreto con 2.4 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 7 días.....	106
Tabla 3.75 Análisis estadístico concreto con 2.4 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 14 días.....	106
Tabla 3.76 Análisis estadístico concreto con 2.4 kg/m ³ de polipropileno y 204.3 ml/m ³ de incorporador de aire - 28 días.....	107
Tabla 3.77 Análisis estadístico concreto normal sometido a ciclos de congelamiento - 7 días	107
Tabla 3.78 Análisis estadístico concreto normal sometido a ciclos de congelamiento - 14 días.....	108
Tabla 3.79 Análisis estadístico concreto normal sometido a ciclos de congelamiento - 28 días.....	108
Tabla 3.80 Análisis estadístico concreto con CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días.....	109
Tabla 3.81 Análisis estadístico concreto con CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días.....	109
Tabla 3.82 Análisis estadístico concreto con CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días.....	110
Tabla 3.83 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días.....	110
Tabla 3.84 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días.....	111
Tabla 85 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días.....	111
Tabla 3.86 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días.....	112
Tabla 87 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días.....	112
Tabla 3.88 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días.....	113
Tabla 3.89 Análisis estadístico concreto con CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - 7 días.....	113
Tabla 3.90 Análisis estadístico concreto con CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - 14 días.....	114
Tabla 3.91 Análisis estadístico concreto con CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - 28 días.....	114
Tabla 4.4 92 Comparación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas.....	178

ACRÓNIMOS

CN: Concreto Normal ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

CPAA (0.6): concreto con 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire.

CPAA (1.2): concreto con 1.2 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire.

CPAA (1.8): concreto con 1.8 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire.

CPAA (2.4): concreto con 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire.

CN, SCC: concreto normal sometido a ciclos de congelamiento

CPAA (0.6), SCC: concreto con 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire sometido a ciclos de congelamiento.

CPAA (1.2), SCC: concreto con 1.2 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire sometido a ciclos de congelamiento.

CPAA (1.8), SCC: concreto con 1.8 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire sometido a ciclos de congelamiento.

CPAA (2.4), SCC: concreto con 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire sometido a ciclos de congelamiento.

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto, kg/cm^2 .

R: Módulo de ruptura del concreto (Resistencia a la flexión), kg/cm^2 .

\bar{X} : Media aritmética muestral S^2 : Varianza.

S: Desviación estándar.

H_0 : Hipótesis nula o de trabajo

H_1 : Hipótesis alternativa o de investigación

α : Nivel de significancia.

t_p : Estadístico de prueba.

A°F°: Agregado fino.

A°G° : Agregado grueso

W%: Contenido de humedad

TM: Tamaño máximo del agregado.

TMN: Tamaño máximo nominal del agregado.

mf : Módulo de fineza del agregado fino.

mg: Módulo de fineza del agregado grueso.

a/c : Relación agua/cemento.

ACI: American Concrete Institute.

ASTM: American Society of Testing Materials.

NTP: Norma técnica peruana.

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo principal determinar la influencia del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido a ciclos de congelamiento en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. En la zona Altiplánica 2017, Las variables dependientes estudiadas fueron las propiedades del concreto, tales como la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad, (parámetros de relevancia en el concreto). Y la variable independiente la incorporación del polipropileno 0.6 kg/m^3 , 1.2 kg/m^3 , 1.8 kg/m^3 y 2.4 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire de 204.3 ml/m^3 para todos los grupos de diseño. Se realizó el diseño de mezclas por el método del comité 211 del Instituto Americano del Concreto tomándose como adecuado para la presente investigación. La resistencia a la compresión más alta obtenida en siete días (07) es de 183.57 kg/cm^2 incrementando (31.43%) con una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire a los catorce días (14) es de 216.10 kg/cm^2 incrementando (12.56%) con una dosificación de 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire y a los veintiocho días (28) es de 226.44 kg/cm^2 incrementando (6.34%) con una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire. La resistencia más alta obtenida a la compresión sometido a ciclos de congelamiento en siete días (07) es de 170.88 kg/cm^2 incrementando (50.09%) con una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire a los catorce días (14) es de 213.69 kg/cm^2 incrementando (48.07%) con una dosificación de 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire y a los veintiocho días (28) es de 218.19 kg/cm^2 incrementando (9.58%) con una dosificación de 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire. Respecto a la resistencia a la flexión más alta obtenida en siete días (07) es de 29.75 kg/cm^2 incrementando (36.59%) con una dosificación de 1.8 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire, a los catorce días (14) es de 30.81 kg/cm^2 incrementando (7.70%) con una dosificación de 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire y a los veintiocho días (28) es de 35.35 kg/cm^2 incrementando (11.28%) con una dosificación de 1.2 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire. La resistencia más alta obtenida a la flexión sometido a ciclos de congelamiento en siete días (07) es de 21.57 kg/cm^2 incrementando (40.96%) con una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire

a los catorce días (14) es de 26.34 kg/cm^2 incrementando (15.93%) con una dosificación de 1.8 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire y a los veintiocho días (28) es de 29.12 kg/cm^2 incrementando (15.83%) con una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire. La incorporación del polipropileno y el aditivo incorporador de aire en el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometidos a ciclos de congelamiento, mejora parcialmente la resistencia a la compresión y significativamente su resistencia a la flexión (Módulo de ruptura).

Palabras Clave: Concreto, polipropileno, aditivo incorporador de aire, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad.

ABSTRACT

The present investigation main objective of the research was to determine the influence of polypropylene and air-entraining additives subjected to freezing cycles in the concrete properties $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. In the Altiplánica 2017 area, the dependent variables studied were the properties of concrete, such as compressive strength, flexural strength, workability, (parameters of relevance in concrete). And the independent variable incorporating polypropylene 0.6 kg/m^3 , 1.2 kg/m^3 , 1.8 kg/m^3 and $2. \text{ kg/m}^3$ and air-entraining additive of 204.3 ml/m^3 for all design groups. The design of mixtures was carried out by the method of committee 211 of the American Concrete Institute, being considered as adequate for the present investigation. The highest compressive strength obtained in 7 days is 183.57 kg/cm^2 increasing (31.43%) with a dosage of 2.4 kg/m^3 of polypropylene and 204.3 ml/m^3 of air-entraining additive at 14 days is 216.10 kg/cm^2 increasing (12.56%) with a dosage of 0.6 kg/m^3 of polypropylene and $204. \text{ ml/m}^3$ of air-entraining additive and at 28 days is 226.44 kg/cm^2 increasing (6.34%) with a dosage of 2.4 kg/m^3 of polypropylene and 204.3 ml/m^3 of air-entraining additive. The highest resistance obtained to the compression subjected to cycles of freezing in 7 days is of 170.88 kg/cm^2 increasing (50.09%) with a dosage of 2.4 kg/m^3 of polypropylene and 204.3 ml/m^3 of air-entraining additive at 14 days is 213.69 kg/cm^2 increasing (48.07%) with a dosage of 0.6 kg/m^3 of polypropylene and 204.3 ml/m^3 of air-entraining additive and 28 days is 218.19 kg/cm^2 increasing (9.58%) with a dosage of 0.6 kg/m^3 of polypropylene and 204.3 ml/m^3 of air-entraining additive. and at 28 days is 218.19 kg/cm^2 increasing (9.58%) with a dosage of 0.6 kg/m^3 of polypropylene and 204.3

ml/m³ of air-entraining additive. Regarding the highest resistance to bending obtained in 7 days is 29.75 kg/cm² increasing (36.59%) with a dosage of 1.8 kg/m³ of polypropylene and 204.3 ml/m³ of incorporating additive of air, at 14 days is 30.81 kg/cm² increasing (7.70%) with a dosage of 0.6 kg/m³ of polypropylene and 204.3 ml/m³ of air-entraining additive and at 28 days is of 35.35 kg/cm² increasing (11.28%) with a dosage of 1.2 kg/m³ of polypropylene and 204.3 ml/m³ of air-entraining additive. The highest resistance obtained to the flexion subjected to cycles of freezing in 7 days is of 21.57 kg/cm² increasing (40.96%) with a dosage of 2.4 kg/m³ of polypropylene and 204.3 ml/m³ of air-entraining additive at 14 days is 26.34 kg/cm² increasing (15.93%) with a dosage of 1.8 kg/m³ of polypropylene and 204.3 ml/m³ of air-entraining additive and 28 days is 29.12 kg/cm² increasing (15.83%) with a dosage of 2.4 kg/m³ of polypropylene and 204.3 of ml/m³ of air-entraining additive.

Keywords: Concrete, polypropylene, air-entraining additive, compressive strength, flexural strength, workability.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Cuando el concreto se congela el agua libre se convierte en hielo aumentando su volumen que en estado sólido rompe la débil adherencia entre las partículas del concreto, si aún no se ha iniciado el proceso de endurecimiento. Asimismo, debido a las bajas temperaturas se produce una disminución de la actividad o reacción química, para el proceso de endurecimiento del concreto el cual puede llegar a disminuir notablemente. Por todos estos motivos los ciclos de congelamiento y deshielo, pueden afectar gravemente la calidad final del concreto aun cuando se haya iniciado el proceso de endurecimiento. Los climas fríos y muy secos afectan el concreto originando el secado, principalmente de su superficie. La resistencia mínima para que no se produzcan reducciones significativas en la resistencia a compresión y resistencia a la flexión.

Los climas extremos en zonas altiplánicas de la región Puno, con temperaturas muy bajas en invierno en especial en los meses de mayo, junio y Julio someten al concreto a ciclos de congelamiento y deshielo, fundamentalmente cuando estas estructuras no están protegidas ni impermeabilizadas frente a la penetración de agua.

El refuerzo del concreto mediante la adición de fibras durante el amasado del mismo es una técnica que se ha implantado desde hace varias décadas encontrando diversas aplicaciones dentro del campo de los concretos estructurales y que actualmente sigue siendo objeto de estudio de numerosos investigadores, produciendo un gran avance en la industria de la construcción. Desde la década de 1930 se descubrió que la incorporación de una verdadera constelación de esferas o burbujas de aire en el interior del concreto aumentaba de manera espectacular la durabilidad del concreto frente al ataque de hielo - deshielo. Este fenómeno es particularmente visible en estructuras con una relación superficie/volumen alto, es decir pisos y pavimentos.

Ante las situaciones mostradas en los párrafos anteriores, el fin último de esta investigación, es realizar un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionado con fibras de polipropileno y aditivos incorporadores de aire para así poder determinar su influencia en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$ sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo.

1.2. Hipótesis de la Investigación

1.2.1. Hipótesis General.

- ✓ La incorporación de las fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mejora significativamente las propiedades sometido a ciclos de congelamiento.

1.2.2. Hipótesis Específicos.

- ✓ El concreto con adición de fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire es más resistente a compresión que el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ convencional.
- ✓ El concreto con adición de fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido a ciclos de congelamiento es más resistente a compresión que el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ convencional sometido a ciclos de congelamiento.
- ✓ El concreto con adición de fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido a ciclos de congelamiento es más resistente a flexión que el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ convencional sometido a ciclos de congelamiento.
- ✓ El concreto con adición de fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire mejora la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.3. Justificación del Proyecto

La razón por la que se realizara esta investigación es que, en nuestra región de Puno al estar ubicado por encima del 3800 m.s.n.m muestra un ambiente muy peculiar no solamente en invierno se presentan heladas intensas donde afecta de manera considerable a la resistencia del concreto sino también se presentan gradientes térmicos (variación de temperaturas) muy altos en un mismo día. El concreto, aunque es un material bastante resistente, no es invulnerable a los efectos del medio ambiente en el que se encuentre. El efecto prolongado de deterioro de los diferentes agentes o acciones sobre las estructuras de concreto ocasiona un descenso en los tiempos o períodos de vida útil y de servicio de las mismas.

La importancia de este trabajo es que realizando ensayos y los análisis que se desprenden de él, se podrá caracterizar los efectos físicos, superficiales y variación de la resistencia a compresión, en el concreto producto del medio de las acciones de hielo-deshielo y establecer si la incorporación de fibras de polipropileno e incorporador de aire favorece la disminución de éstos.

1.4. Objetivo del Estudio

1.4.1. Objetivo General

- ✓ Determinar la influencia del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento en las propiedades del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Determinar la resistencia a compresión del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que tienen incorporado fibras de polipropileno y los incorporadores de aire.
- ✓ Determinar la resistencia a compresión del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que tienen incorporado fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometidos a ciclos de congelamiento.
- ✓ Determinar la resistencia a flexión del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que tienen incorporado fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometidos a ciclos de congelamiento.
- ✓ Determinar la trabajabilidad del concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con incorporación de fibras de polipropileno y los aditivos incorporadores de aire.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

El Concreto Siendo el concreto objeto de estudio de la presente tesis, es necesario conceptualizarlo, así como también los factores que afectan su desarrollo y las propiedades del mismo.

El concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia. (Abanto Castillo, 1995)

El cemento y el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados, constituyendo un material heterogéneo, algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto. (Abanto Castillo, 1995).

2.1. Componentes del Concreto

2.1.1. Cemento

Es un producto comercial de fácil adquisición el cual cuando se mezcla con agua, ya sea solo en combinación con arena, piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida. (Abanto Castillo, 1995).

2.1.2. Agregados

Es el conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto; ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto. (Riva Lopez , 2000).

2.1.3. Propiedades Físicas

Los ensayos realizados nos permiten conocer las propiedades físicas del agregado y diseñar un concreto aceptable, las condiciones de los ensayos ponen a prueba a los agregados, su respuesta condiciona y pronostica su comportamiento durante el vaciado y en el concreto terminado. Los ensayos normalizados por la ASTM-C33 están descritos en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Propiedades físicas de los agregados para su aceptabilidad

Ensayo - Norma	ASTM	NTP	AASHTO
A. Análisis Granulométrico - Agregado Grueso	C136	400.012	T27
B. Peso Unitario	C29	400.017	T19
C. Desgaste de Agregado - Método de los Ángeles	C131	400.019	T96
D. Gravedad Específica y Absorción.	C127	400.021	T81

Fuente: Norma, American Society for Testing and Materials - ASTM, Norma Técnica Peruana - NTP, y la Norma American Association of State Highway and Transportation Officials – ASSHTO

2.1.4. Análisis Granulométrico Agregado Grueso

Granulometría es la distribución por tamaños del agregado por medio del tamizado, que consiste en pasar el material a través de mallas de diferentes aberturas; estas son: 1", ¾", 1/2", 3/8", y #4 para agregados gruesos, con el peso de material retenido en cada malla, se obtiene el porcentaje retenido, así como, el porcentaje de material pasante en cada malla y se tiene el porcentaje de material retenido respecto al total de la muestra. Las Normas ASTM C136, AASHTO T27 y NTP 400.012, indican el procedimiento para desarrollar el análisis granulométrico de los agregados gruesos, cada gradación es representada por una medida numérica a la que se denomina huso granulométrico. (Riva Lopez , 2000); (C136, 2018); (T27, 2015).

2.1.5. Uso Granulométrico

Es el número de medida que se le asigna a la gradación del agregado cuando la distribución granulométrica calculada se encuentra dentro de los parámetros establecidos según la norma ASTM C33, en la cual se inicia la identificación a partir del tamaño máximo nominal y del porcentaje retenido acumulado que tiene el agregado estudiado, e indica los límites máximos y mínimos para su clasificación. (Riva Lopez , 2000).

2.1.6. Agua

El agua que debe ser utilizada para la producción de concreto debe satisfacer los requisitos de la norma NTP 339.088, y ASTM C 109M. Considerándose como referente principal, la idoneidad del agua potable ASTM (339.088, 2012, pág. 11); (C109, 2005).

2.1.7. Propiedades del Concreto

2.1.7.1. Propiedades en Estado Fresco

2.1.7.1.1. Trabajabilidad

Se entiende por trabajabilidad aquella propiedad del concreto al estado no endurecido, la cual determina su capacidad para ser manipulado transportado, colocado y consolidado

adecuadamente con un mínimo trabajo y máximo de homogeneidad, así como para hacer acabados sin que se presente segregación

La trabajabilidad es una propiedad que no es censurable dado que está referida a las características del perfil del encofrado a la cantidad y distribución del acero del refuerzo y elementos embellidos y el procedimiento para compactar el concreto.

Sin embargo, para facilidad de trabajo y de selección de proporciones de mezcla, se reconoce que tiende relación con contenido del cemento en la mezcla; con las características granulométricas, relación de los agregados fino y grueso y proporción del agregado en la mezcla con la cantidad de agua y aire en la mezcla con la presencia de aditivos y con las condiciones ambientales.

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado "colocado" compactado y acabado sin regresión durante estas operaciones.

También podemos mencionar que la **consistencia** está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada.

(Riva López, 1992)

La consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua utilizada, el equipo necesario para realizar la consistencia del concreto consiste en un tronco de cono, los dos círculos de las bases son paralelos entre si midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm. (Abanto Castillo, 1995)

2.1.7.1.2 Durabilidad

En cuanto el ACI define la **durabilidad** del concreto de cemento Portland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto.

Tabla 1.2 Consistencia de mezcla de concreto

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy Trabajable	Chuseado

Fuente: Flavio Abanto Castillo, "Tecnología del concreto", Pág. 49.

2.1.7. Propiedades En Estado Endurecido

2.1.7.1. Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión puede ser definida como la máxima medida de resistencia que ofrece un espécimen de concreto a una carga axial. Esta se determina de acuerdo a lo estipulado en la norma (ASTM C39).

2.1.7.2. Resistencia a la Flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio). El Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales dados y el diseño de mezcla. El Módulo de Rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en alguna ocasión tanto como en un 15%. (Association, 1991).

2.1.8. Polipropileno

2.1.8.1. Definición

El polipropileno es un termoplástico semicristalino, que se produce polimerizando propileno en presencia de un catalizador estéreo específico. El polipropileno tiene múltiples aplicaciones, por lo que es considerado como uno de los productos termoplásticos de mayor desarrollo en el futuro. Es un producto inerte, totalmente reciclable, su incineración no tiene ningún efecto contaminante, y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental. Esta es una característica atractiva frente a materiales alternativos.

2.1.9. Propiedades del Polipropileno

2.1.9.1. Propiedades Físicas

- La densidad del polipropileno, está comprendida entre 0.90 y 0.93 gr/cm³. Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.

- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar
- Posee alta resistencia al impacto.

2.1.10. Aplicaciones del Polipropileno

Hoy en día el polipropileno es uno de los termoplásticos más vendidos en el mundo, con una demanda anual estimada de 40 millones de toneladas. Sus incrementos anuales de consumo han sido próximos al 10% durante las últimas décadas, confirmando su grado de aceptación en los mercados.

La buena acogida que ha tenido ha estado directamente relacionada con su versatilidad, sus buenas propiedades físicas y la competitividad económica de sus procesos de producción. Varios puntos fuertes lo confirman como material idóneo para muchas aplicaciones:

- Baja densidad.
- Alta dureza y resistente a la abrasión.
- Alta rigidez.
- Buena resistencia al calor.
- Excelente resistencia química.
- Excelente versatilidad.

Por la excelente relación entre sus prestaciones y su precio, el polipropileno ha sustituido gradualmente a materiales como el vidrio, los metales o la madera, así como polímeros de amplio uso general, pudiendo usarse en:

- Fabricación de Sacos (Polipropileno tejido).
- Fabricación de Bolsas.
- Utensilios domésticos.
- Botellas de diferentes tipos.
- Embalajes.
- Fibras.
- Tubos, etc

2.1.11. Aditivos

Un aditivo es el componente que introducido en pequeñas cantidades en el concreto inmediatamente antes o durante el mezclado, con el objeto de modificar alguna o varias

de sus propiedades ya sean temporal o permanente durante su estado fresco o endurecido. Deben cumplir con las especificaciones dadas por la norma ASTM, las recomendaciones ACI o la norma (NTP 339.086 – 2015)

2.1.11.1. Aditivo Incorporador de Aire

Aditivo que permite incorporar durante el amasado una cantidad determinada de burbujas de aire, uniformemente repartidas, que permanecen después del endurecimiento.

El aditivo inclusor de aire permite generar durante el mezclado del concreto un sistema de pequeñas burbujas de 0.025 a 0.1 mm espaciadas uniformemente en toda la masa del concreto. El sistema de burbujas provee al concreto de una resistencia especial contra el intemperismo, en particular protege al concreto del deterioro producido por las heladas o los ciclos de congelamiento y deshielo, por esta razón se dice que el aire introducido mejora la durabilidad del concreto. La cantidad de aire que se debe introducir depende de la protección deseada, en el caso de la protección contra el problema de congelamiento-deshielo se emplea de 4 a 6% de aire en volumen. La cantidad de aditivo que se debe usar depende de la cantidad de aire a introducir, esto también depende de la marca y del tipo de producto químico, para el caso de la resina vinsol, uno de los aditivos más comunes, se puede emplear de 0.5 a 2 ml. por cada kilogramo de cemento para proporcionar la protección contra el congelamiento-deshielo (SIKA, 2014)

El aditivo inclusor de aire se ha empleado con éxito en concretos donde se desea mejorar la trabajabilidad, y la resistencia al interperismo, especialmente en concretos con consistencias secas como el empleado en la pavimentación, aquí el propósito es hacer más fluida la mezcla sin detrimento en la resistencia, por lo que las cantidades de aditivo que se emplean son bajas y no preocupa que al final del trabajo el sistema de burbujas haya desaparecido (se va desintegrando en el manejo del concreto).

La eficiencia de algunos aditivos inclusores de aire se disminuye cuando se emplean cenizas volantes en la elaboración del concreto, esto se debe a que la ceniza es un polvo fino que rompe las burbujas durante el mezclado y el manejo, en estos casos se acostumbra emplear dosis más generosas del aditivo. En la actualidad ya existen inclusores de aire que no son tan sensibles a la presencia de las cenizas, además de que al combinarlos con algún reductor de agua o reductor-retardador se puede disminuir la dosis del inclusor de aire.

Efectos

La incorporación de aire en el hormigón produce diversos efectos sobre éste, tanto mientras se mantiene en estado plástico como cuando ya ha endurecido. Debe señalarse que el efecto principal buscado con el uso de los incorporadores de aire es el aumento de la resistencia del hormigón frente a los ciclos alternados de hielo-deshielo, que pueden producirse en los períodos en que las temperaturas ambientes descienden bajo 0 °C, caso en el cual su empleo debe considerarse imprescindible. Sin embargo, la incorporación de aire tiene también otros efectos secundarios de importancia, algunos de características favorables para el uso del hormigón. (Arcos Hainaut, 1976)

Congelamiento en el Concreto

En climas fríos la exposición del concreto a ciclos de congelamiento y deshielo es una prueba severa para el material, y es obvio que si se tratará de un concreto de baja calidad seguramente fallará. Por otro lado estudios sobre concreto en climas con las características antes mencionadas demuestran que un concreto con aire incorporado el cual es adecuadamente dosificado, mezclado, colocado, acabado y curado, casi siempre resistirá al congelamiento cíclico durante muchos años.

Para tener mejor comprensión en los términos indicados, se conceptualiza de la siguiente forma:

Hielo

Es aquel Cuerpo sólido y cristalino en que se convierte el agua por el descenso de la temperatura por debajo de los 0°C.

Llamamos hielo al agua que se encuentra en estado sólido como consecuencia del elevado descenso de la temperatura a la que estuvo sometida, es decir, el hielo es el agua congelada.

Deshielo

Es aquel proceso en el cual de un estado sólido cambia a otro estado, es un fenómeno natural que puede responder tanto a causas naturales como artificiales. El deshielo se da básicamente a partir del aumento de temperatura.

Efecto Frente a los Ciclos Alternados de Hielo-Deshielo

Cuando existen bajas temperaturas ambiente que conducen a procesos de hielo y deshielo alternativos, las burbujas de aire incorporado en el hormigón actúan como cámaras de expansión frente al aumento de volumen que experimenta el agua al transformarse en

hielo. Ello permite reducir las presiones hidráulicas y, con ello, las tensiones internas que se originan por este motivo, impidiendo así el deterioro progresivo que se produciría en un hormigón que no contenga aire incorporado. (Arcos Hainaut, 1976)

Efecto sobre la Trabajabilidad del Concreto

Las burbujas de aire formadas en el hormigón fresco actúan al mismo tiempo como un fluido, aumentando su docilidad, y como un inerte, ya que, por su tamaño, equivalen a partículas de tamaño inferior a 2 mm, con la ventaja de tener un mejor coeficiente de forma, de ser elásticas y deformables, lo que les permite deslizarse sin rozamiento. (Arcos Hainaut, 1976)

Efecto Sobre la Impermeabilidad

En el concreto endurecido, las micro burbujas producidas por el aditivo incorporador de aire se interponen en la red de canalículos interna que existe en todo el concreto, lo cual permite limitar la ascensión de agua por capilaridad, el cual no permitirá el ingreso de agua al concreto, por ende, no se producirá los efectos de hielo y deshielo.

El concreto resultante es, en consecuencia, más impermeable e, indirectamente, por ello más resistente a la acción de agentes agresivos. (Arcos Hainaut, 1976)

2.1.12. Colocación Del Concreto En Climas Fríos

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.060 en la sección 5.12 define al clima frío “se considera clima frío a aquel en que, en cualquier momento del vaciado la temperatura ambiente pueda estar por debajo de 5°C. (RNE-E, 2016)

Según la norma ACI 306, Cold Weather Concreting, en la sección 1.2 definiciones indica “un periodo donde, por más de tres días (03) consecutivos existen las siguientes condiciones: la temperatura promedio diaria del aire es menor a 5°C; la temperatura del aire no es mayor a 10°C durante más de la mitad de un periodo cualquiera de 24 horas” (ACI, 1998)

2.1.12. El clima en la región de Puno.

Las temperaturas en la región de Puno durante todo el año son bajas para aquellos lugares que están ubicados por encima de los 3800 m.s.n.m., que según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMI, 2013) indica que las temperaturas más bajas se dieron en Mazocruz (-23.4°C) y la menos baja en Huaraya-Moho (-4.4°C); a este fenómeno de temperaturas extremas se le conoce como heladas, que son inferiores a 0°C.

Manarelli (1988), analiza las heladas meteorológicas, encontrando como resultado que la zona cercana al lago muestra un retraso en la aparición de las primeras heladas (5 de mayo) en comparación a las zonas más alejadas; igualmente, un adelanto en la aparición de las últimas heladas (27 de octubre) y un mayor periodo libre de heladas, por la acción termo-reguladora del lago (SENAMI, 2013). El análisis de la información climatológica indica que durante todos los años persiste el peligro de heladas.

En el caso de la ciudad de Puno el clima es semi-seco y bastante frío donde las primeras heladas se dan en el mes de mayo, pero no son tan bajas como las ciudades que están en la misma altitud sobre el nivel del mar; esto debido a la acción termo-reguladora que ejerce el lago Titicaca.

2.1.13. Evaluación de las Temperaturas Máximas Y Mínimas en el Año 2017 de la Ciudad de Puno.

En lo que va de la presente temporada, la región Puno ha registrado 18 grados bajo cero como su temperatura más baja. Fue el pasado 26 de mayo en el poblado de Mazocruz, capital del distrito de Santa Rosa, provincia de El Collao.

Así, el (SENAMI, 2013)- Puno reportó que las temperaturas mínimas en la región oscilan entre los 8 y 17 grados bajo cero. Estas condiciones afectan a las zonas más altas de los distritos de Capaso, Ananea y Macusani, respectivamente en las provincias de El Collao, San Antonio de Putina y Carabaya.

Mazocruz, localizado a 4,100 metros sobre el nivel del mar, es la localidad más fría del Perú, al igual que Challapalca, en Tacna.

"Mazocruz es una zona de altiplanicie influenciada por los vientos del sur, cuyas características son un clima frío y seco. Hoy este poblado amaneció con nubes, alcanzando -13.4 grados", manifestó Sixto Flores, jefe regional del (SENAMI, 2013).

La temperatura más baja en la región Puno se registró en junio de 1993. Fue de 20. 7 grados bajo cero en Maso cruz.

2.1.14. Normativa de los Ensayos de Ciclos de Congelamiento y Deshielo

Existen diversas normas y métodos de ensayos desarrollados con el fin de evaluar la resistencia del concreto frente a los ciclos de congelamiento y deshielo. Estos métodos presentan distintas características, tanto en el método de ensayo como en la evaluación del daño. Los tipos de daño son el interno y externo.

Cabe recalcar que, los métodos de ensayo no intentan proporcionar una medida cuantitativa de la duración en servicio que puede esperarse para un determinado hormigón (concreto). Simplemente se utilizan para determinar los efectos de las variaciones de la composición y características del hormigón en la congelación y el deshielo. También se utilizan para verificar el comportamiento de áridos (agregados) de durabilidad cuestionable frente a la congelación y deshielo.

2.1.14.1. Norma ASTM C 666

“Standard Test Method for Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing”.

Es un método para probar la resistencia del concreto enfrente a ciclos rápidos de hielo-deshielo comprendidos entre 4°C y -18°C que se completara entre 2 y 5 horas según dos métodos que se identifican como A y B. En el primer procedimiento la congelación de la muestra es sumergida en el agua mientras que en el segundo la congelación de la muestra está en el aire, pero, el descongelamiento en ambos casos se realiza en agua. El procedimiento A limita como máximo el tiempo para la descongelación en el 25% del tiempo total, en el procedimiento B se limita en 20%. la muestra se ensaya hasta llegar a los 300 ciclos de hielo-deshielo o hasta que el módulo de elasticidad se reduce al 60% de su valor original. Se obtiene así un “factor de durabilidad” (ASTM C 666).

2.1.14.2. Norma ASTM C 672

“Standard Test Method for Scaling Resistance of Concrete Surfaces Exposed to Deicing Chemicals”

El objetivo principal de este método es determinar la Resistencia de la superficie del concreto sometido a ciclos de hielo deshielo en presencia de productos químicos para la descongelación. La evaluación cualitativa de la resistencia se realiza mediante el examen visual. Este método puede usarse para evaluar el efecto de la dosificación, el tratamiento de la superficie, el curado y otras variables de la resistencia.

Las probetas se congelan entre 16 y 18 horas, luego se almacenan en el laboratorio al aire con temperatura aproximadamente $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa del 45 a 55% durante 6 a 8 horas, para su descongelación. Si es necesario se añade agua después de cada ciclo para mantener la profundidad apropiada de la solución. Se repite este ciclo diariamente y se limpian la superficie de las probetas al final de cada cinco (05) ciclos con una brocha. Se cambia la solución después de realizar un examen visual (ASTM C672).

2.1.14.3. Norma Peruana

En nuestro país no existe una norma de ensayo para determinar la resistencia de concreto sometidos a ciclos de congelamiento y deshielo, sin embargo en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la norma E.060 indica una serie de requisitos para satisfacer la durabilidad del concreto a ciclos de congelamiento y deshielo (RNE-E, 2016).

Tabla 2.3 contenido de aire

Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Contenido de aire (%)	
	Exposición severa	Exposición moderada
9.50	7.50	6.00
12.50	7.00	5.50
19.00	6.00	5.00
25.00	6.00	4.50
37.50	5.50	4.50
50.00	5.00	4.00
75.00	4.50	3.50

Fuente RNE E-060

Tabla 2.4 exposición del concreto

Condición de exposición	Relación máx. a/c	F'c min. (Mpa)
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad	0.5	28
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes	0.45	31
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, aguas alobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen	0.4	35

Fuente RNE E-060

2.1.15. Análisis Estadístico y Prueba de Hipótesis

2.1.15.1. Análisis Estadístico

Definiremos cuales son las herramientas estadísticas clásicas utilizadas en el control de calidad de materiales elaborados de manera masiva. Se presentan algunas definiciones de términos básicas, que son las siguientes:

Sujeto, es el objeto de investigación; el cual puede ser animado o inanimado. Personas, objetos, medidas, etc., son ejemplos de sujetos.

Población, conjunto de sujetos que poseen una característica común observable. El investigador debe definir la población en estudio; la cual puede ser tan pequeña como se quiera.

Muestra, es un conjunto de sujetos tomados de una población. Ya que la muestra es arte de una población, se debe tener cuidado que sea representativo de la población, es decir que las características esenciales de la población estén reflejadas en la muestra.

Variable, característica de los sujetos que puede tomar valores diferentes. Las variables a estudiar son las variables discretas y las continuas. Las discretas tienen como caracteriza la existencia de saltos o discontinuidades entre un valor y otro; además puede tomar sólo valores enteros finitos o contables. Las continuas pueden tomar todos los valores posibles dentro de un intervalo dado.

Parámetro, son valores constantes que definen una población. Los parámetros suelen notarse con letras griegas (μ , σ).

Estadística, es una ciencia cuyo método consiste en recopilar, presentar, analizar e interpretar datos numéricos extraídos de hechos reales e inferir de ellos, conclusiones lógicamente aceptables. Si el objetivo es el análisis de la información de una muestra o una población, sin que ello implique alguna relación con otras muestras o poblaciones, la estadística es descriptiva. Pero si se utiliza para inducir información referente a otra(s) muestra(s) o población(s), la estadística es inferencial.

2.1.16. Definiciones de Conceptos Estadísticos

A continuación, definiremos los elementos estadísticos y empezaremos según como se desarrollará el análisis estadístico:

Rango de datos (R)

Es la diferencia entre el máximo y mínimo valor de un conjunto de datos.

$$R = X_{\text{máx.}} - X_{\text{mín.}}$$

Número de intervalos clases (K)

Está relacionado con la cantidad (n) de datos de la muestra se calcula con la fórmula de Sturges definida por:

$$k = 1 + 3.322 \log(n)$$

Por lo general se recomienda que el número de intervalos este entre 5 y 15.

Tamaño de intervalo de clase (C)

Se utiliza la siguiente relación $c = \frac{Rx}{k}$

Intervalos de clase

Deben cumplir la condición de que el valor más bajo de los

Datos es el límite inferior del intervalo, a este se agrega el valor del tamaño de intervalo de clase (C) para obtener el límite superior del intervalo.

- $L = [Li, Ls >$
- $Li = X_{min}$
- $Ls = X_{min} + c$

Las marcas de clase, es el valor medio de cada intervalo de clase:

$$Xi = \frac{Li + Ls}{2}$$

Frecuencia absoluta de clase (f_i), es el número de observaciones del conjunto original que pertenecen a cada intervalo.

Frecuencia absoluta acumulada de clase (Fi), es la sumatoria de las frecuencias de clase en cada intervalo de clase.

2.1.16.1. Medidas de Variación o Dispersión

Las medidas de variación o dispersión están relacionadas con las medidas de tendencia central, ya que lo que pretende es cuantificar como de concentrados o dispersos están los datos respecto a estas medidas. Nos limitaremos a dar medidas de dispersión asociadas a la media.

2.1.16.2. Media Aritmética

Es el promedio aritmético de todos los resultados de los ensayos.

$$\bar{X} = \frac{f_1 \cdot x_1 + f_2 \cdot x_2 + f_3 \cdot x_3 + \dots + f_n \cdot x_n}{n}$$

2.1.16.3. Mediana (UM).

La segunda medida de tendencia central de un conjunto de números es la mediana. Su característica principal es que divide un conjunto ordenado en dos grupos iguales; la mitad de los números tendrá valores que son menores que la mediana, y la otra mitad alcanzará valores mayores que ésta. Para encontrar la mediana primeramente es necesario ordenar los valores (generalmente de menor a mayor). Posteriormente se deberá separar la mitad de los valores para obtener la mediana.

$$um = Lm + \left[\frac{\frac{n}{2} - F_{m-1}}{f_m} \right] * Cm$$

Donde:

- Lm : Límite inferior del intervalo de clase de la Mediana.

- n : Número total de datos.
- Fm-1 : Frecuencia acumulada del intervalo de clase que antecede al intervalo de la mediana.
- fm : Frecuencia absoluta del intervalo de clase de la Mediana.
- Cm : Ancho del intervalo de clase de la mediana.

2.1.16.4. Moda (UO).

La moda es una medida de tendencia central que indica cuál es la puntuación, categoría o modalidad que más se repite en el conjunto de medidas.

$$u_o = L_o + \left[\frac{f_o - f_{o-1}}{(f_o - f_{o-1}) + (f_o - f_{o+1})} \right] * C_o$$

Donde:

- Lo: Extremo inferior del intervalo modal (intervalo que tiene mayor frecuencia absoluta).
- fo : Frecuencia absoluta del intervalo modal.
- Fo-1: Frecuencia absoluta del intervalo anterior al modal.
- Fo+1: Frecuencia absoluta del intervalo posterior al modal.

Co: Ancho del intervalo de clase de la moda

2.1.16.5. La Varianza

Cuando la población es finita y está formado por “n” valores, la varianza se define:

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

2.1.16.6. La Desviación Estándar

Es la raíz cuadrada de la varianza y nos indica que tan dispersos están los resultados de la media aritmética.

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

Tabla 2.5 Norma para el control del concreto con relación a la variación total

Desviación estándar para diferentes Grados de control, en (Kg/cm)				
excelente	muy bueno	bueno	aceptable	pobre
Pruebas de control de campo (en obra o en planta)				
<25	De 25 a 35	De 35 a 40	De 40 a 5	>50
Mezclas de prueba en el laboratorio				
<15	De 15 a 17	De 17 a 20	De 20 a 25	>25

Fuente: ACI 704.

2.1.16.7. Coeficiente de Variación

Es la división entre la desviación estándar y la media aritmética de las muestras, expresado en porcentaje. También conocida como coeficiente de variación existente entre la desviación estándar y la media, esta medida indica que entre mayor porcentaje de variación es mayor la dispersión.

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100\%$$

Tabla 2.6 Norma para el control del concreto con relación a la variación dentro de la prueba

Coeficiente de variación para diferentes Grados de control (%)				
exelente	muy bueno	bueno	aceptable	pobre
Pruebas de control de campo (en obra o en planta)				
<3	De 3 a 4	De 4 a 5	De 5 a 6	>6
Mezclas de prueba en el laboratorio				
<2	De 2 a 3	De 3 a 4	De 20 a 25	>5

Fuente: ACI 704

2.1.16.8. Distribución Normal

La distribución normal es la piedra angular de la teoría estadística moderna, es utilizada para describir el comportamiento aleatorio de muchos procesos que ocurren en la naturaleza y acciones de los humanos.

Si graficáramos los resultados de laboratorio de las pruebas a compresión de una cantidad significativa de muestras de concreto, los resultados numéricos de estas, formaran un patrón que se agrupan alrededor de un valor central o grafico de distribución normal o más conocido como campana de Gauss. Es por eso que la distribución normal encaja adecuadamente para hacer análisis de confiabilidad y control de calidad del concreto.

$$F(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-u)^2}{2S^2}}$$

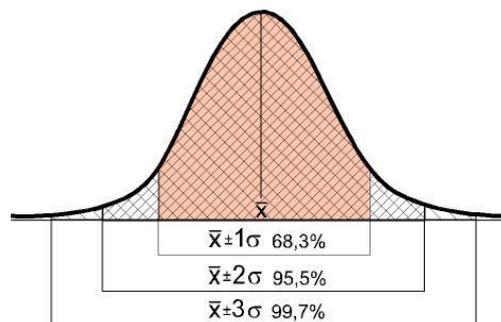


Figura 1 Distribución normal

2.1.17. Cálculo de la Distribución F

Sirve para comparar la homogeneidad las varianzas de dos o más poblaciones.

La comparación de varianzas para dos poblaciones, cuyas hipótesis serán de la siguiente manera:

- $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$
- $H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

Las hipótesis nula y alternativa son:

H_0 : Todas las proporciones de la población son iguales.

H_1 : No todas las proporciones de la población son iguales.

Si S_1^2 con S_2^2 son las varianzas muestrales de dos muestras aleatorias de tamaños n_1 n_2 , tomadas de dos poblaciones distribuidas normalmente e independiente que tienen la misma varianza, entonces, el test no se basa en la diferencia entre estas varianzas sino en un cociente

2.1.19. Las Hipótesis Pueden Ser De

a) Hipótesis de dos colas

Recibe también el nombre de prueba bilateral, debido a que es importante detectar diferencias a partir del valor hipotético de la media μ_0 que se encuentre en cualquier lado de μ_0 . en una prueba de este tipo, la región crítica se separa en dos partes, con (usualmente) la misma probabilidad en cada cola de la distribución de la estadística de prueba.

- $H_0: \mu \leq \mu_0$
- $H_1: \mu > \mu_0$

2.1.20. Prueba de hipótesis.

Una hipótesis es una conjetura o aseveración de una o más poblaciones. En la mayoría de procesos no es posible trabajar con toda la población y por tanto se realizan los estudios utilizando muestras, es decir, se plantea una proposición, después con los datos obtenidos se toma una decisión entre aceptar o rechazar una proposición sobre algún parámetro. Esta proposición recibe el nombre de hipótesis, y el procedimiento de toma de decisión sobre la hipótesis se conoce como prueba de hipótesis.

Las hipótesis estadísticas que estudiaremos son: la hipótesis nula, la cual es la que se plantea, con la esperanza de ser rechazada y se denota por H_0 ; y la hipótesis alterna la cual es la que se acepta una vez rechazada la nula, y se denota por H_a . La hipótesis nula de un parámetro de una población se enuncia de manera que especifique un valor exacto del parámetro, en tanto que la alterna permite la posibilidad de muchos valores.

Para poder realizar la prueba de hipótesis se debe tener en cuenta 6 pasos:

1. IDENTIFICAR EL PARÁMETRO DE INTERÉS.

Es decir, en base a que parámetros se va a evaluar la hipótesis, pudiendo ser este parámetro la media “ μ ” de la Población.

2. ESTABLECER LA HIPÓTESIS NULA (H_0).

La hipótesis nula no tiene alternativas de cambio, está basada en un solo valor, generalmente se construye esta hipótesis como una igualdad. Por ejemplo, $H_0: \mu_1 = \mu_2$.

3. ESPECIFICAR UNA APROPIADA HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H_a).

Existen dos clases de hipótesis alternativa: Hipótesis bilaterales: En casos donde sea importante comprobar diferencias con el valor μ_1 que está por la misma probabilidad tanto al lado derecho como izquierdo de la distribución T de Student. Las hipótesis bilaterales se utilizan cuando la conclusión que se quiere obtener no implica ninguna dirección específica y la respuesta será “no es igual a”. Hipótesis unilaterales: Donde $H_a: \mu_1 < \mu_2$, que significa que la región crítica se encuentra en la cola inferior de la distribución T de Student o plantear $H_a: \mu_1 > \mu_2$, que significa que la región crítica se encuentra en la cola superior de la distribución normal del estadístico de prueba. Las hipótesis unilaterales se utilizan cuando las proposiciones planteadas deben ser respondidas como “mayor que”, “menor que”, “superior a”, etc.

4. SELECCIONAR EL NIVEL DE SIGNIFICANCIA.

Los niveles de significancia más recomendados son:

$\alpha = 0.05$ con 95% de probabilidad de certeza.

$\alpha = 0.01$ con 99% de probabilidad de certeza.

5. ESTABLECER UN ESTADÍSTICO DE PRUEBA.

El estadístico de prueba nos va a permitir rechazar o aceptar la hipótesis planteada en función al valor que se obtenga y al nivel de significancia, es decir si este valor del estadístico de prueba está bien ubicado en la región crítica entonces la decisión que se tome será más real.

Para los casos en que se tienen 2 poblaciones en estudio, entonces el estadístico de prueba será:

$$Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Dónde:

- u_1 : Media de la distribución del concreto normal.
- u_2 : Media de la distribución del concreto modificado.
- σ_1 : Varianza de la distribución del concreto normal.
- σ_2 : Varianza de la distribución del concreto modificado.
- N_1 : Total de muestras del concreto normal.
- N_2 : Total de muestras del concreto modificado.

Donde se considera que si ambas poblaciones presentan una distribución T de Student entonces la distribución $u_1 - u_2$, también será una distribución T de Student. Las puntuaciones Z nos indican la dirección y grado en que un valor individual obtenido se aleja de la media (u) en una escala de unidades de desviación estándar.

6. ESTABLECER LA REGIÓN DE RECHAZO PARA EL ESTADÍSTICO.

La región de rechazo se realiza en base a la puntuación T Para hipótesis con alternativas unilaterales:

- $H_0: u_1 = u_2$
- $H_a: u_1 > u_2$

Entonces se rechaza la hipótesis nula si: $Z_0 < Z$.

2.2. ANTECEDENTES

(Rojas Santiago) en su tesis de grado “Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 Mpa con agregados de la cantera de Guayllabamba.” menciona que “La adición de fibras en el concreto proporciona un mejor

control de la fisuración, ya que mejora sus resistencias mecánicas, la ductilidad, y el aumento de las características mecánicas del mismo, así como su carga de rotura.”

María, M. (2013), en sus tesis “Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De Polipropileno Y Su Influencia En Sus Propiedades Mecánicas En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua”. Determinó el porcentaje óptimo de adición de fibra de polipropileno que mejora sus características y propiedades mecánicas dentro los cuales se destacan la resistencia a la compresión, tracción y flexión dando como resultado un concreto mucho más dúctil.

Gomero Cervantes (2006); en su tesis “aditivos y adiciones minerales para el concreto” Universidad nacional de ingeniería, Lima, Perú; concluye que “deberán efectuarse ensayos que permitan determinar cuál es el contenido de aditivo incorporador de aire necesario en los concretos en los cuales se utiliza adiciones, teniendo en consideración que la reacción química de éstas al disminuir la porosidad y mejorar la impermeabilidad limitarán o impedirán el ingreso del agua congelable al interior del concreto “

Rodriguez Cosar; en su tesis “concreto en climas fríos, con uso de fibras de polipropileno e incorporador de aire” Universidad nacional de ingeniería, Lima, Perú; recomienda que “para concreto en climas fríos se recomienda el uso de 0.05% de incorporador de aire por kg de cemento, con el cual se obtiene excelentes resultados.”

Paéz Moreno (2009); en su artículo “Influencia de los ciclos Hielo-deshielo en la resistencia del concreto (caso Tunja)”; revista de ingeniería Universidad de Medellín, Medellín, Colombia; explica como el fenómeno afecta al concreto tanto cualitativamente.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es del tipo: CORRELACIONAL puesto que tiene como propósito relacionar y vincular entre si las características del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad) con la inclusión de porcentajes del Polipropileno y aditivo incorporador de aire en su diseño.

“La investigación Correlacional asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población”. (Hernandez Sampiert, 2006)

3.1.2. Nivel De Investigación

El nivel de esta investigación es EXPLICATIVO, ya que se estudian las causas que originan la variación de resultados al manipular la variable independiente.

“La investigación Explicativa pretende establecer las causas de los eventos, sucesos o fenómenos que se estudian”. (Hernandez Sampiert, 2006)

Método De Investigación

El método de investigación es CUANTITATIVO y analítico (por tener más de dos variables) puesto que el medio de prueba de hipótesis se basa en mediciones numéricas y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (Hernandez Sampiert, 2006)

3.2. Ubicación de la Investigación

3.2.1. Geográficas

Será realizado en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, ubicado en la Universidad Nacional del Altiplano en la ciudad de Puno, provincia de Puno, departamento de Puno

3.2.2. Delimitación Temporal

Año académico 2017

3.2.3. Delimitación Espacial

Ciudad universitaria UNA – Puno, laboratorio de construcciones de Puno, zona altiplánica

3.2.3. Área De Interés

Área de construcciones

3.3. Población Y Muestra

3.3.1. Muestra de Estudio

3.3.1.1. Número de Testigos para la Determinación de la Resistencia a la Compresión Simple.

El siguiente cuadro nos muestra la cantidad de muestras realizadas para realizar las comparaciones respectivas de los resultados obtenidos de Resistencia a la Compresión (f^c) en los testigos de concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del Polipropileno y aditivo incorporador de aires incorporados en su diseño de mezcla:

Tabla 3.1 Número de testigos para la determinación de la resistencia a la compresión simple

TESTIGO DE CONCRETO				
CONCRETO NORMAL (CN)	CONCRETO CON INCORPORACION DEL POLIPROPILENO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE			
	0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.2 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.8 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	2.4 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³
Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)
Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)
Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)

Fuente: elaboración propia



Figura 2 Testigos cilíndricos sin someter a ciclos de congelamiento

3.3.1.2. Número de testigos para la determinación de la resistencia a la compresión simple sometidos a ciclos de congelamiento.

El siguiente cuadro nos muestra la cantidad de muestras realizadas para realizar las comparaciones respectivas de los resultados obtenidos de Resistencia a la Compresión (f^c) en los testigos de concreto $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del Polipropileno y aditivo incorporador de aire sometidos a ciclos de congelamiento

Tabla3.2 Número de testigos para la determinación de la resistencia a la compresión simple sometidos a ciclos de congelamiento

TESTIGO DE CONCRETO				
CONCRETO NORMAL (CN) SOMETIDO AL CONGELAMIENTO	CONCRETO CON INCORPORACION DEL POLIPROPILENO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO			
	0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.2 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	11.8 kg/m ³ y 204.3ml/m ³	2.4 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³
Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)
Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)
Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)

Fuente: elaboración propia



Figura 3 Testigos cilíndricos sometidos a ciclos de congelamiento

3.3.1.3. Número de testigos para la determinación de la resistencia a la flexión.

El siguiente cuadro nos muestra la cantidad de muestras realizadas para realizar las comparaciones respectivas de los resultados obtenidos de Resistencia a la Flexión en los testigos de concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del Polipropileno y aditivo incorporador de aire incorporadas en su diseño de mezcla

Tabla 3.3 Número de testigos para la determinación de la resistencia a la flexión

TESTIGO DE CONCRETO				
CONCRETO NORMAL (CN)	CONCRETO CON INCORPORACION DEL POLIPROPILENO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE			
	0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.2 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.8 kg/m ³ y 204.3ml/m ³	2.4 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³
Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)
Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)
Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)

Fuente: elaboración propia



Figura 4 Testigos prismáticos son sometido a ciclos de congelamiento

3.3.1.4. Número de testigos para la determinación de la resistencia a la flexión sometido a ciclos de congelamiento.

El siguiente cuadro nos muestra la cantidad de muestras realizadas para realizar las comparaciones respectivas de los resultados obtenidos de Resistencia a la Flexión en los testigos de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición del Polipropileno y aditivo incorporador de aire sometido a ciclos de congelamiento.

Tabla 3.4 Número de testigos para la determinación de la resistencia a la flexión sometido a ciclos de congelamiento

TESTIGO DE CONCRETO				
CONCRETO NORMAL (CN) SOMETIDO AL CONGELAMIENTO	CONCRETO CON INCORPORACION DEL POLIPROPILENO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO			
	0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.2 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	11.8 kg/m ³ y 204.3ml/m ³	2.4 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³
Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)	Edad 07 días (N° Testigos 03)
Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)	Edad 14 días (N° Testigos 03)
Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)	Edad 28 días (N° Testigos 03)

Fuente: elaboración propia



Figura 5 Testigos prismáticos sometido a ciclos de congelamiento

3.3.1.5. Determinación de la trabajabilidad.

El siguiente cuadro nos muestra la cantidad de muestras realizadas para realizar las comparaciones respectivas de los resultados obtenidos de los ensayos realizados para medir la trabajabilidad: Cono de Abrams en los testigos de concreto.

Tabla 3.5 Determinación del slump

CONCRETO FRESCO				
CONCRETO NORMAL (CN)	CONCRETO CON INCORPORACIÓN DEL POLIPROPILENO Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE			
	0.6 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.2 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	1.8 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³	2.4 kg/m ³ y 204.3 ml/m ³
CONO DE ABRAMS (N°03)	CONO DE ABRAMS (N°03)	CONO DE ABRAMS (N°03)	CONO DE ABRAMS (N°03)	CONO DE ABRAMS (N°03)

Fuente: elaboración propia



Figura 6 Determinación de la trabajabilidad

3.4. Operacionalización de Variables

La variable independiente estudiada es el porcentaje del Polipropileno y el aditivo incorporador de aire adicionada en el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y su incidencia en la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad, siendo éstas las variables dependientes.

Tabla 3.6 Operacionalización general

	Definición del problema	Hipótesis	VARIABLES	Indicadores	Factor a medir
General	¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm ² ?	La incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento mejora significativamente en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm ²	INDEPENDIENTE Dosificación de los materiales con incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento	Dosificación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento	% de Fibra de Polipropileno (0.6, 1.2, 1.8 y 2.4) kg/m ³ . y 204.3 ml/m ³
			DEPENDIENTE Propiedades del concreto f'c 210 kg/cm ² con incorporación del Polipropileno y aditivos incorporador de aire sometido al congelamiento	Propiedades del concreto f'c 210 kg/cm ² con incorporación del Polipropileno y aditivos incorporador de aire sometido al congelamiento	Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días sometido a congelamiento; resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días sometido al congelamiento; trabajabilidad

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.7 Operacionalizacion especifico 01

	Definición del problema	Hipótesis	Variables	Indicadores	Factor a medir
E s p e c i f i c o N o 0 1	¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire en la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² ?	la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire incrementa la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ²	INDEPENDIENTE	Dosificación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire Sometidos al congelamiento	% de Fibra de Polipropileno (0.6, 1.2, 1.8 y 2.4) kg/m ³ . y 204.3 ml/m ³
			DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² con incorporación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire	Método de ensayo normalizado para Resistencia a la compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. (ASTM C-39)

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.8 Operacionalizacion especifico 02

	Definición del problema	Hipótesis	Variables	Indicadores	Factor a medir
E s p e c i f i c o N o 0 2	¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire en la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² sometido al congelamiento ?	la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento incrementa la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ²	INDEPENDIENTE	Dosificación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire Sometidos al congelamiento	% de Fibra de Polipropileno (0.6, 1.2, 1.8 y 2.4) kg/m ³ . y 204.3 ml/m ³
			DEPENDIENTE	Resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² con incorporación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometidos al congelamiento	Método de ensayo normalizado para Resistencia a la compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto. (ASTM C-39)

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.9 Operacionalización específico 03

	Definición del problema	Hipótesis	Variabes	Indicadores	Factor a medir
E s p e c i f i c o N o 0 3	¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire en la resistencia a flexion del concreto f'c 210 kg/cm ² sometidos al congelamiento?	la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento incrementa la resistencia a la flexion del concreto f'c 210 kg/cm ²	INDEPENDIENTE Dosificación de los materiales con incorporación del Polipropileno y aditivos incorporadores de aire sometidos al congelamiento	Dosificación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire Sometidos al congelamiento	% de Fibra de Polipropileno (0.6, 1.2, 1.8 y 2.4) kg/m ³ . y 204.3 ml/m ³
			DEPENDIENTE Resistencia a la flexion del concreto f'c 210 kg/cm ² con incorporación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento	Método de ensayo normalizado para Resistencia a la Flexión del Concreto con Carga en el Punto Central (ASTM C-293-02)	Resistencia a la flexion a los 7, 14 y 28 días.

Fuente: elaboración propia

Tabla 3.10 Operacionalización específico 04

	Definición del problema	Hipótesis	Variabes	Indicadores	Factor a medir
E s p e c i f i c o N o 0 4	¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire en la trabajabilidad del concreto f'c 210 kg/cm ² ?	La incorporación del polipropileno en 0.6 kg/m ³ , 1.2 kg/m ³ , 1.8 kg/m ³ y 2.4 kg/m ³ y los aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m ³ , mejora la trabajabilidad del concreto f'c 210 kg/cm ² .	INDEPENDIENTE Dosificación de los materiales con incorporación del Polipropileno y aditivos incorporadores de aire	Dosificación del Polipropileno y los aditivos incorporadores de aire	% de Fibra de Polipropileno (0.6, 1.2, 1.8 y 2.4) kg/m ³ .
			DEPENDIENTE Trabajabilidad del concreto f'c 210 kg/cm ² con incorporación del Polipropileno Y aditivos incorporadores de aire	Ensayo Normalizado para Asentamiento de Concreto "Cono de Abrams"" (ASTM C-143).	Trabajabilidad.

Fuente: elaboración propia

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Propiedades de los agregados

3.5.1. Estudio y ubicación de la cantera de los agregados.

Los agregados usados en este trabajo fueron extraídos de la cantera Cutimbo, se optó por esta cantera porque estos agregados son los más utilizados en obras civiles en la ciudad de Puno, por ser accesibles, cercanos y de buena calidad.

La otra alternativa era el agregado de la cantera Viluyo, si bien es cierto este material presenta mejores cualidades físicas que el agregado de la cantera Cutimbo, actualmente el acceso a dicha cantera es limitado, debido a que, con los años, se ha dañado el lecho del río y este en la actualidad representa un problema para los poblados aledaños, motivo por el cual los pobladores han optado por ya no permitir la explotación de agregados.

Son en su mayoría de origen sedimentario, donde la acción erosiva de las aguas pluviales, la fuerza hidráulica y el acarreo de estos minerales, nos proporcionan un agregado de forma redondeada, denominados cantos rodados.

3.5.2. Cantera Cutimbo

La ubicación de la cantera permite conocer la accesibilidad al material así como la influencia en el mercado, y su aplicación en la ciudad de Puno, y sus características son las siguientes: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

- Ubicación: Desvío Puente Cutimbo Salida a Moquegua
- Acceso: Lado izquierdo del eje a 30m.
- Propietario; Municipalidad Distrital de Pichacani.
- Material: Arena y grava de río.
- Profundidad: 4 m. Estrato Orgánico: 5 cm.
- Over: 3%.
- Área Aproximada: 15000 m².
- Potencia Bruta: Área Aproximada x Profundidad (60000 m³)
- Desbroce: Área Aproximada x Estrato Orgánico (750 m³).
- Over : 1800 m³.
- Potencia Efectiva: Potencia Bruta – Over – Desbroce (57450 m³)
- Coordenadas UTM de la cantera Cutimbo

Tabla 3.11 Coordenadas UTM cantera cutimbo

COORDENADAS UTM : ZONA 19 South				
Nro.	Nombre	Norte	Este	Altura Geoidal
1.-	CUTIMBO	8'226,656.00	391,755.00	3,917.00

Fuente: Ministerio de transportes y Comunicaciones

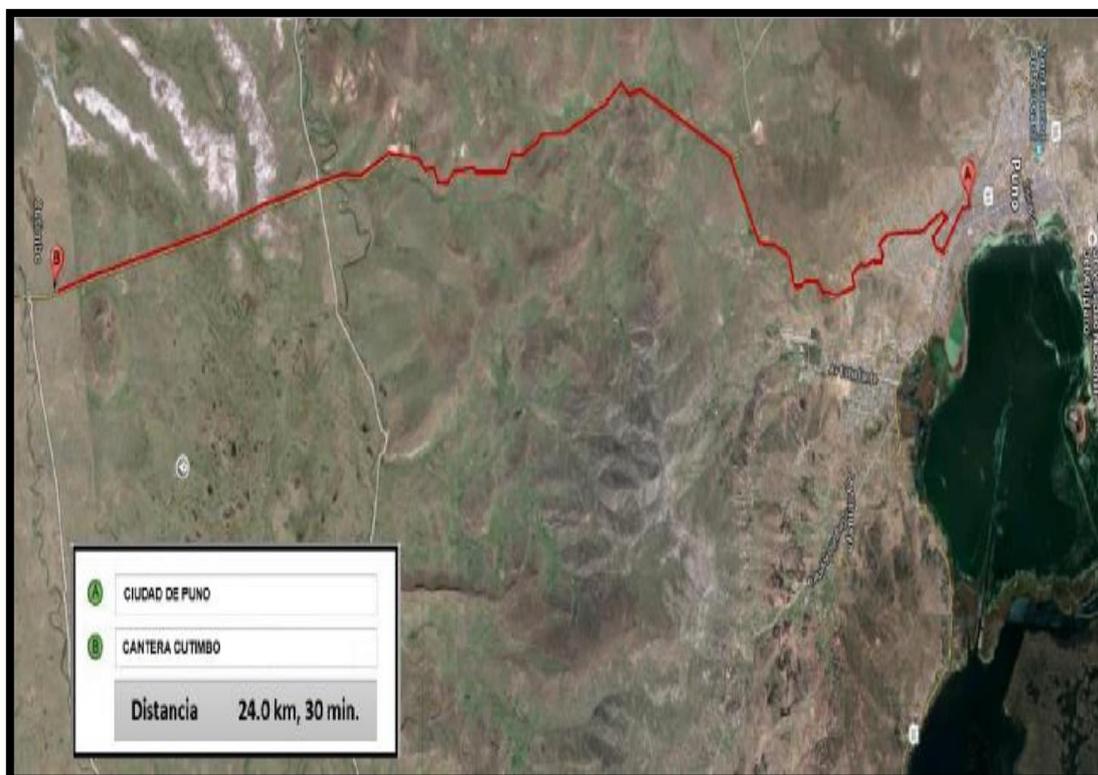


Figura 7 Ubicación de la cantera Cutimbo

3.5.3. Ensayos realizados en los agregados.

Los ensayos mencionados a continuación se realizaron basándose en el Manual de Ensayo de Materiales (EM 2000 del MTC), estos se hicieron tanto para el agregado fino como para el agregado grueso con algunas distinciones según indica el manual.

3.5.3.1. Contenido De Humedad

Este ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 108 – 2000; “Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo”. El cual está basado en la norma ASTM D2216.

Equipo utilizado

- Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada.
- Taras
- Horno a 105 +/- 5°C

Descripción del proceso

- Se cuartea el material para tomar una muestra representativa, se coloca la muestra en envases previamente tarados.
- Se registra el peso de la tara más el material “húmedo” y se lleva al horno por 24 horas a 105 +/- 5°C; pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procede a pesar el material seco.
- Se toman 3 muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} * 100$$

Cálculos

Tabla 3.12 Contenido de humedad, agregado fino

AGREGADO FINO			
N° DE TARA	I	II	III
PESO DE TARA	28,63	30,12	31,12
PESO DE TARA + M. HUMEDA	257,45	238,93	272,76
PESO DE TARA + M. SECA	238,78	221,58	251,57
PESO DE AGUA	18,67	17,35	21,19
PESO MUESTRA SECA	210,15	191,46	220,45
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	7,818912807	7,830129073	8,423102914
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD W%	8,024048264		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.13 Contenido de humedad, agregado grueso

AGREGADO GRUESO			
N° DE TARA	I	II	III
PESO DE TARA	92,29	91,11	82,66
PESO DE TARA + M. HUMEDA	637,81	859,52	990,27
PESO DE TARA + M. SECA	619,77	832,14	957,56
PESO DE AGUA	18,04	27,38	32,71
PESO MUESTRA SECA	527,48	741,03	874,9
CONTENIDO DE HUMEDAD W%	2,910757216	3,290311726	3,415973934
PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD W%	3,205680959		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.14 Resultados del contenido de humedad del agregado fino y grueso

Descripción	Agregado Fino	Agregado Grueso
contenido de humedad w%	8.02	3.20

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.2. Peso Específico y Absorción de los Agregados Finos

El método de ensayo de gravedad específica o densidad relativa, cubre la determinación de la densidad promedio de una cantidad de partículas de agregado grueso, no incluyendo el volumen de vacíos entre las partículas. Se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 205 – 2000; PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS FINOS, el cual está basado en la norma ASTM C128.

Equipo utilizado

- Balanza.
- Picnómetro.
- Molde cónico (cono de absorción).
- Varilla para apisonado metálica.
- Bandejas.

Equipo que proporcione calor a una intensidad moderada.

Descripción del proceso

- Se selecciona una muestra de 1 kg. Aproximadamente, asegurándose que es el material pasante de la malla N° 4, a continuación, este material se sumerge en el agua por un periodo de 24 horas para lograr su saturación.
- Una vez saturado, se decanta cuidadosamente el agua y comienza el proceso de desecado, poniendo el material fino en un recipiente metálico y suministrándole calor a través de una cocinilla eléctrica graduable tratando, todo el tiempo, de que este proceso sea homogéneo y constante.
- A continuación, se toma el material y se rellena el tronco de cono cuidadosamente y se apisona sin mayor fuerza con 25 golpes sobre la superficie, se retira el cono y se verificará el primer desmoronamiento lo cual indica el estado saturado superficialmente seco (S.S.S.) del agregado, que es el objetivo de esta sección del ensayo.
- Se toma el material resultante del proceso anterior y se introduce una cantidad adecuada, en el picnómetro previamente tarado y se determina su peso; enseguida se llena de agua hasta un 90% aproximadamente de su capacidad y se retira el aire atrapado girando el picnómetro y sometiéndolo a baño maría.
- Finalmente, el picnómetro lleno hasta el total de su capacidad se pesa, se decanta nuevamente el agua y el agregado se retira a una tara para ser secado al horno por 24 horas y se determina también el peso seco de este material

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S. S. S.)} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} * 100$$

Dónde:

- A: Peso seco de la muestra.
- B: Peso del frasco + agua.
- C: Peso del frasco + agua + muestra.
- S: Peso de la muestra saturada con superficie seca.



Figura 8 Desmoronamiento del cono de arena

Tabla 3.15 Datos del ensayo de peso específico

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO

I. DATOS

S	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SUPERFICIALMENTE SECA	500
B	PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA	707,89
C	PESO DE LA MUESTRA DE ARENA SUPERFICIALMENTE SECA + PESO DEL PICNOMETRO + PESO DEL AGUA	1002,25
A	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO	477,24

II. RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO APARENTE (A/(B+S+C))	2.32
3	PORCENTAJE DE ABSORCION %ABS ((S-A)/A)	4.76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.16 Resultados del peso específico y absorción del agregado fino

Peso específico y absorción	
Peso específico aparente	2.32gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S	2.43gr/cm ³
Peso específico nominal	2.61gr/cm ³
Absorción	4.76%

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.3. Peso Específico y Absorción de los Agregados Gruesos

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 206 – 2000; PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS GRUESOS, el cual está basado en la norma ASTM C127.

Equipo utilizado

- Horno 105 +/- 5 °C
- Recipientes
- Balanza
- Probeta graduada

Descripción del proceso

- De acuerdo al MTC E 206 se obtiene una muestra representativa de 3kg para un TMN de 1”, la cual se satura por 24 horas, en seguida se retira el agregado cuidadosamente y se vierte sobre un paño absorbente.

- Seguidamente para obtener su estado saturado superficialmente seco mediante secado manual, se toma cierto porcentaje de la muestra S.S.S., aproximadamente 600gr, se pesa y se introduce este material a un recipiente que está sumergido en agua y que pende de una balanza de precisión adecuada, se determina su peso sumergido y a continuación este mismo material se seca en un horno por 24 horas y se determina, también, su peso seco.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico aparente (S. S. S.)} = \frac{B}{B - C}$$

$$\text{Peso específico nominal} = \frac{A}{A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Dónde:

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

Cálculos*Tabla 3.17 Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso***PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO****I. DATOS**

A	PESO DE LA MUESTRA SECADA AL HORNO gr	1641,39
B	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA gr	1702,6
	PESO DE LA CANASTILLA SUMERGIDA	164,56
	PESO DE LA CANASTILLA SUMERGIDA + MUESTRA SSS SUMERGIDA	1185,87
C	PESO DE LA MUESTRA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA SUMERGIDA EN AGUA	1021,31

II. RESULTADOS

1	PESO ESPECIFICO APARENTE (A/(S-C))	2.41gr/cm
3	PORCENTAJE DE ABSORCION %ABS ((S-A)/A)	3.73%

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Se muestra a continuación los valores obtenidos del ensayo de gravedad específica y Absorción de los agregados de la cantera de Cutimbo:

Tabla 3.18 Resultado del peso específico y absorción del agregado grueso

Peso específico y absorción	
Peso específico aparente	2.41gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S	2.49gr/cm ³
Peso específico nominal	2.64gr/cm ³
Absorción	3.73%

Fuente: Elaboración propia

3.5.3.4. PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE LOS AGREGADOS

Este ensayo nos permite conocer el peso unitario del agregado en su condición compactada o suelta y calcular los huecos entre las partículas en una masa de agregado grueso, el tamaño del agregado tiene que estar por debajo de 5 pulgadas (125mm). Se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 203 – 2000; PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS, el cual está basado en la norma ASTM C29

Equipo utilizado

- Balanza
- Varilla compactadora
- Recipientes de volúmenes adecuados.

Descripción del proceso

- Se elige un molde de dimensiones adecuadas, de acuerdo al TMN del agregado, sin embargo, para el ensayo se utilizó un molde de briqueta de 15cm x 30 cm aproximadamente, por ser el más aproximado a las recomendaciones del ensayo. Se determina su peso y dimensiones de tal manera que se pueda lograr su volumen.
- Para determinar el peso unitario compactado por apisonado del agregado se deberá colocar el material en tres capas de igual volumen, de tal manera que colmen el molde; cada capa recibe un total de 25 golpes con el apisonador sin que este choque a la base o altere capas inferiores de agregado, finalmente se enrasa el molde con el mismo apisonador y se pesa el molde más agregado.
- Para determinar el peso unitario suelto del agregado, el procedimiento es similar, más en este caso no se utiliza el apisonador, solo se deja caer la muestra desde una altura no mayor a 2” desde el borde superior con una herramienta adecuada que puede ser una cuchara, se enrasa y pesa como en el caso anterior.
- NOTA. El procedimiento es el mismo para el agregado grueso y fino; se usó también el mismo molde y para calcular vacíos en el agregado se usó el dato peso específico aparente el cual será hallado en el ensayo gravedad específica y absorción de los agregados gruesos.

Cálculos

Agregado fino

Tabla 3.19 Peso unitario suelto del agregado fino

**AGREGADO FINO
PESO UNITARIO SUELTO**

MOLDE N°	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	4775	4775	4775
PESO DEL MOLDE gr. + MUESTRA GR	13180	13125	13235
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5633,297726		
PESO UNITARIO gr/cm3	1,492021265	1,48225789	1,50178464
PESO UNITARIO KG/M3	1492,021265	1482,25789	1501,78464
PESO DE LA MUESTRA gr	8405	8350	8460

Fuente: Elaboración propia Tabla 3.20 Peso unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE N°	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	4775	4775	4775
PESO DEL MOLDE gr. + MUESTRA GR	13955	13990	14035
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5633,297726		
PESO UNITARIO gr/cm3	1,629596099	1,635809156	1,643797372
PESO UNITARIO KG/M3	1629,596099	1635,809156	1643,797372
PESO DE LA MUESTRA gr	9180	9215	9260

Fuente: Elaboración propia

3.5.4. Agregado Grueso

A continuación, se muestran los valores obtenidos del ensayo de Peso Unitario para agregado grueso.

Peso unitario suelto del agregado grueso



Figura 9 Peso unitario suelto del agregado grueso

Tabla 3.21 Peso unitario agregado grueso

AGREGADO GRUESO			
PESO UNITARIO SUELTO			
MOLDE N°	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	4775	4775	4775
PESO DEL MOLDE gr. + MUESTRA GR	12800	13015	12925
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5633,297726		
PESO UNITARIO gr/cm3	1,424565217	1,462731139	1,446754707
PESO UNITARIO KG/M3	1424,565217	1462,731139	1446,754707
PESO DE LA MUESTRA gr	8025	8240	8150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.22 Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO			
MOLDE N°	I	II	III
PESO DEL MOLDE gr.	4775	4775	4775
PESO DEL MOLDE gr. + MUESTRA GR	13925	13845	13900
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	5633,297726		
PESO UNITARIO gr/cm3	1,624270622	1,610069348	1,619832724
PESO UNITARIO KG/M3	1624,270622	1610,069348	1619,832724
PESO DE LA MUESTRA gr	9150	9070	9125

Fuente: Elaboración propia

3.5.6. Análisis Granulométrico De Agregados Gruesos Y Finos

El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2000, MTC E 204 – 2000; ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS, el cual está basado en la norma ASTM C136

3.5.6.1. Agregado Fino

Tabla 3.23 Granulometría del agregado fino

ANÁLISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
N°4	4,76	1,64	0,164	0,164	99,836
N°8	2,38	219,5	21,95	22,114	77,886
N°16	1,19	173,21	17,321	39,435	60,565
N°30	0,59	179,26	17,926	57,361	42,639
N°50	0,3	250,32	25,032	82,393	17,607
N°100	0,149	134,48	13,448	95,841	4,159
N°200	0,074	32,72	3,272	99,113	0,887
BASE		8,87	0,887	100	0
TOTAL		1000	100		
% PERDIDA					

Fuente: Elaboración propia



Figura 10 Granulometría del agregado fino

3.5.6.2. Agregado Grueso

El agregado redondeado de la cantera Cutimbo se encuentra en el Huso 57

Tabla 3.24 Granulometría del agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO					
TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76,2	0	0	0	100
2 1/2"	63,5	0	0	0	100
2"	50,6	0	0	0	100
1 1/2"	38,1	0	0	0	100
1"	25,4	1964,71	19,6471	19,6471	80,3529
3/4"	19,05	1640,15	16,4015	36,0486	63,9514
1/2"	12,7	2073	20,73	56,7786	43,2214
3/8"	9,525	1337,92	13,3792	70,1578	29,8422
1/4"	6,35	1841,05	18,4105	88,5683	11,4317
N°4	4,76	1077,05	10,7705	99,3388	0,6612
BASE		66,12	0,6612	100	0
TOTAL		10000	100		
% PERDIDA					

Fuente: Elaboración propia

Equipo utilizado

- Balanza con aproximación a 0.1% del peso del material ensayado.
- Tamices normalizados (1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, base y tapa)
- Horno a 105 +/- 5°C

Descripción del proceso

- Se separa el material por la malla N°4, el retenido será agregado grueso y el fino será el que pase este tamiz.
- Una vez obtenido el material seco y libre de impurezas se vierte en el juego de tamices y se comienza el proceso con ligeros golpes y girando el conjunto hasta obtener peso constante en cada tamiz.

- Para el agregado grueso, por ser mayor la cantidad, el total de la muestra se pasará por cada tamiz.
- Cada cantidad retenida de agregado se pesa, incluyendo lo que queda en la base; además se deberá pesar el total del material antes de comenzar la 6ª operación y compararla con la suma de los retenidos en las mallas, que como se explicó, esta diferencia no deberá exceder el 0.3%.



Figura 11 Granulometría del agregado grueso

3.5.7. Módulo de Fineza de Los Agregados Gruesos y Finos

El módulo de fineza nos indica el grosor promedio del agregado, más no nos determina la continuidad de su granulometría. Es un factor importante pues nos indica en forma directa la influencia en la plasticidad, la cantidad de agua y hasta la cantidad de cemento, este dato se determina de la suma de los porcentajes acumulados retenidos de las mallas Standard, hasta la malla N° 100, dividiendo luego este valor entre 100. Zapata (2007) Agregado Grueso. En el caso del agregado grueso, hallar un valor muy alto de módulo de fineza indicará que se trata de un agregado, de altos porcentajes de material retenido en las mallas más gruesas, por lo tanto al tener menor superficie específica que cubrir se reducirá la cantidad de pasta de cemento. Zapata (2007).

3.5.8. Diseño de Mezcla del Concreto

El método de diseño será del comité 211.1 del ACI. Para efectuar el diseño de una mezcla se deben seleccionar las características del concreto a diseñar dependiendo del uso que se le vaya a dar.

En este método de diseño de mezclas, la estimación de los materiales requeridos para dicho diseño comprende una sección de pasos directos y lógicos en donde involucran las características físicas de los materiales analizado en el laboratorio, los cuales se mencionan en la tabla 3.25. El procedimiento para la selección de las proporciones que se presenta en este método es aplicable a concreto de peso normal según la guía práctica del ACI, lo cual se muestra en el siguiente procedimiento:

A) SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA PROMEDIO

Como no contamos con un registro de resultados de ensayos que nos posibilite el cálculo de desviación estándar, entonces la resistencia promedio requerida deberá ser determinada empleando los valores de la tabla

Tabla 3.25 Resistencia a la compresión promedio

$f'c$ (kg/cm ²)	$f'cr$ (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Enrique Riva López "Diseño de Mezclas", Pág. 63

El $f'c = 210$ kg/cm², sin embargo, utilizando es: $f'cr = 210 + 84 = 294$ kg/cm²

B) SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO

Tamaño Máximo Nominal: 1"

C) SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Slump: 3" a 4" (Mezcla plástica)

D) SELECCIÓN DE VOLUMEN UNITARIO DE AGUA DE DISEÑO

Entrando en la tabla 3.26 se determina el volumen unitario de agua, o agua de diseño, necesario para una mezcla de concreto cuyo asentamiento es de 3" a 4", en una mezcla sin aire incorporado cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1". Es de 178 lt/m³.

Tabla 3.26 Volumen Unitario de agua

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

Fuente: Enrique Riva López "Diseño de Mezclas", Pág. 82

E) SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE

Contenido de aire atrapado. Tamaño Máximo Nominal Aire atrapado

Tabla 3.27 Contenido de Aire atrapado

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

Fuente: Enrique Riva López "Diseño de Mezclas", Pág. 89

El contenido de aire atrapado para un agregado grueso de TMN de 1" es de 1.5%.

F) SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO

Tabla 3.28 Relación agua cemento a/c Condiciones

Condiciones de exposición	Rel. a/c máxima en concretos con agregados de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concreto con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		
Expuesto a agua dulce	0.50	260
Expuesto a agua de mar	0.45	
Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concreto expuesto a congelamiento y deshielo en		
Sardineles, cunetas y secciones delgadas	0.45	300
Otros elementos	0.50	
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.45	300

Fuente: Enrique Riva Lopez, "Diseño de mezclas". Pág. 101.

Considerando que el concreto diseñado en la ciudad de Puno estará expuesto a condiciones severas, se establece 0.50 como relación a/c

G) FACTOR CEMENTO

Factor cemento = $178/0.50 = 356.00 \text{ kg/m}^3 = 8.37 \text{ bolsas/m}^3$.

H) CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Tabla 3.29 Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño Maximo Nominal	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos Módulos de Fineza			
	2.4	2.6	2.8	3.0
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

Fuente: Enrique Riva Lopez, "Diseño de mezclas". Pág. 103.

Entrando a la tabla 3.29, con el módulo de fineza del agregado fino de 2.97 que por fines de redondeo lo aproximamos a 3.00 y un tamaño máximo nominal del agregado grueso de 1", se encuentra un valor de 0.65 metros cúbicos de agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen. $\text{Peso del agregado Grueso} = 0.65 \times 1618.05 = 1056.6 \text{ kg/m}^3$.

I) CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen de aire, se procede a calcular la suma de volúmenes absolutos de estos ingredientes:

J) VOLUMEN ABSOLUTO

Según el análisis físico químico de minerales proporcionado por el área de control de calidad de la Empresa Yura S.A. el peso específico del cemento portland IP marca Rumi es: 2.82 (Ver Anexo C-1)

- Cemento: $356/2.82 \times 1000 = 0.126 \text{ m}^3$
- Agua: $178/1 \times 1000 = 0.178 \text{ m}^3$
- Aire: $1.5/100 = 0.015 \text{ m}^3$

- Agregado Grueso: $105.736/2.409 \times 1000 = 0.437 \text{ m}^3$
- Suma de volúmenes conocidos: $= 0.756 \text{ m}^3$

K) CONTENIDO DE AGREGADO FINO

- Volumen absoluto A. Fino $= 1 - 0.756 = 0.244 \text{ m}^3$
- Peso del A. Fino Seco $= 0.244 \times 2320.75 = 566.26 \text{ kg/ m}^3$.

L) CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 EN PESO

- Cemento: 356 kg/ m^3
- Agua de diseño 178.00 Lt/ m^3
- Agregado Fino seco: 566.26 kg/ m^3
- Agregado Grueso seco: 1051.73 kg/ m^3
- Peso de la mezcla: 2151.99 kg/ m^3

M) CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

- Peso húmedo del:
- Agregado Fino $= 566.26 \times (1 + 0.0802) = 611.67 \text{ kg/ m}^3$
- Agregado Grueso $= 1051.73 \times (1 + 0.032) = 1085.38 \text{ kg/ m}^3$

N) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS

Humedad superficial de los Agregados

- Agregado Fino $= 8.02 - 4.55 = +3.47\%$
- Agregado Grueso $= 3.20 - 3.72 = -0.52$
- % Total $= + 2.95\%$

Aporte de humedad de los Agregados

- Agregado Fino seco: $611.67 * (+3.47) = +21.22 \text{ Lt/ m}^3$
- Agregado Grueso seco: $1085.38 * (-0.52) = -5.64 \text{ Lt/ m}^3$
- Aporte de humedad de los Agregados: 15.58 Lt/ m^3
- Agua efectiva: $202 - (15.58) = 162.42 \text{ Lt/ m}^3$

O) CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³ DE CONCRETO

- Cemento: 356 kg/ m^3
- Agua efectiva: 162.42 Lt/ m^3

- Agregado Fino húmedo: 611.67 kg/ m^3
- Agregado Grueso húmedo: 1085.38 kg/ m^3

P) PROPORCIONES EN PESO DE LOS MATERIALES CORREGIDOS

- Cemento = $356/356 = 1$
- Agregado Fino = $61.67 /356= 1.72$
- Agregado Grueso = $1085.38 /356= 3.04$

Q) CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA

- Cemento = $1.00 \times 42.5 = 42.50 \text{ Kg/Bl}$
- Agua efectiva = $0.46 \times 42.5 = 19.55 \text{ Lt/Bl}$
- Agregado Fino = $1.72 \times 42.5 = 73.10 \text{ Kg/Bl}$
- Agregado Grueso = $\times 42.5 = 129.28 \text{ Kg/Bl}$
- Diseño de mezcla final.

Tabla 3.30 Diseño de mezcla final

Pesos secos		Corrección por Absorción	Pesos Corregidos	Proporciones del diseño de mezcla en peso por bolsa
Cemento	394 kg/m^3		394 kg/m^3	1
A. Fino	489.68 kg/m^3	18.35	528.95 kg/m^3	1.34
A.Grueso	1051.73 kg/m^3	-5.64	1085.38 kg/m^3	2.75
Agua	197 lt/m^3		184.29 lt/m^3	19.88

Fuente: Elaboración propia.

Se ha considerado la dosificación en peso con fines de eliminar posibles errores en medición. Además, las correcciones por Absorción fueron consideradas para cada fecha de elaboración de concreto.

3.5.9. Diseño de Mezcla Según los Grupos de Prueba

Culminado el diseño paso a paso y obtenidas las dosificaciones, calculamos en peso todos los materiales necesarios para una tanda de concreto para la elaboración de los especímenes cilíndricos de 4” x 8”, especímenes prismáticos de 6” x 6” x 20”, y especímenes prismáticos de para ser sometidos a los ensayos de compresión y flexión respectivamente. La incorporación del polipropileno. Se realizó en 0.6 kg/m^3 , 1.2 kg/m^3 , 1.8 kg/m^3 y 2.4kg/m^3 de concreto y la adición del aditivo incorporador de aire 204.3

ml/m³ para todos los grupos de diseño, los cuales representan, conforme a la siguiente tabla: Tabla

Tabla 3.31 Diseño de mezclas para grupos de prueba

Materiales	Concreto Normal	Con Fibra de Polipropileno y aditivo incorporador de aire			
	CN	Con 0.6 kg/m ³ y 22,5 ml/bls	Con 1.2 kg/m ³ y 22,5 ml/bls	Con 1.8 kg/m ³ y 22,5 ml/bls	Con 2.4 kg/m ³ y 22,5 ml/bls
Cemento	386 kg/m ³	386 kg/m ³	386 kg/m ³	386 kg/m ³	386 kg/m ³
A. fino	536.5 kg/m ³	536.5 kg/m ³	536.5 kg/m ³	536.5 kg/m ³	536.5 kg/m ³
A. grueso	1090.41 kg/m ³	1090.41 kg/m ³	1090.41 kg/m ³	1090.41 kg/m ³	1090.41 kg/m ³
Agua	180.1 l/m ³	180.1 l/m ³	180.1 l/m ³	180.1 l/m ³	180.1 l/m ³
Polipropileno		0.6 kg/m ³	1.2 kg/m ³	1.8 kg/m ³	2.4 kg/m ³
aditivo incorporador de aire		22,5 ml/bls	22,5 ml/bls	22,5 ml/bls	22,5 ml/bls

Fuente: Elaboración propia

3.5.10. Elaboración del Concreto

- Una vez obtenido el diseño de mezcla, se procedió a la elaboración de concreto para el vaciado del mismo en todos los moldes necesarios para realizar los ensayos contemplados a fin de cumplir con los objetivos de la presente investigación, siendo el procedimiento consistente con la norma ASTM C31 (Anexo A), y se describe a continuación:
- Se procedió a pesar cada uno de los materiales para la elaboración de concreto, siendo el polipropileno pesada en balanza de precisión. Y medir el volumen del aditivo incorporador de aire
- Fueron preparados todos los moldes considerados para el vaciado de la tanda mezclada, además fue preparada también la mezcladora.
- Se consideró para el primer ciclo de mezclado la totalidad de agregados y mesclado del agua con el aditivo incorporador de aire parcial, para después incorporar el cemento y el polipropileno ; teniéndose un total de ciclo de mezclado entre 2 y 3 minutos, sin embargo se pudo observar que el concreto elaborado con el polipropileno y aditivo incorporador de aire necesitó un tiempo adicional de mezclado para que éstas se distribuyan uniformemente en la mezcla, tal como lo recomienda la ficha técnica del producto.
- Concluido el mezclado se procedió a verificar el asentamiento de la mezcla de concreto, para después proceder con el vaciado en los moldes necesarios.



Figura 12 Elaboración del concreto

Instrumentos utilizados

Para la realización del mezclado de concreto, fueron necesarios los siguientes instrumentos:

- Balanza.
- Herramientas manuales.
- Mezcladora de 4.5 p³.
- Moldes para vaciado de probetas cilíndricas - ASTM C31 (Anexo A).
- Moldes para vaciado de probetas prismáticas - ASTM C293 (Anexo C)
- Varilla lisa de 5/8" para el apisonado



Figura 13 Instrumentos utilizados

3.5.11. Elaboración De Probetas Cilíndricas

Las probetas cilíndricas fueron elaboradas de acuerdo a la normatividad del Anexo A, con un diámetro de 4" y una altura de 8". Además fue considerado el apisonado respectivo con una varilla lisa de 5/8" en tres etapas y 25 golpes distribuidos por cada etapa, con la finalidad de omitir vacíos en las probetas.



Figura 14 Elaboración de testigos cilíndricos

3.5.12. Elaboración De Probetas Prismáticas

Las probetas prismáticas para la realización del ensayo de resistencia a la flexión del concreto fueron elaboradas de acuerdo a la normatividad del Anexo C, con una sección de 6" x 6" y una longitud de 20". Además fue considerado el apisonado respectivo con una varilla lisa de 5/8" en dos etapas y 30 golpes distribuidos por cada etapa (dicho

apisonado fue calculado de acuerdo a la recomendación de la normatividad respectiva, la cual indica un golpe por cada 2 pulgadas cuadradas), con la finalidad de omitir vacíos en las probetas.



Figura 15 Elaboración de probetas prismáticas

3.5.13. Curado de los Especímenes

La totalidad de las probetas cilíndricas (para la resistencia a la compresión) y prismáticas (para la resistencia a la flexión), fueron colocadas en una pozas de curado, las mismas que tenían las condiciones para realizar el control de temperatura de curado, y se mantuvieron sumergidas durante 7, 14, y 28 días, según corresponda.



Figura 16 Curado de testigos

3.5.14. Ensayos en Estado Fresco del Concreto

Una vez obtenido el diseño de mezclas se procedió a realizar el vaciado del concreto en los moldes, siendo necesario la realización de ensayos en estado fresco del concreto, con la finalidad de controlar el asentamiento o SLUMP de la mezcla de concreto, parámetro principal de control en lo que a la trabajabilidad del concreto respecta.

3.5.14.1. Ensayo de Revenimiento o Asentamiento en el Cono de Abrams (Astm-C143)

El presente ensayo se realizó de acuerdo a la norma ASTM-C143. Y para realizar esta prueba se utiliza un molde en forma de cono truncado de 30 cm de altura, con un diámetro inferior en su base de 20cm, y en la parte superior un diámetro de 10 cm. Para compactar el concreto se utiliza una barra de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y punta semiesférica. Abanto (1995)

Equipo utilizado

- Varilla Lisa de 5/8".
- Cono de Abrams.

Descripción del proceso

- El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniéndose inmóvil pisando las aletas. Seguidamente se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen. Se apisona con la varilla, aplicando 25 golpes, distribuidos uniformemente.
- Enseguida se colocan otras dos capas con el mismo procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
- La tercera capa se deberá llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical.
- El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina Slump.
- Se estima que desde el inicio de la operación hasta el término no deben transcurrir más de 2 minutos de los cuales el proceso de desmolde no toma más de cinco segundos.



Figura 17 Control de asentamiento

3.5.15. Ensayo del Concreto Sometido al Congelamiento

El ensayo del concreto sometido a ciclos de congelamiento y deshielo se realizó según la norma del ASTM C 666, pero, solamente se considerará la parte en donde el concreto es sometido a congelamiento y como realiza el deshielo, mas no se consideró el análisis al daño del concreto expresado por la reducción del módulo de elasticidad y cambios dimensionales de la muestra tras un determinado número de ciclos, en cambio, el daño del concreto se determinará por la resistencia a compresión y la porosidad del concreto, que son uno de los factores más importantes para determinar la durabilidad de la muestra. El ensayo consiste en someter muestras de concreto al congelamiento simulando un ambiente artificial durante 12 horas en la noche en una congeladora calibrando el termostato de -0 a -20°C y el deshielo en un ambiente natural durante 12 horas en el día. La resistencia a compresión del concreto se determinó a la edad de siete (07), catorce (14) y veintiocho (28) días.



Figura 18 testigos sometidos a ciclos de congelamiento



Figura 19 Testigos ya siendo sometidos a ciclos de congelamiento



Figura 20 Testigos cilíndricos y prismáticos sometidos a ciclos de congelamiento



Figura 21 Testigo prismático sometido a ciclos de congelamiento, listos para sometidos a resistencia a la flexión

3.6. Procedimiento de recolección de datos.

3.6.1. Ensayo de Resistencia a Compresión

Este ensayo fue realizado en conformidad con la norma ASTM C39, y consiste en la aplicación de carga axial en la parte superior de la probeta, de forma constante hasta alcanzar la rotura del espécimen de prueba, siendo la resistencia a la compresión el cociente resultante de la máxima carga aplicada entre el área promedio de la probeta antes de que ocurra la rotura de la misma.

Se emplea la resistencia a compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran incrementándose esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). (Abanto Castillo, 1994)

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$f_c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} ; A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \text{ (cm}^2\text{)}$$

Dónde:

- f_c : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto. (kg/cm²).
- P : Carga de rotura (kg).

- D : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).
- A: Área promedio de la probeta (cm²).

Figura 22 Testigo prismático sometidos a la resistencia a flexion



Figura 23 Testigos cilíndricos sometidos a la resistencia a la compresión



Figura 24 Medición de los diámetros de los testigos cilíndricos

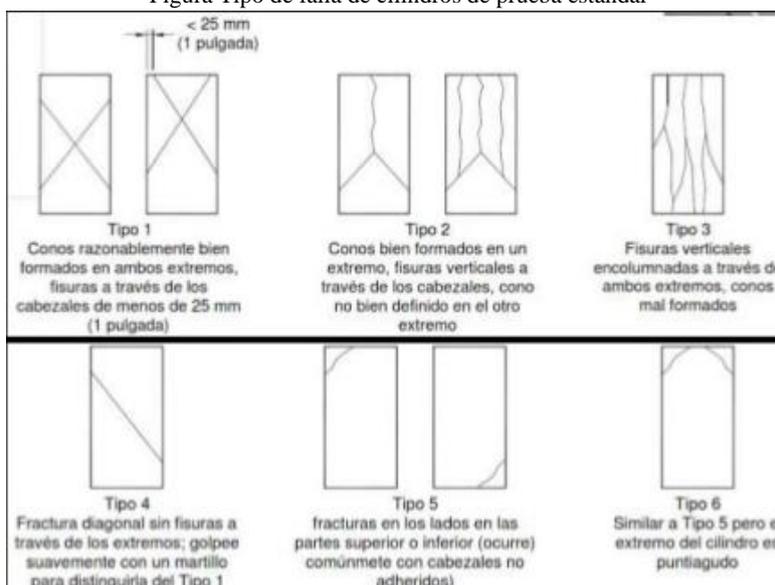
Equipo utilizado

- Máquina de prueba.
- Bloques de acero con caras duras. (Anillos con neopreno).

Tipo de fractura

Según la norma ASTM C39, los tipos de fractura que pueden presentarse son:

Figura Tipo de falla de cilindros de prueba estándar



- tipo I. Conos bien formados en ambos extremos.
- tipo II. Cono bien formado en un extremo con grietas verticales.
- tipo III. Grietas columnares y conos mal formados.

- tipo IV. Fractura diagonal, sin grietas.
- tipo V. Fracturas laterales en la parte superior o inferior.
- tipo VI. Fracturas laterales en la parte superior.

3.6.2. Resistencia a la Flexión del Concreto en Vigas Simplemente Apoyadas con Cargas a los Tercios del Tramo

En el presente ensayo se determinó el valor de la resistencia a flexión (Módulo de ruptura) de las probetas prismáticas, aplicándose la carga en los tercios de su luz. El presente ensayo se realizó de acuerdo al EM 2016, MTC E 709-2016 el cual está basado en la norma ASTM C 78

EQUIPO UTILIZADO

- Máquina de prueba

MUESTRA

Las muestras deben tener una distancia libre entre apoyos de al menos, tres veces su altura, con una tolerancia del 2%. Los lados de la muestra deben formar ángulos rectos con las caras superior e inferior. Todas las superficies en contacto con los bloques de aplicación de carga y de soporte deben ser suaves y libres de grietas, indotaciones, agujeros o inscripciones.

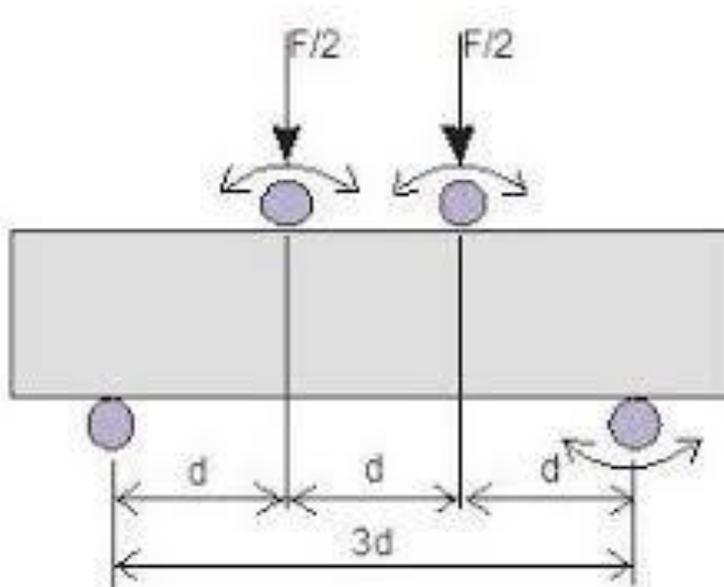


Figura 25 Carga que actúan en los testigos prismáticos

CÁLCULO

Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{p \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Donde:

- R : Módulo de rotura (psi).
- P : Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo (lbf).
- l : Longitud libre entre apoyos ($pulg$).
- b : Ancho promedio de la muestra ($pulg$).
- d : Altura promedio de la muestra ($pulg$).

Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, a una distancia no mayor del 5% de la luz libre, se calcula el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{3Pa}{2bd^2}$$

Dónde:

a : Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medida sobre la zona de tensión de la viga.

Equipo utilizado

- Máquina de ensayo, mecanismo capaz de aplicar las fuerzas a una velocidad uniforme sin interrupción, con 01 bloque de aplicación de carga y 02 bloques de soporte para la muestra.
- Mecanismo de aplicación de carga, mediante el cual se aplican las cargas al espécimen, se debe emplear un bloque de aplicación de carga y dos bloques de soporte del espécimen. El sistema debe asegurar que todas las fuerzas se apliquen perpendiculares a la cara del espécimen sin excentricidad. El diagrama de un aparato que cumple con estos propósitos se muestra en la figura

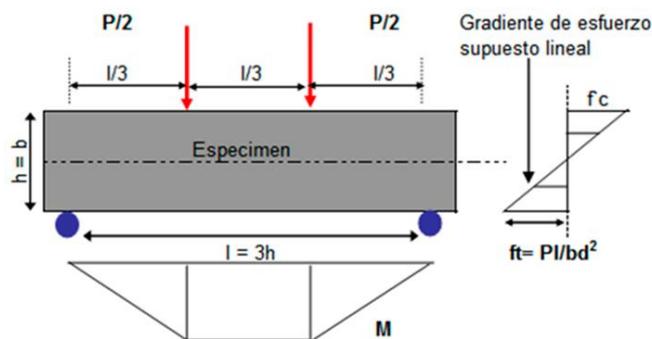


Figura 26 Gradiente de la fuerza cortante

Con el fin de obtener las lecturas de deflexión, de los especímenes al momento de la rotura, se acondicionó una extensión de referencia, en el bloque de aplicación de carga superior, tal como se muestra en la Figura 3.24. Además fue necesario la fijación de un aparato de medición graduado (dial) en la máquina de ensayo.

Descripción del proceso

- El espécimen de ensayo se gira sobre su lado con respecto a su posición como fue moldeado y se centra sobre los bloques de soporte.
- Se centra luego el sistema de carga en relación a la carga aplicada.
- Se lleva el bloque de aplicación de carga a contacto con la superficie del espécimen al centro de la luz y se aplica una carga entre el 3% y el 6% de la carga última estimada.
- Luego usando galgas o medidores de espesor tipo hoja de 0.10 mm (0.004 pulg) y de 0.40mm (0.015 pulg), determinar si hay cualquier vacío entre el espécimen y los bloques de aplicación de carga y de soporte, que sea mayor o menor que cada una de las galgas en una longitud de 25 mm (1pulg) o más. Para eliminar cualquier vacío en exceso de 0.10 mm (0.004 pulg) puede usarse el esmerilado, el cabeceo, o la aplicación de bandas de cuero como calzas. Las bandas de cuero (Figura 3.23) deben ser de un espesor uniforme de 6 mm (0.25 pulg), de 25 a 50 mm (1.0 a 2.0 pulg) de ancho y deben extenderse a todo lo ancho del espécimen. Los vacíos en exceso de 0.40 mm (0.004 pulg), solo pueden ser eliminados por esmerilado o por cabeceo.
- Se asegurará de que todas las fuerzas se apliquen perpendicularmente a la cara de la muestra sin excentricidad, manteniendo la longitud del tramo y posición central

del espécimen. Todas las superficies deben ser lisas y libres de cicatrices, indentaciones o agujeros.



Figura 27 Testigos prismáticos sometidos a cargas



Figura 28 Testigos prismáticos ya siendo sometidos a la resistencia a la flexión

Sección de la tesis donde se describe con detalle el material experimental utilizado en la investigación. Así mismo, los métodos materiales y técnicas empleados para cada uno de los objetivos propuestos (evitando repeticiones). En el caso de material de laboratorio y equipos se debe indicar entre paréntesis las especificaciones técnicas (modelo, marca, número de serie y procedencia de los mismos). En el caso de reactivos la marca, lote y fecha de vencimiento de los mismos. De igual manera, se debe señalar la metodología

experimental empleada y el análisis estadístico utilizado en la interpretación de los datos de la investigación.

3.7. Recolección de Datos

3.8. Procesamiento y Análisis de Datos

3.8.1. Análisis Estadístico

3.8.1.1. Análisis Estadístico Resistencia a la Compresión

Tabla 3.32 Análisis estadístico: concreto normal – siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO PATRON		MUESTRA		F'c(xi)
		CP - 01		142.08
CP - 02		138.78		
CP - 03		136.67		

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[136.67 138.67 >	137.67	1	1	137.67	-2.00	4.00	4.00
[138.67 140.67 >	139.67	1	2	139.67	-	-	-
[140.67 142.67 >	141.67	1	3	141.67	2.00	4.00	4.00
		3		419.02		8.00	8.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 142.08 Xmin= 136.67 5.40
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 1.8 2.00
 MEDIA : u 139.67
 MEDIANA : um 2 138.17
 MODA : uo 137.01
 VARIANZA : σ² 4.00
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 2.00
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 1.43

Tabla 3.33 Análisis estadístico: concreto normal - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO PATRON		MUESTRA		F'c(xi)
		CP - 01		180.91
CP - 02		181.03		
CP - 03		189.33		

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[180.91 183.91 >	182.41	2	2	364.82	-2.00	4.00	8.00
[183.91 186.91 >	185.41	0	2	-	1.00	1.00	-
[186.91 189.91 >	188.41	1	3	188.41	4.00	16.00	16.00
		3		553.23		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 189.33 Xmin= 180.91 8.42
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 2.8 3.00
 MEDIA : u 184.41
 MEDIANA : um 2 183.16
 MODA : uo 181.41
 VARIANZA : σ² 12.00
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 3.46
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 1.88

Tabla 3.34 Análisis estadístico: concreto normal - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 21 DIAS CONCRETO PATRON	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	215.29
	CP - 02	210.60
	CP - 03	212.43

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[210.60 212.60 >	211.60	2	2	423.20	-1.33	1.78	3.56
[212.60 214.60 >	213.60	0	2	-	0.67	0.44	-
[214.60 216.60 >	215.60	1	3	215.60	2.67	7.11	7.11
		3		638.80		9.33	10.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	215.29	Xmin=	210.60			4.69
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.6		2.00
MEDIA : u							212.93
MEDIANA : um						2	212.10
MODA : uo							211.10
VARIANZA : σ ²							5.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.08

Tabla 3.35 Análisis estadístico: concreto con 0.6 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire- siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	149.52
	CP - 02	147.42
	CP - 03	144.74

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[144.74 146.74 >	145.74	1	1	145.74	-2.00	4.00	4.00
[146.74 148.74 >	147.74	1	2	147.74	-	-	-
[148.74 150.74 >	149.74	1	3	149.74	2.00	4.00	4.00
		3		443.22		8.00	8.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	149.52	Xmin=	144.74			4.78
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.6		2.00
MEDIA : u							147.74
MEDIANA : um						2	146.24
MODA : uo							145.07
VARIANZA : σ ²							4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.35

Tabla 3.36 Análisis estadístico: concreto con 0.6 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire- catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	216.31
	CP - 02	217.29
	CP - 03	213.10

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[213.10 215.10 >	214.10	1	1	214.10	66.36	4,403.83	4,403.83
[215.10 217.10 >	216.10	1	2	216.10	68.36	4,673.28	4,673.28
[217.10 219.10 >	218.10	1	3	218.10	70.36	4,950.72	4,950.72
		3		648.31		14,027.83	14,027.83

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	217.29	Xmin=	213.10		4.19
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.4	2.00
MEDIA : u							216.10
MEDIANA : um						2	214.60
MODA : uo							213.44
VARIANZA : σ ²							7013.92
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							83.75
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							38.75

Tabla 3.37 Análisis estadístico: concreto con 0.6 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire- veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	224.46
	CP - 02	213.33
	CP - 03	225.09

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[213.33 215.33 >	214.33	1	1	214.33	66.59	4,434.61	4,434.61
[215.33 217.33 >	216.33	1	2	216.33	68.59	4,704.98	4,704.98
[217.33 219.33 >	218.33	1	3	218.33	70.59	4,983.35	4,983.35
		3		649.00		14,122.95	14,122.95

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	225.09	Xmin=	213.33		11.76
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						3.9	2.00
MEDIA : u							216.33
MEDIANA : um						2	214.83
MODA : uo							213.67
VARIANZA : σ ²							7061.47
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							84.03
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							38.84

Tabla 3.38 Análisis estadístico: concreto con 1.2 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	156.43
	CP - 02	166.54
	CP - 03	164.86

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[156.43 160.43 >	158.43	1	1	158.43	-5.33	28.44	28.44
[160.43 164.43 >	162.43	0	1	-	-1.33	1.78	-
[164.43 168.43 >	166.43	2	3	332.87	2.67	7.11	14.22
		3		491.30		37.33	42.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	166.54	Xmin=	156.43		10.11
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						3.4	4.00
MEDIA : u							163.77
MEDIANA : um						2	159.43
MODA : uo							156.93
VARIANZA : σ ²							21.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							4.62
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							2.82

Tabla 3.39 Tabla 3.38 Análisis estadístico: concreto con 1.2 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	203.75
	CP - 02	199.79
	CP - 03	203.61

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[199.79 201.79 >	200.79	1	1	200.79	-1.33	1.78	1.78
[201.79 203.79 >	202.79	2	3	405.58	0.67	0.44	0.89
[203.79 205.79 >	204.79	0	3	-	2.67	7.11	-
		3		606.38		9.33	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	203.75	Xmin=	199.79		3.95
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.3	2.00
MEDIA : u							202.13
MEDIANA : um						2	201.29
MODA : uo							200.04
VARIANZA : σ ²							1.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.15
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.57

Tabla 3.40 Análisis estadístico: concreto con 1.2 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	212.88
	CP - 02	216.27
	CP - 03	204.89

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[204.89 208.89 >	206.89	1	1	206.89	-4.00	16.00	16.00
[208.89 212.89 >	210.89	1	2	210.89	-	-	-
[212.89 216.89 >	214.89	1	3	214.89	4.00	16.00	16.00
		3		632.66		32.00	32.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	216.27	Xmin=	204.89		11.39
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						3.8	4.00
MEDIA : u							210.89
MEDIANA : um						2	207.89
MODA : uo							205.22
VARIANZA : σ ²							16.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							4.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.90

Tabla 3.41 Análisis estadístico: concreto con 1.8 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	180.77
	CP - 02	177.81
	CP - 03	178.12

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[177.81 179.31 >	178.56	2	2	357.12	-0.50	0.25	0.50
[179.31 180.81 >	180.06	1	3	180.06	1.00	1.00	1.00
[180.81 182.31 >	181.56	0	3	-	2.50	6.25	-
		3		537.18		7.50	1.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	180.77	Xmin=	177.81		2.96
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.0	1.50
MEDIA : u							179.06
MEDIANA : um						2	178.93
MODA : uo							178.21
VARIANZA : σ ²							0.75
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.87
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.48

Tabla 3.42 Análisis estadístico: concreto con 1.8 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F ^c (xi)
	CP - 01	198.88
	CP - 02	206.39
	CP - 03	198.52

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[198.52 201.52 >	200.02	2	2	400.04	-2.00	4.00	8.00
[201.52 204.52 >	203.02	0	2	-	1.00	1.00	-
[204.52 207.52 >	206.02	1	3	206.02	4.00	16.00	16.00
		3		606.07		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	206.39	Xmin=	198.52		7.87
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						2.6	3.00
MEDIA : u							202.02
MEDIANA : um						2	200.77
MODA : uo							199.02
VARIANZA : σ ²							12.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							3.46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.71

Tabla 3.43 Análisis estadístico: concreto con 1.8 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F ^c (xi)
	CP - 01	209.59
	CP - 02	213.62
	CP - 03	228.76

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[209.59 216.59 >	213.09	2	2	426.17	-4.67	21.78	43.56
[216.59 223.59 >	220.09	0	2	-	2.33	5.44	-
[223.59 230.59 >	227.09	1	3	227.09	9.33	87.11	87.11
		3		653.26		114.33	130.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	228.76	Xmin=	209.59		19.17
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						6.4	7.00
MEDIA : u							217.75
MEDIANA : um						2	214.84
MODA : uo							210.09
VARIANZA : σ ²							65.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							8.08
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							3.71

Tabla 3.44 Análisis estadístico: concreto con 2.4 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	184.40
	CP - 02	183.16
	CP - 03	182.07

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[182.07 183.07 >	182.57	1	1	182.57	-1.00	1.00	1.00
[183.07 184.07 >	183.57	1	2	183.57	-	-	-
[184.07 185.07 >	184.57	1	3	184.57	1.00	1.00	1.00
		3		550.71		2.00	2.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	184.40	Xmin=	182.07		2.33
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						0.8	1.00
MEDIA : u							183.57
MEDIANA : um						2	182.82
MODA : uo							182.40
VARIANZA : σ ²							1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.54

Tabla 45 Tabla 3.44 Análisis estadístico: concreto con 2.4 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	204.08
	CP - 02	207.72
	CP - 03	211.16

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[204.08 207.08 >	205.58	2	2	411.16	-2.00	4.00	8.00
[207.08 210.08 >	208.58	0	2	-	1.00	1.00	-
[210.08 213.08 >	211.58	1	3	211.58	4.00	16.00	16.00
		3		622.74		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	211.16	Xmin=	204.08		7.08
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						2.4	3.00
MEDIA : u							207.58
MEDIANA : um						2	206.33
MODA : uo							204.58
VARIANZA : σ ²							12.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							3.46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.67

Tabla 3.46 Tabla 3.44 Análisis estadístico: concreto con 2.4 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	226.98
	CP - 02	228.52
	CP - 03	223.44

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[223.44 225.44 >	224.44	1	1	224.44	-2.00	4.00	4.00
[225.44 227.44 >	226.44	1	2	226.44	-	-	-
[227.44 229.44 >	228.44	1	3	228.44	2.00	4.00	4.00
		3		679.32		8.00	8.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	228.52	Xmin=	223.44		5.08
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.7	2.00
MEDIA : u							226.44
MEDIANA : um						2	224.94
MODA : uo							223.77
VARIANZA : σ ²							4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.88

3.8.1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO

Tabla 3.47 Análisis estadístico del CN sometido a ciclos de congelamiento – siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO PATRON SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	127.87
	CP - 02	110.77
	CP - 03	104.52

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[104.52 112.52 >	108.52	2	2	217.04	-5.33	28.44	56.89
[112.52 120.52 >	116.52	0	2	-	2.67	7.11	-
[120.52 128.52 >	124.52	1	3	124.52	10.67	113.78	113.78
		3		341.56		149.33	170.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	127.87	Xmin=	104.52		23.35
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						7.8	8.00
MEDIA : u							113.85
MEDIANA : um						2	110.52
MODA : uo							105.02
VARIANZA : σ ²							85.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							9.24
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							8.11

Tabla 3.48 Análisis estadístico del CN sometido a ciclos de congelamiento – catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO PATRON SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	145.56
	CP - 02	138.82
	CP - 03	145.63

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[138.82 141.82 >	140.32	1	1	140.32	-4.00	16.00	16.00
[141.82 144.82 >	143.32	0	1	-	-1.00	1.00	-
[144.82 147.82 >	146.32	2	3	292.63	2.00	4.00	8.00
		3		432.95		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 145.63 Xmin= 138.82 6.81
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 2.3 3.00
 MEDIA : u 144.32
 MEDIANA : um 2 141.07
 MODA : uo 139.32
 VARIANZA : σ^2 12.00
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 3.46
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.40

Tabla 3.49 Análisis estadístico del CN sometido a ciclos de congelamiento – veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO PATRON SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	209.59
	CP - 02	187.12
	CP - 03	202.15

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[187.12 195.12 >	191.12	1	1	191.12	-8.00	64.00	64.00
[195.12 203.12 >	199.12	1	2	199.12	-	-	-
[203.12 211.12 >	207.12	1	3	207.12	8.00	64.00	64.00
		3		597.36		128.00	128.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 209.59 Xmin= 187.12 22.47
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 7.5 8.00
 MEDIA : u 199.12
 MEDIANA : um 2 193.12
 MODA : uo 187.45
 VARIANZA : σ^2 64.00
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 8.00
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 4.02

Tabla 3.50 Análisis estadístico del CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	147.22
	CP - 02	143.66
	CP - 03	150.16

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[143.66 146.66 >	145.16	1	1	145.16	-3.00	9	9
[146.66 149.66 >	148.16	1	2	148.16	-	-	-
[149.66 152.66 >	151.16	1	3	151.16	3.00	9	9
		3		444.49		18	18

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	150.16	Xmin=	143.66			6.50
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					2.2		3.00
MEDIA : u							148.16
MEDIANA : um						2	145.91
MODA : uo							144.00
VARIANZA : σ ²							9.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							3.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							2.02

Tabla 3.51 Análisis estadístico del CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA		F'c(xi)
	CP - 01		212.68
	CP - 02		214.93
	CP - 03		212.02

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[212.02 214.02 >	213.02	2	2	426.04	-0.67	0.44	0.89
[214.02 216.02 >	215.02	1	3	215.02	1.33	1.78	1.78
[216.02 218.02 >	217.02	0	3	-	3.33	11.11	-
		3		641.07		13.33	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 214.93 Xmin= 212.02 2.91
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 1.0 2.00
 MEDIA : u 213.69
 MEDIANA : um 2 213.52
 MODA : uo 212.42
 VARIANZA : σ^2 1.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 1.15
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 0.54

Tabla 3.52 Análisis estadístico del CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA		F'c(xi)
	CP - 01		223.39
	CP - 02		213.52
	CP - 03		214.93

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[213.52 217.52 >	215.52	2	2	431.04	-2.67	7.11	14.22
[217.52 221.52 >	219.52	0	2	-	1.33	1.78	-
[221.52 225.52 >	223.52	1	3	223.52	5.33	28.44	28.44
		3		654.57		37.33	42.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 223.39 Xmin= 213.52 9.86
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 3.3 4.00
 MEDIA : u 218.19
 MEDIANA : um 2 216.52
 MODA : uo 214.02
 VARIANZA : σ^2 21.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 4.62
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.12

Tabla 3.53 Análisis estadístico del CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	153.20
	CP - 02	164.62
	CP - 03	159.69

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[153.20 157.20 >	155.20	1	1	155.20	-4.00	16.00	16.00
[157.20 161.20 >	159.20	1	2	159.20	-	-	-
[161.20 165.20 >	163.20	1	3	163.20	4.00	16.00	16.00
		3		477.59		32.00	32.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00

RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 164.62 Xmin= 153.20 11.42

NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00

ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 3.8 4.00

MEDIA : u 159.20

MEDIANA : um 2 156.20

MODA : uo 153.53

VARIANZA : σ² 16.00

DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 4.00

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.51

Tabla 3.54 Análisis estadístico del CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	200.11
	CP - 02	213.92
	CP - 03	200.39

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[200.11 205.11 >	202.61	2	2	405.23	-3.33	11.11	22.22
[205.11 210.11 >	207.61	0	2	-	1.67	2.78	-
[210.11 215.11 >	212.61	1	3	212.61	6.67	44.44	44.44
		3		617.84		58.33	66.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00

RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 213.92 Xmin= 200.11 13.80

NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00

ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 4.6 5.00

MEDIA : u 205.95

MEDIANA : um 2 203.86

MODA : uo 200.61

VARIANZA : σ² 33.33

DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 5.77

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.80

Tabla 3.55 Análisis estadístico del CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	210.91
	CP - 02	203.59
	CP - 03	211.36

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[203.59 206.59 >	205.09	1	1	205.09	-4.00	16.00	16.00
[206.59 209.59 >	208.09	0	1	-	-1.00	1.00	-
[209.59 212.59 >	211.09	2	3	422.19	2.00	4.00	8.00
		3		627.28		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	211.36	Xmin=	203.59			7.76
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					2.6		3.00
MEDIA : u							209.09
MEDIANA : um						2	205.84
MODA : uo							204.09
VARIANZA : σ ²							12.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							3.46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.66

Tabla 3.56 Análisis estadístico del CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA		F'c(xi)
	CP - 01		173.56
	CP - 02		167.12
	CP - 03		167.44

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[167.12 170.12 >	168.62	2	2	337.24	-2.00	4.00	8.00
[170.12 173.12 >	171.62	0	2	-	1.00	1.00	-
[173.12 176.12 >	174.62	1	3	174.62	4.00	16.00	16.00
		3		511.85		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 173.56 Xmin= 167.12 6.44
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 2.1 3.00
 MEDIA : u 170.62
 MEDIANA : um 2 169.37
 MODA : uo 167.62
 VARIANZA : σ² 12.00
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 3.46
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.03

Tabla 3.57 Análisis estadístico del CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA		F'c(xi)
	CP - 01		188.16
	CP - 02		190.23
	CP - 03		197.80

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[188.16 192.16 >	190.16	2	2	380.31	-2.67	7.11	14.22
[192.16 196.16 >	194.16	0	2	-	1.33	1.78	-
[196.16 200.16 >	198.16	1	3	198.16	5.33	28.44	28.44
		3		578.47		37.33	42.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 197.80 Xmin= 188.16 9.64
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 3.2 4.00
 MEDIA : u 192.82
 MEDIANA : um 2 191.16
 MODA : uo 188.66
 VARIANZA : σ² 21.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 4.62
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.40

Tabla 3.58 Análisis estadístico del CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	201.37
	CP - 02	207.47
	CP - 03	221.44

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[201.37 208.37 >	204.87	2	2	409.75	-4.67	21.78	43.56
[208.37 215.37 >	211.87	0	2	-	2.33	5.44	-
[215.37 222.37 >	218.87	1	3	218.87	9.33	87.11	87.11
		3		628.62		114.33	130.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 221.44 Xmin= 201.37 20.07
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 6.7 7.00
 MEDIA : u 209.54
 MEDIANA : um 2 206.62
 MODA : uo 201.87
 VARIANZA : σ² 65.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 8.08
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 3.86

Tabla 3.59 Análisis estadístico del CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	172.58
	CP - 02	170.41
	CP - 03	169.21

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[169.21 171.21 >	170.21	2	2	340.42	-0.67	0.44	0.89
[171.21 173.21 >	172.21	1	3	172.21	1.33	1.78	1.78
[173.21 175.21 >	174.21	0	3	-	3.33	11.11	-
		3		512.63		13.33	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 172.58 Xmin= 169.21 3.37
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 1.1 2.00
 MEDIA : u 170.88
 MEDIANA : um 2 170.71
 MODA : uo 169.61
 VARIANZA : σ² 1.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 1.15
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 0.68

Tabla 3.60 Análisis estadístico del CPAA (2.4)) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	208.69
	CP - 02	197.09
	CP - 03	199.71

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[197.09 201.09 >	199.09	2	2	398.18	-2.67	7.11	14.22
[201.09 205.09 >	203.09	0	2	-	1.33	1.78	-
[205.09 209.09 >	207.09	1	3	207.09	5.33	28.44	28.44
		3		605.28		37.33	42.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 208.69 Xmin= 197.09 11.60
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 3.9 4.00
 MEDIA : u 201.76
 MEDIANA : um 2 200.09
 MODA : uo 197.59
 VARIANZA : σ² 21.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 4.62
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.29

Tabla 3.61 Análisis estadístico del CPAA (2.4)) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA COMPRESION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	F'c(xi)
	CP - 01	213.40
	CP - 02	219.29
	CP - 03	212.84

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[212.84 215.84 >	214.34	2	2	428.67	-2.00	4.00	8.00
[215.84 218.84 >	217.34	0	2	-	1.00	1.00	-
[218.84 221.84 >	220.34	1	3	220.34	4.00	16.00	16.00
		3		649.01		21.00	24.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 219.29 Xmin= 212.84 6.46
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 2.2 3.00
 MEDIA : u 216.34
 MEDIANA : um 2 215.09
 MODA : uo 213.34
 VARIANZA : σ² 12.00
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 3.46
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 1.60

3.8.1.3. ANALISIS ESTADISTICO RESISTENCIA ALA FLEXION

Tabla 3.62 Análisis estadístico concreto normal - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO PATRON	MUESTRA		R(xi)
	CP - 01		21.34
	CP - 02		25.45
	CP - 03		19.45

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[19.45 21.45 >	20.45	2	2	40.90	-1.33	1.77	3.54
[21.45 23.45 >	22.45	0	2	-	0.67	0.45	-
[23.45 25.45 >	24.45	1	3	24.45	2.67	7.13	7.13
		3		65.35		9.35	10.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	25.45	Xmin=	19.45			6.00
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					2.0		2.00
MEDIA : u							21.78
MEDIANA : um						2	20.95
MODA : uo							19.95
VARIANZA : σ ²							5.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							10.60

Tabla 3.63 Análisis estadístico concreto normal - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO PATRON	MUESTRA		R(xi)
	CP - 01		30.23
	CP - 02		27.45
	CP - 03		29.40

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[27.45 28.45 >	27.95	1	1	27.95	-1.00	1.00	1.00
[28.45 29.45 >	28.95	1	2	28.95	-	-	-
[29.45 30.45 >	29.95	1	3	29.95	1.00	1.00	1.00
		3		86.85		2.00	2.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	30.23	Xmin=	27.45			2.78
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.9		1.00
MEDIA : u							28.95
MEDIANA : um						2	29.45
MODA : uo							28.45
VARIANZA : σ ²							1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							3.45

Tabla 64 Análisis estadístico concreto normal - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO PATRON	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	31.47
	CP - 02	32.26
	CP - 03	30.81

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[30.81 31.31 >	31.06	1	1	31.06	-0.50	0.25	0.25
[31.31 31.81 >	31.56	1	2	31.56	0.00	0.00	0.00
[31.81 32.31 >	32.06	1	3	32.06	0.50	0.26	0.26
		3		94.69		0.50	0.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	32.26	Xmin=	30.81			1.45
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.48		0.50
MEDIA : u							31.56
MEDIANA : um						2	31.81
MODA : uo							31.81
VARIANZA : σ ²							0.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.58

Tabla 3.65 Análisis estadístico concreto con 0.6 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CON POLIPROPILENO 0.6 Kg/m ³ Y204.3 ml/m ³ de ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	25.34
	CP - 02	20.40
	CP - 03	19.80

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[19.80 21.80 >	20.80	2	2	41.60	-1.33	1.77	3.54
[21.80 23.80 >	22.80	0	2	-	0.67	0.45	-
[23.80 25.80 >	24.80	1	3	24.80	2.67	7.13	7.13
		3		66.40		9.35	10.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	25.34	Xmin=	19.80			5.54
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.85		2.00
MEDIA : u							22.13
MEDIANA : um						2	23.80
MODA : uo							22.30
VARIANZA : σ ²							5.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							10.43

Tabla 3.66 Análisis estadístico concreto con 0.6 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CON POLIPROPILENO 0.6 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA		R(xi)
	CP - 01		30.86
	CP - 02		29.65
	CP - 03		30.20

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[29.65 30.15 >	29.90	1	1	29.90	-0.50	0.25	0.25
[30.15 30.65 >	30.40	1	2	30.40	-	-	-
[30.65 31.15 >	30.90	1	3	30.90	0.50	0.25	0.25
		3		91.20		0.50	0.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	30.86	Xmin=	29.65			1.21
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.40		0.50
MEDIA : u							30.40
MEDIANA : um						2	30.65
MODA : uo							31.15
VARIANZA : σ ²							0.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.64

Tabla 3.67 Análisis estadístico concreto con 0.6 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CON POLIPROPILENO 0.6 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA		R(xi)
	CP - 01		34.47
	CP - 02		31.01
	CP - 03		31.94

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[31.01 32.51 >	31.76	1	1	31.76	-1.50	2.24	2.24
[32.51 34.01 >	33.26	1	2	33.26	0.00	0.00	0.00
[34.01 35.51 >	34.76	1	3	34.76	1.50	2.26	2.26
		3		99.79		4.50	4.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	34.47	Xmin=	31.01			3.46
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.15		1.50
MEDIA : u							33.26
MEDIANA : um						2	34.01
MODA : uo							33.51
VARIANZA : σ ²							2.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							4.51

Tabla 3.68 Análisis estadístico concreto con 1.2 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CON POLIPROPILENO 1.2 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	25.43
	CP - 02	23.40
	CP - 03	26.24

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[23.40 24.40 >	23.90	1	1	23.90	-1.00	1.00	1.00
[24.40 25.40 >	24.90	1	2	24.90	-	-	-
[25.40 26.40 >	25.90	1	3	25.90	1.00	1.00	1.00
		3		74.70		2.00	2.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	26.24	Xmin=	23.40			2.84
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.95		1.00
MEDIA : u							24.90
MEDIANA : um						2	25.40
MODA : uo							24.40
VARIANZA : σ ²							1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							4.02

Tabla 3.69 Análisis estadístico concreto con 1.2 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CON POLIPROPILENO 1.2 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	31.89
	CP - 02	29.68
	CP - 03	30.40

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[29.68 30.68 >	30.18	1	1	30.18	-1.00	1.00	1.00
[30.68 31.68 >	31.18	1	2	31.18	-	-	-
[31.68 32.68 >	32.18	1	3	32.18	1.00	1.00	1.00
		3		93.54		2.00	2.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	31.89	Xmin=	29.68			2.21
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.74		1.00
MEDIA : u							31.18
MEDIANA : um						2	31.68
MODA : uo							30.68
VARIANZA : σ ²							1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							3.21

Tabla 3.70 Análisis estadístico concreto con 1.2 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CON POLIPROPILENO 1.2 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	35.64
	CP - 02	36.16
	CP - 03	33.10

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[33.10 34.60 >	33.85	1	1	33.85	-1.50	2.24	2.24
[34.60 36.10 >	35.35	1	2	35.35	0.00	0.00	0.00
[36.10 37.60 >	36.85	1	3	36.85	1.50	2.26	2.26
		3		106.06		4.50	4.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	36.16	Xmin=	33.10		3.06
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.02	1.50
MEDIA : u							35.35
MEDIANA : um						2	36.10
MODA : uo							34.10
VARIANZA : σ ²							2.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							4.24

Tabla 3.71 Análisis estadístico concreto con 1.8 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CON POLIPROPILENO 1.8 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	27.50
	CP - 02	30.66
	CP - 03	29.98

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[27.50 29.00 >	28.25	1	1	28.25	-1.50	2.25	2.25
[29.00 30.50 >	29.75	1	2	29.75	-	-	-
[30.50 32.00 >	31.25	1	3	31.25	1.50	2.25	2.25
		3		89.25		4.50	4.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx		Xmax=	30.66	Xmin=	27.50		3.16
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.05	1.50
MEDIA : u							29.75
MEDIANA : um						2	30.50
MODA : uo							28.50
VARIANZA : σ ²							2.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							5.04

Tabla 3.72 Análisis estadístico concreto con 1.8 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CON POLIPROPILENO 1.8 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA		R(xi)
	CP - 01		30.68
	CP - 02		31.25
	CP - 03		30.27

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[30.27 30.77 >	30.52	2	2	61.04	-0.17	0.03	0.06
[30.77 31.27 >	31.02	1	3	31.02	0.33	0.11	0.11
[31.27 31.77 >	31.52	0	3	-	0.83	0.69	-
		3		92.06		0.83	0.17

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	31.25	Xmin=	30.27			0.98
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.33		0.50
MEDIA : u							30.69
MEDIANA : um						2	30.77
MODA : uo							30.94
VARIANZA : σ ²							0.08
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.29
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.94

Tabla 3.73 Análisis estadístico concreto con 1.8 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CON POLIPROPILENO 1.8 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA		R(xi)
	CP - 01		35.43
	CP - 02		35.19
	CP - 03		34.37

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[34.37 34.87 >	34.62	1	1	34.62	-0.50	0.25	0.25
[34.87 35.37 >	35.12	1	2	35.12	0.00	0.00	0.00
[35.37 35.87 >	35.62	1	3	35.62	0.50	0.25	0.25
		3		105.37		0.50	0.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS Rx	Xmax=	35.43	Xmin=	34.37			1.06
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.35		0.50
MEDIA : u							35.12
MEDIANA : um						2	35.37
MODA : uo							35.37
VARIANZA : σ ²							0.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.42

Tabla 3.74 Análisis estadístico concreto con 2.4 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CON POLIPROPILENO 2.4 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	30.23
	CP - 02	29.46
	CP - 03	28.43

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[28.43 29.43 >	28.93	1	1	28.93	-0.67	0.45	0.45
[29.43 30.43 >	29.93	2	3	59.86	0.33	0.11	0.22
[30.43 31.43 >	30.93	0	3	-	-4.19	17.56	-
		3		88.79		18.11	0.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	30.23	Xmin=	28.43		1.80
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						0.60	1.00
MEDIA : u							29.60
MEDIANA : um						2	29.43
MODA : uo							29.76
VARIANZA : σ ²							0.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.95

Tabla 3.75 Análisis estadístico concreto con 2.4 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CON POLIPROPILENO 2.4 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	31.24
	CP - 02	29.98
	CP - 03	30.03

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[29.98 30.98 >	30.48	2	2	60.96	-0.33	0.11	0.22
[30.98 31.98 >	31.48	1	3	31.48	0.67	0.45	0.45
[31.98 32.98 >	32.48	0	3	-	1.67	2.79	-
		3		92.44		3.35	0.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	31.24	Xmin=	29.98		1.26
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						0.42	1.00
MEDIA : u							30.81
MEDIANA : um						2	31.98
MODA : uo							30.65
VARIANZA : σ ²							0.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.87

Tabla 3.76 Análisis estadístico concreto con 2.4 kg/m³ de polipropileno y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CON POLIPROPILENO 2.4 Kg/m ³ Y 204.3 ml/m ³ ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	34.85
	CP - 02	35.23
	CP - 03	32.22

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[32.22 34.22 >	33.22	1	1	33.22	-1.33	1.77	1.77
[34.22 36.22 >	35.22	2	3	70.44	0.67	0.45	0.90
[36.22 38.22 >	37.22	0	3	-	2.67	7.12	-
		3		103.66		9.34	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	35.23	Xmin=	32.22		3.01
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.00	2.00
MEDIA : u							34.55
MEDIANA : um						2	34.22
MODA : uo							34.55
VARIANZA : σ ²							1.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.15
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							3.34

3.8.1.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A LA FLEXION SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO

Tabla 3.77 Análisis estadístico concreto normal sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO PATRON SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	12.43
	CP - 02	17.56
	CP - 03	14.56

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[12.43 14.43 >	13.43	1	1	13.43	-2.00	4.00	4.00
[14.43 16.43 >	15.43	1	2	15.43	-	-	-
[16.43 18.43 >	17.43	1	3	17.43	2.00	4.00	4.00
		3		46.29		8.00	8.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	17.56	Xmin=	12.43		5.13
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.71	2.00
MEDIA : u							15.43
MEDIANA : um						2	16.43
MODA : uo							14.43
VARIANZA : σ ²							4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							12.96

Tabla 3.78 Análisis estadístico concreto normal sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO PATRON SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	24.46
	CP - 02	22.65
	CP - 03	21.89

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[21.89 22.89 >	22.39	2	2	44.78	-0.33	0.11	0.22
[22.89 23.89 >	23.39	1	3	23.39	0.67	0.45	0.45
[23.89 24.89 >	24.39	0	3	-	1.67	2.79	-
		3		68.17		3.35	0.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 24.46 Xmin= 21.89 2.57
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 0.86 1.00
 MEDIA : u 22.72
 MEDIANA : um 2 22.89
 MODA : uo 22.56
 VARIANZA : σ² 0.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 0.58
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.54

Tabla 3.79 Análisis estadístico concreto normal sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO PATRON SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	26.68
	CP - 02	22.89
	CP - 03	24.87

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[22.89 24.39 >	23.64	1	1	23.64	-1.50	2.25	2.25
[24.39 25.89 >	25.14	1	2	25.14	-	-	-
[25.89 27.39 >	26.64	1	3	26.64	1.50	2.25	2.25
		3		75.42		4.50	4.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 26.68 Xmin= 22.89 3.79
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 1.26 1.50
 MEDIA : u 25.14
 MEDIANA : um 2 25.89
 MODA : uo 24.39
 VARIANZA : σ² 2.25
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 1.50
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 5.97

Tabla 3.80 Análisis estadístico concreto con CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	20.34
	CP - 02	19.23
	CP - 03	15.64

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[15.64 17.64 >	16.64	1	1	16.64	-2.00	4.00	4.00
[17.64 19.64 >	18.64	1	2	18.64	-	-	-
[19.64 21.64 >	20.64	1	3	20.64	2.00	4.00	4.00
		3		55.92		8.00	8.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00

RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 20.34 Xmin= 15.64 4.70

NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00

ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 1.57 2.00

MEDIA : u 18.64

MEDIANA : um 2 19.64

MODA : uo 17.64

VARIANZA : σ2 4.00

DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 2.00

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 10.73

Tabla 3.81 Análisis estadístico concreto con CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	22.48
	CP - 02	21.68
	CP - 03	20.98

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[20.98 21.98 >	21.48	2	2	42.96	-0.33	0.11	0.22
[21.98 22.98 >	22.48	1	3	22.48	0.67	0.45	0.45
[22.98 23.98 >	23.48	0	3	-	1.67	2.79	-
		3		65.44		3.35	0.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00

RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 22.48 Xmin= 20.98 1.50

NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00

ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 0.50 1.00

MEDIA : u 21.81

MEDIANA : um 2 21.98

MODA : uo 21.65

VARIANZA : σ2 0.33

DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 0.58

COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.65

Tabla 3.82 Análisis estadístico concreto con CPAA (0.6) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 0.6 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	27.20
	CP - 02	24.87
	CP - 03	25.98

Intervalo de Clase	X_i	f_i	F_i	$f_i \cdot X_i$	$X_i - u$	$(X_i - u)^2$	$f_i \cdot (X_i - u)^2$
[24.87 25.87 >	25.37	1	1	25.37	-1.00	1.00	1.00
[25.87 26.87 >	26.37	1	2	26.37	-	-	-
[26.87 27.87 >	27.37	1	3	27.37	1.00	1.00	1.00
		3		79.11		2.00	2.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : R_x	$X_{max} =$	27.20	$X_{min} =$	24.87			2.33
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						0.78	1.00
MEDIA : u							26.37
MEDIANA : u_m						2	26.87
MODA : u_o							25.87
VARIANZA : σ^2							1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							3.79

Tabla 3.83 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	22.34
	CP - 02	23.40
	CP - 03	19.42

Intervalo de Clase	X_i	f_i	F_i	$f_i \cdot X_i$	$X_i - u$	$(X_i - u)^2$	$f_i \cdot (X_i - u)^2$
[19.42 21.42 >	20.42	1	1	20.42	-1.33	1.77	1.77
[21.42 23.42 >	22.42	2	3	44.84	0.67	0.45	0.90
[23.42 25.42 >	24.42	0	3	-	2.67	7.13	-
		3		65.26		9.35	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : R_x	$X_{max} =$	23.40	$X_{min} =$	19.42			3.98
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.58	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.33	2.00
MEDIA : u							21.75
MEDIANA : u_m						2	21.92
MODA : u_o							21.75
VARIANZA : σ^2							1.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.15
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							5.31

Tabla 3.84 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	24.65
	CP - 02	26.45
	CP - 03	22.76

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[22.76 24.76 >	23.76	2	2	47.52	-0.67	0.45	0.90
[24.76 26.76 >	25.76	1	3	25.76	1.33	1.77	1.77
[26.76 28.76 >	27.76	0	3	-	3.33	11.09	-
		3		73.28		13.31	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	26.45	Xmin=	22.76			3.69
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.23		2.00
MEDIA : u							24.43
MEDIANA : um						2	24.76
MODA : uo							23.43
VARIANZA : σ ²							1.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.15
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							4.73

Tabla 85 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 1.2 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	21.23
	CP - 02	26.40
	CP - 03	25.65

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[21.23 23.23 >	22.23	1	1	22.23	-2.67	7.13	7.13
[23.23 25.23 >	24.23	0	1	-	-0.67	0.45	-
[25.23 27.23 >	26.23	2	3	52.46	1.33	1.77	3.54
		3		74.69		9.35	10.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	26.40	Xmin=	21.23			5.17
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.72		2.00
MEDIA : u							24.90
MEDIANA : um						2	25.73
MODA : uo							25.73
VARIANZA : σ ²							5.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							9.28

Tabla 3.86 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.8) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	21.34
	CP - 02	19.34
	CP - 03	19.34

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[19.34 20.34 >	19.84	2	2	39.68	-0.67	0.45	0.90
[20.34 21.34 >	20.84	0	2	-	0.33	0.11	-
[21.34 22.34 >	21.84	1	3	21.84	1.33	1.77	1.77
		3		61.52		2.33	2.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 21.34 Xmin= 19.34 2.00
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 0.67 1.00
 MEDIA : u 20.51
 MEDIANA : um 2 21.34
 MODA : uo 19.84
 VARIANZA : σ² 1.33
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 1.15
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 5.63

Tabla 87 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m ³ DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m ³ DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	26.76
	CP - 02	25.76
	CP - 03	26.45

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[25.76 26.26 >	26.01	1	1	26.01	-0.92	0.85	0.85
[26.26 26.76 >	26.51	2	3	53.02	-0.42	0.18	0.35
[26.76 27.26 >	27.01	0	3	-	0.08	0.01	-
		3		79.03		1.03	1.20

NÚMERO DE MUESTRAS : N 3.00
 RANGO DE DATOS : Rx Xmax= 26.76 Xmin= 25.76 1.00
 NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K 2.58 3.00
 ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C 0.33 0.50
 MEDIA : u 26.34
 MEDIANA : um 2 26.39
 MODA : uo 26.59
 VARIANZA : σ² 0.60
 DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ 0.77
 COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV 2.94

Tabla 3.88 Análisis estadístico concreto con CPAA (1.2) sometido a ciclos de congelamiento - veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 1.8 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	22.89
	CP - 02	26.40
	CP - 03	28.54

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[22.89 24.89 >	23.89	1	1	23.89	-2.00	4.00	4.00
[24.89 26.89 >	25.89	1	2	25.89	-	-	-
[26.89 28.89 >	27.89	1	3	27.89	2.00	4.00	4.00
		3		77.67		8.00	8.00

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	28.54	Xmin=	22.89			5.65
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.88		2.00
MEDIA : u							25.89
MEDIANA : um						2	26.89
MODA : uo							24.89
VARIANZA : σ ²							4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							7.72

Tabla 3.89 Análisis estadístico concreto con CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - siete (07) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 7 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	21.68
	CP - 02	20.40
	CP - 03	22.34

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[20.40 21.40 >	20.90	1	1	20.90	-0.67	0.45	0.45
[21.40 22.40 >	21.90	2	3	43.80	0.33	0.11	0.22
[22.40 23.40 >	22.90	0	3	-	1.33	1.77	-
		3		64.70		2.33	0.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	22.34	Xmin=	20.40			1.94
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.65		1.00
MEDIA : u							21.57
MEDIANA : um						2	21.65
MODA : uo							21.73
VARIANZA : σ ²							0.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							2.68

Tabla 3.90 Análisis estadístico concreto con CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento - catorce (14) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 14 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	26.50
	CP - 02	24.98
	CP - 03	25.65

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[24.98 25.98 >	25.48	2	2	50.96	-0.33	0.11	0.22
[25.98 26.98 >	26.48	1	3	26.48	0.67	0.45	0.45
[26.98 27.98 >	27.48	0	3	-	1.67	2.79	-
		3		77.44		3.35	0.67

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	26.50	Xmin=	24.98			1.52
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					0.51		1.00
MEDIA : u							25.81
MEDIANA : um						2	26.98
MODA : uo							25.65
VARIANZA : σ ²							0.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							2.24

Tabla 3.91 Análisis estadístico concreto con CPAA (2.4) sometido a ciclos de congelamiento – veintiocho (28) días

RESISTENCIA ALA FLEXION OBTENIDAS A LOS 28 DIAS CONCRETO CON 2.4 Kg/m3 DE PÓLIPROPILENO Y 204.3 ml/m3 DE ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE, SOMETIDO A CICLOS DE CONGELAMIENTO	MUESTRA	R(xi)
	CP - 01	29.89
	CP - 02	29.46
	CP - 03	26.87

Intervalo de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
[26.87 28.37 >	27.62	1	1	27.62	-1.50	2.25	2.25
[28.37 29.87 >	29.12	1	2	29.12	-	-	-
[29.87 31.37 >	30.62	1	3	30.62	1.50	2.25	2.25
		3		87.36		4.50	4.50

NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	29.89	Xmin=	26.87			3.02
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K					2.58		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C					1.01		1.50
MEDIA : u							29.12
MEDIANA : um						2	29.87
MODA : uo							27.87
VARIANZA : σ ²							2.25
DESVIACIÓN ESTÁNDAR : σ							1.50
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							5.15

3.8.2. Prueba de Hipótesis

3.8.2.1. Resistencia a la Compresión

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-0.6 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	139.67	147.74
Varianza, σ ²	4.00	4

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 σ1, σ2: Desviación estándar de los grupos.
 n1, n2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -4.94

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-4.94 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 29 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire –siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-0.6 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	184.41	216.10
Varianza, σ ²	12.00	4

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -13.72

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-13.72 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 30 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.N (28 DÍAS)
 C.P.A.A-0.6 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	212.93	219.33
Varianza, σ ²	5.33	16

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -2.40

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-2.40 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 31 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire –veintiocho (28) días

**PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR**

C.N (7 DÍAS)
C.P.A.A-1.2 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	139.67	163.77
Varianza, σ ²	4.00	21.33

2. HIPÓTESIS :
u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
(7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
(7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
Zo : Estadístico de prueba.
u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
o1, o2 : Desviación estándar de los grupos.
u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -8.29

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-8.29 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 32 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.2 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	184.41	202.13
Varianza, σ ²	12.00	1.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-8.41
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** **Se acepta Ho : u1 ≥ u2**

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-8.41 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 33 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – catorce (14) días

**PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR**

C.N (28 DÍAS)
C.P.A.A-1.2 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	212.93	210.89
Varianza, σ ²	5.33	16

2. HIPÓTESIS :
u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
(28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
(28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
Zo : Estadístico de prueba.
u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo 0.77

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (0.77 < -1.645) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 34 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.8 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	139.67	179.06
Varianza, σ ²	4.00	0.75

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 σ1, σ2: Desviación estándar de los grupos.
 n1, n2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-31.30
---------------	--------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-31.30 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad

Figura 35 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.N (14 DÍAS)
 C.P.A.A-1.8 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	184.41	202.02
Varianza, σ ²	12.00	12

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA :

α = 0.05 **Z = 1.645**

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Donde:

Zo : Estadístico de prueba.

u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.

σ1, σ2: Desviación estándar de los grupos.

u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo **-6.23**

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645

Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN

No se rechaza Ho

Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-6.23 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 36 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.8 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	212.93	217.75
Varianza, σ ²	5.33	65.33

2. HIPÓTESIS : u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
Zo : Estadístico de prueba.
u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
N1, N2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -0.99

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-0.99 < -1.645)) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 37 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-2.4 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	139.67	183.57
Varianza, σ ²	4.00	1

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : **α = 0.05** **Z= 1.645**

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 σ1, σ2: Desviación estándar de los grupos.
 n1, n2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo **-34.00**

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** **Se acepta Ho : u1 ≥ u2**

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-34.00 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 38 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – siete (07) días

**PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR**

C.N (14 DÍAS)
C.P.A.A-2.4 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	184.41	207.58
Varianza, σ ²	12.00	12

2. HIPÓTESIS :
u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
(14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
(14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Donde:

Zo : Estadístico de prueba.

u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.

o1, o2: Desviación estándar de los grupos.

u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo -8.19

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-8.19 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 39 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-2.4 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Media, u	212.93	226.44
Varianza, σ ²	5.33	4

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo #j DIV/O!

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-7.66 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 40 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – veintiocho (28) días

3.8.2.2. Resistencia a la Compresión Sometido al Congelamiento

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-0.6 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	113.85	148.16
Varianza, σ ²	85.33	9

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-6.12
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (- 6.12 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (o.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 7 días de edad).

Figura 41 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-0.6 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	144.32	213.69
Varianza, σ ²	12.00	1.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -32.91

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (- 32.91 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 14 días de edad).

Figura 42 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – catorce (14) días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-0.6 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	199.12	218.19
Varianza, σ ²	64.00	21.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-3.58
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (- 3.58 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 28 días de edad).

Figura 43 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.2 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	113.85	159.2
Varianza, σ ²	85.33	16

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : ESTADÍS α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipotesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -7.80

5. ESTADISTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (- 7.80 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 7 días de edad).

Figura 44 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – siete (07) días

**PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.2 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	144.32	205.95
Varianza, σ ²	12.00	33.33

2. HIPÓTESIS :
u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : ESTADÍSTICO $\alpha = 0.05$ **Z= 1.645**

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipotesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
Zo : Estadístico de prueba.
u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-15.85
---------------	--------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-15.89 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 14 días de edad).

Figura 45 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.2 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	199.12	209.09
Varianza, σ ²	64.00	12.00

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : ESTADÍSTICO α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipotesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-1.98
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (- 1.98 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 28 días de edad).

Figura 46 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.8 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	113.85	170.62
Varianza, σ ²	85.33	12

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1,o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -9.97

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645

Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN

Se rechaza Ho

Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (- 9.97 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 7 días de edad

Figura 47 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.8 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	144.32	192.82
Varianza, σ ²	12.00	21.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-14.55
---------------	--------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-14.55 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 14 días de edad).

Figura 48 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.8 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	199.12	209.54
Varianza, σ ²	64.00	65.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -1.59

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** **Se acepta Ho : u1 ≥ u2**

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-1.59 < -1.645) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometido a ciclos de congelamiento (a los 28 días de edad).

Figura 49 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-2.4 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	113.85	170.88
Varianza, σ ²	85.33	1.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2 : Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo -10.61

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-10.61 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³, INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 7 días de edad).

Figura 50 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – siete (07) días

**PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-2.4 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	144.32	201.76
Varianza, σ ²	12.00	21.33

2. HIPÓTESIS :
u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Donde:
Zo : Estadístico de prueba.
u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo	-17.23
---------------	--------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-17.23 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 14 días de edad).

Figura 51 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-2.4 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	199.12	216.34
Varianza, σ ²	64.00	12.00

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Donde:

Zo : Estadístico de prueba.

u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.

o1, o2: Desviación estándar de los grupos.

u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo -3.42

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645

Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-3.42 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 28 días de edad).

Figura 52 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – veintiocho (28) días

3.8.2.3. Resistencia a la Flexión

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.-0.6 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	21.78	22.13
Varianza, σ ²	5.33	5.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **NO INCREMENTA** la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm² Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³ **INCREMENTA** la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -0.18

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-0.18 < -1.645) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 53 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-0.6 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	28.95	30.40
Varianza, σ ²	1.00	0.25

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-2.25
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-2.25 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 54 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-0.6 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	31.56	33.26
Varianza, σ ²	0.25	2.25

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-1.86
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-1.86 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 55 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.2 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	21.78	24.90
Varianza, σ ²	5.33	1

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-2.15
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-2.15 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 56 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.2 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	28.95	31.80
Varianza, σ ²	1.00	1

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-3.49
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-3.49 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad)

Figura 57 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire -14 días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.2 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	31.56	35.35
Varianza, σ ²	0.25	2.25

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-4.15
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

uesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-4.15 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 58 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.8 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	21.78	29.75
Varianza, σ ²	5.33	2.25

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo	-5.01
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

P Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-5.01 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 59 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire – siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.P.A.A-1.8 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	28.29	30.69
Varianza, σ ²	1.00	0.08

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-4.00
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-4.00 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 60 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.N (28 DÍAS)
 C.P.A.A-1.8 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	31.56	35.12
Varianza, σ ²	0.25	0.25

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-8.72
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-8.72 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 61 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.N (7 DÍAS)
 C.P.A.A-2.4 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	21.78	29.60
Varianza, σ ²	5.33	0.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -5.69

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-5.69 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 7 días de edad).

Figura 62 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.N (7 DÍAS)
 C.P.A.A-2.4 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	28.95	30.81
Varianza, σ ²	1.00	0.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -2.79

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-2.79 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 14 días de edad).

Figura 63 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)
MUESTRA CONCRETO PATRÓN
MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR

C.N (28 DÍAS)
 C.P.A.A-2.4 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	31.56	34.55
Varianza, σ ²	0.25	1.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -4.12

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-4.12 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² (a los 28 días de edad).

Figura 64 Prueba de hipótesis concreto normal – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire - veintiocho (28) días

3.8.2.4. Resistencia a la Flexión (R), Sometido al Congelamiento

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-0.6 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	15.44	18.64
Varianza, σ ²	4.00	4

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo	-1.96
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-1.96 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 7 días de edad).

Figura 65 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-0.6 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	22.72	21.81
Varianza, σ ²	0.33	0.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	1.94
---------------	------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (1.94 < -1.645) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 14 días de edad).

Figura 66 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-0.6 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	0.6 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	25.14	26.37
Varianza, σ ²	2.25	1

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 0.6 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-1.18
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN No se rechaza Ho Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-1.18 < -1.645) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (0.6 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 28 días de edad).

Figura 67 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (0.6) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.2 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	15.44	21.75
Varianza, σ ²	4.00	1.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$$

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 σ1, σ2: Desviación estándar de los grupos.
 N1, N2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo	-4.73
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-4.73 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 7 días de edad).

Figura 68 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.2 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	22.72	24.43
Varianza, σ ²	0.33	1.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2 : Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -2.30

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-2.30 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 14 días de edad).

Figura 69 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - catorce (14) días

**PRUEBA DE HIPÓTESIS
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)**

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.2 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.2 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	25.14	24.9
Varianza, σ ²	2.25	5.33

2. HIPÓTESIS :
u1: f'c Media del grupo 1
u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPÓTESIS ALTERNATIVA: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.2 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
Zo : Estadístico de prueba.
u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
u1, u2 : Cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	0.15
---------------	------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (0.15 < -1.645) es FALSA, entonces SE RECHAZA H1: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.2 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 28 días de edad).

Figura 70 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.2) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.8 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	15.44	30.51
Varianza, σ ²	4.00	0.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-12.54
---------------	--------

5. ESTADISTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-12.54 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 7 días de edad).

Figura 71 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.8 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	22.72	26.34
Varianza, σ ²	0.33	0.60

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-6.50
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-6.50 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 14 días de edad).

Figura 72 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-1.8 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	1.8 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	25.14	25.89
Varianza, σ ²	2.25	4.00

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 1.8 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (28 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-0.52
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN **No se rechaza Ho** Se acepta Ho : u1 ≥ u2

Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-0.59 < -1.645) es FAISA, entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (1.8 kg/m³), NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 28 días de edad).

Figura 73 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (1.8) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - veintiocho (28) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (7 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-2.4 (7 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	15.44	21.57
Varianza, σ ²	4.00	0.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (7 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z= 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

Prueba Z : Zo	-5.10
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-5.10 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento(a los 7 días de edad).

Figura 74 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC - siete (07) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (14 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-2.4 (14 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	22.72	25.81
Varianza, σ ²	0.33	0.33

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 :cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo -6.59

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresion ((Zo < -Z) o (-6.59 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo asi: la incorporacion del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4kg/m3), INCREMENTA la resistencia a flexion del concreto f'c 210 kg/cm2 sometidos a ciclos de congelamiento(a los 14 dias de edad).

Figura 75 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – catorce (14) días

PRUEBA DE HIPÓTESIS

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R)

MUESTRA CONCRETO PATRÓN S. C.C.

C.N (28 DÍAS)

MUESTRA CON POLIP. Y A. INCORPORADOR S.C.C

C.P.A.A-2.4 (28 DÍAS)

1. PARÁMETROS: Datos obtenidos del análisis estadístico de la distribución de frecuencias para datos agrupados.

Cantidad de fibra de polipropileno y aditivo incorporador de aire	0.0 Kg/m ³	2.4 kg/m ³
Numero de muestras, n	3	3
Media, u	25.14	29.12
Varianza, σ ²	2.25	2.25

2. HIPÓTESIS :
 u1: f'c Media del grupo 1
 u2: f'c Media del grupo 2

I) HIPÓTESIS NULA Ho u1 ≥ u2 Se rechaza si: (Zo < -Z)
 La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
NO INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 Sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

II) HIPOTESIS ALTERNATIVA : u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda

La incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire 2.4 kg/m³
INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c = 210 kg/cm²
 sometidos a ciclos de congelamiento (14 días de edad).

3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA : α = 0.05 Z = 1.645

4. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con Medias y Varianzas conocidas se denotan por :

Donde:
 Zo : Estadístico de prueba.
 u1, u2 : Resistencia promedio de los grupos.
 o1, o2: Desviación estándar de los grupos.
 u1, u2 : cantidad de especímenes de los grupos.

$$Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{o_1^2}{N_1} + \frac{o_2^2}{N_2}}}$$

Prueba Z : Zo	-3.25
---------------	-------

5. ESTADÍSTICO DE PRUEBA: Se tiene para un nivel de significancia de 0.05 y nivel de confiabilidad del 95%, corresponde a un valor de Z=1.645
Rechazar Ho si Zo < -1.645

6. CONCLUSIÓN Se rechaza Ho Se acepta Ha : u1 < u2
 Puesto que la expresión ((Zo < -Z) o (-3.25 < -1.645) es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 > u2; con un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%; concluyendo así: la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire (2.4 kg/m³), INCREMENTA la resistencia a flexión del concreto f'c 210 kg/cm² sometidos a ciclos de congelamiento (a los 28 días de edad).

Figura 76 Prueba de hipótesis CN SCC – CPPA (2.4) y 204.3 ml/m³ de incorporador de aire SCC – veintiocho (28) días

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Ensayos de revenimiento o asentamiento en el cono de abrams (astm-c143).

4.1.1.1. Interpretación de Resultados

Los asentamientos fueron registrados para el concreto normal (CN), concreto con adición del polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA); tomando como promedio el resultante de tres datos por cada tipo como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 4.1 Resumen del asentamiento del cono de Abrams

Descripcion	Cantidad de Polipropileno	Cantidad de incorporador de aire	Mediciones tomadas(mm.)			Asentamiento en el cono de Abrams			
			1°	2°	3°	Medicion promedio (mm.)	promedio (")	promedio (mm.)	promedio (")
CN- 01	-	-	98.00	96.00	97.00	97.00	3.82		
CN- 02	-	-	97.00	91.00	91.00	93.00	3.66	94.89	3.74
CN- 03	-	-	95.00	92.00	97.00	94.67	3.73		
CPAA(0.6); -01	0.6 kg/m3	204.3 ml/m3	71.00	79.00	80.00	76.67	3.02		
CPAA(0.6); -02	0.6 kg/m3	204.3 ml/m3	72.00	75.00	77.00	74.67	2.94	74.22	2.92
CPAA(0.6); -03	0.6 kg/m3	204.3 ml/m3	74.00	69.00	71.00	71.33	2.81		
CPAA(1.2)-O1	1.2 kg/m3	204.3 ml/m3	51.00	52.00	49.00	50.67	1.99		
CPAA(1.2)-O2	1.2 kg/m3	204.3 ml/m3	57.00	51.00	49.00	52.33	2.06	50.89	2.00
CPAA(1.2)-O3	1.2 kg/m3	204.3 ml/m3	54.00	48.00	47.00	49.67	1.96		
CPAA(1.8)-01	1.8 kg/m3	204.3 ml/m3	34.00	40.00	39.00	37.67	1.48		
CPAA(1.8)-02	1.8 kg/m3	204.3 ml/m3	39.00	37.00	34.00	36.67	1.44	36.78	1.45
CPAA(1.8)-03	1.8 kg/m3	204.3 ml/m3	36.00	39.00	33.00	36.00	1.42		
CPAA(2.4)-01	2.4 kg/m3	204.3 ml/m3	19.00	20.00	18.00	19.00	0.75		
CPAA(2.4)-02	2.4 kg/m3	204.3 ml/m3	21.00	17.00	19.00	19.00	0.75	18.78	0.74
CPAA(2.4)-03	2.4 kg/m3	204.3 ml/m3	19.00	19.00	17.00	18.33	0.72		

Fuente: Elaboración propia

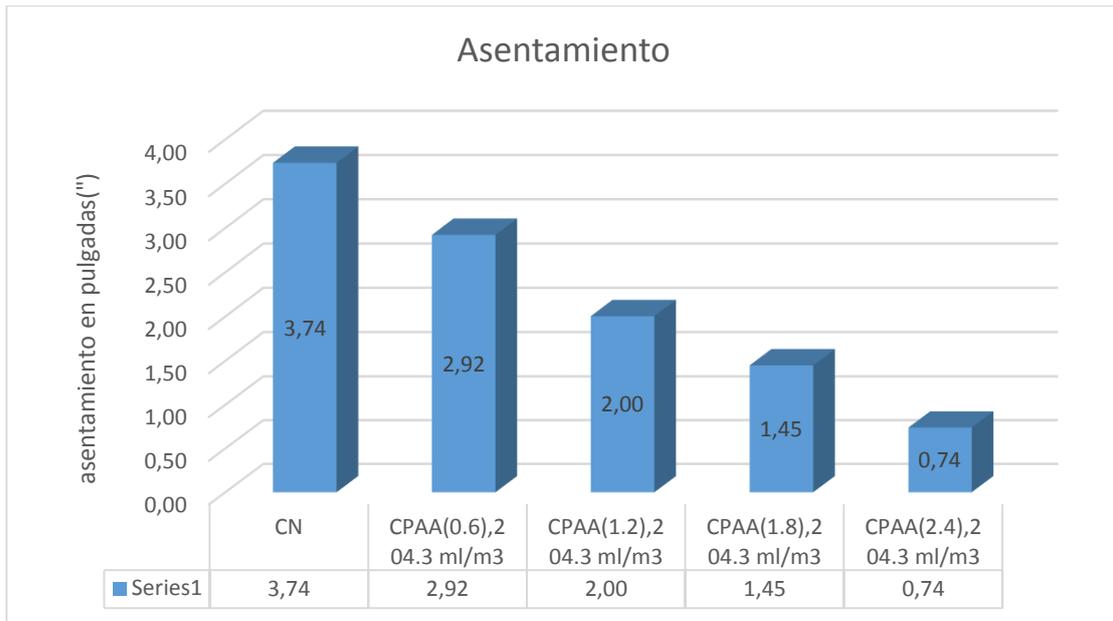


Figura 77 Trabajabilidad

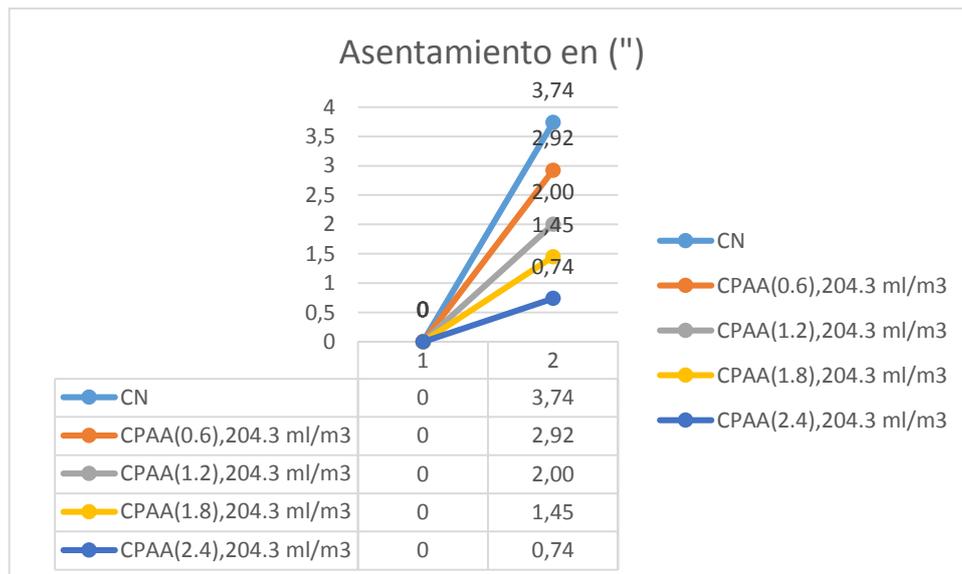


Figura 78 Curva de evolución del asentamiento de concreto

De la tabla 4.1 se observa que el asentamiento promedio para el concreto normal (CN) es de 3.74", el cual está comprendido entre 3" a 4", cumpliéndose así con el asentamiento del diseño de mezcla, garantizándose una consistencia plástica y de adecuada trabajabilidad.

- El asentamiento promedio del CPAA (0.6) y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 204.3 ml/m3 tiene un valor de 2.92", obteniéndose una disminución de 21.93%, con respecto al asentamiento promedio del CN con un valor de 3.74".

- El asentamiento promedio del CPAA (1.2) y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 204.3 ml/m³ tiene un valor de 2.00", obteniéndose una disminución de 46.52%, con respecto al asentamiento promedio del CN con un valor de 3.74".
- El asentamiento promedio del CPAA (1.8) y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 204.3 ml/m³ tiene un valor de 1.45", obteniéndose una disminución de 61.23%, con respecto al asentamiento promedio del CN con un valor de 3.74".
- El asentamiento promedio del CPAA (2.4) y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 204.3 ml/m³ tiene un valor de 0.74", obteniéndose una disminución de 80.21%, con respecto al asentamiento promedio del CN con un valor de 3.57".

Discusión de Resultados

De los resultados obtenidos se puede concluir que el concreto con adición del polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA) disminuye su asentamiento de 21.93% a 80.21% a medida que se va incrementando la dosificación del POLIPROPILENO y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE. Por lo tanto se puede concluir que no MEJORA la TRABAJABILIDAD del concreto por ende rechazamos la cuarta hipótesis específica.

4.1.2. Comparación De La Resistencia A Compresión De Testigos Cilíndricos

Los resultados obtenidos en laboratorio se presentan en la tabla 4.2, tanto para el concreto normal (CN), concreto con polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA)

Tabla 4.2 Comparación de la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos

DESCRIPCION	EDAD	PROMEDIO DE LA RESISTENCIA ALA COMPRESION (03 Testigos)	% RESISTENCIA PROMEDIO
CN	7	139.67	66.51%
CN	14	184.41	87.81%
CN	28	212.93	101.40%
CPAA (0.6) y 204.3 ml/m3	7	147.74	70.35%
CPAA (0.6) y 204.3 ml/m3	14	216.10	102.91%
CPAA (0.6) y 204.3 ml/m3	28	216.33	103.02%
CPAA (1.2) y 204.3 ml/m3	7	163.77	77.98%
CPAA (1.2) y 204.3 ml/m3	14	202.13	96.25%
CPAA (1.2) y 204.3 ml/m3	28	210.89	100.42%
CPAA (1.8) y 204.3 ml/m3	7	179.06	85.27%
CPAA (1.8) y 204.3 ml/m3	14	202.02	96.20%
CPAA (1.8) y 204.3 ml/m3	28	217.75	103.69%
CPAA (2.4) y 204.3 ml/m3	7	183.57	87.41%
CPAA (2.4) y 204.3 ml/m3	14	207.58	98.85%
CPAA (2.4) y 204.3 ml/m3	28	226.44	107.83%

Fuente: Elaboración propia

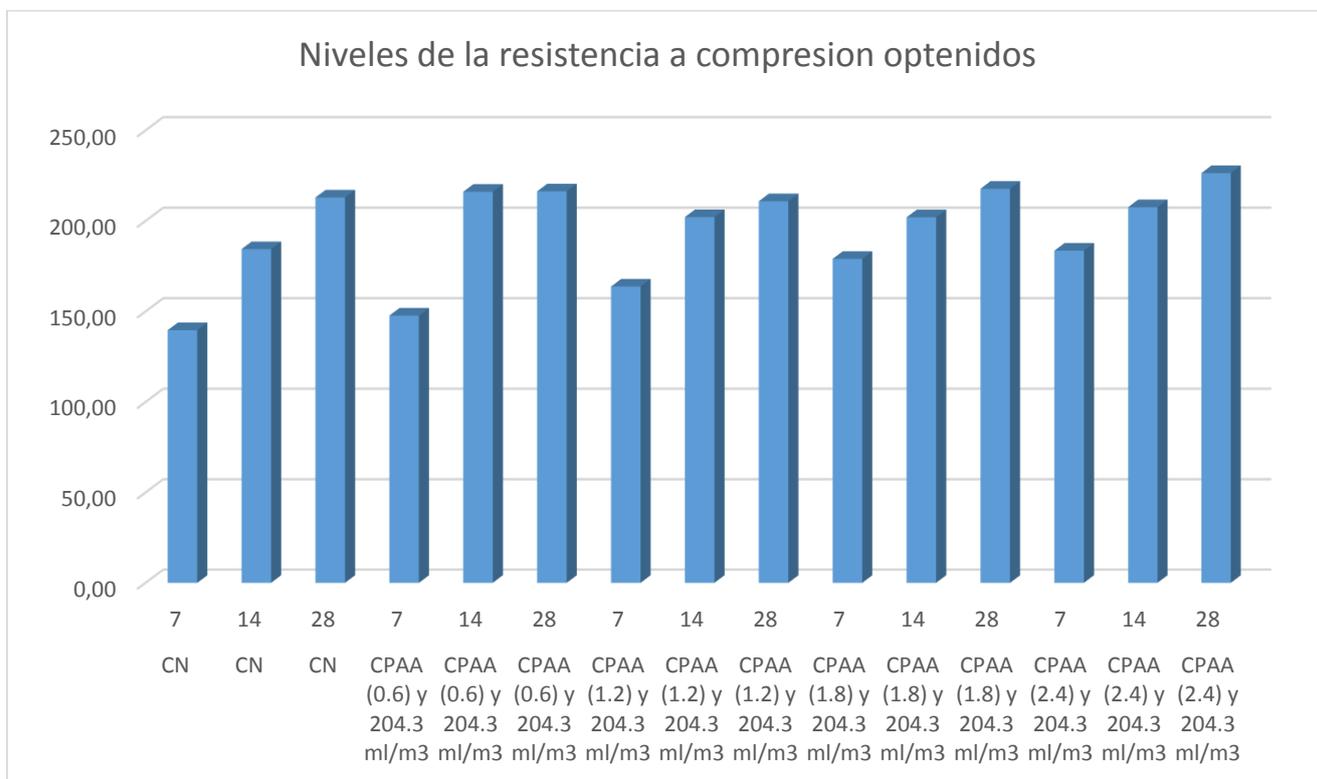


Figura 79 Evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento

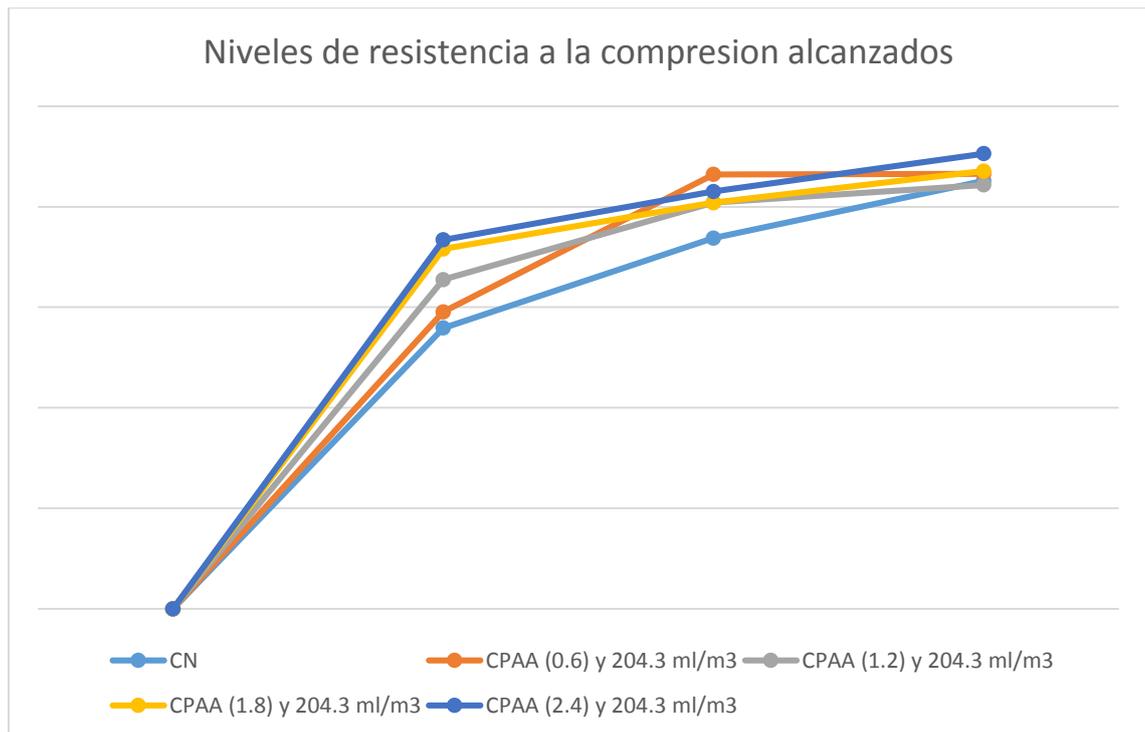


Figura 80 curva de evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento

Se observa en la tabla 4.2, que la resistencia promedio para el concreto normal (CN) a la edad de veintiocho (28) días es de 212.93 kg/cm² (101.40%), cumpliéndose con la resistencia de diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

4.1.2.1 Interpretación De Datos: Concreto Normal “CN” - Concreto Con Polipropileno 0.6 kg/m³ y Aditivo Incorporador De Aire 204.3 ml/m³.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 147.74 kg/cm², y representa el 105.78% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (139.67 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 5.78%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 216.10kg/cm², y representa el 117.18% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (184.41 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 4.66%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 216.33 kg/cm², y representa el 101.60 % respecto a la resistencia alcanzada por el concreto

normal (212.93 kg/cm²). Teniéndose así una reducción en la resistencia a la compresión de 4.66%.

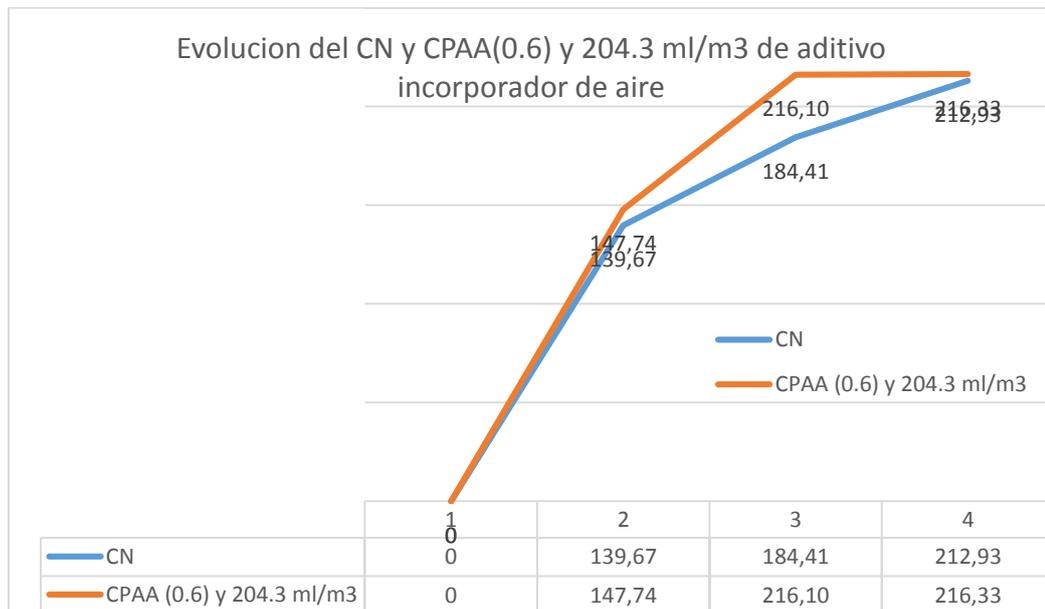


Figura 81 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.2.3. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 163.77 kg/cm², y representa el 117.25% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (139.67 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 17.25%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 202.13 kg/cm², y representa el 109.61% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (184.41 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 9.61%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 210.89 kg/cm², y representa el 99.04% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (212.93 kg/cm²). Teniéndose así una reducción en la resistencia a la compresión de 0.96%.

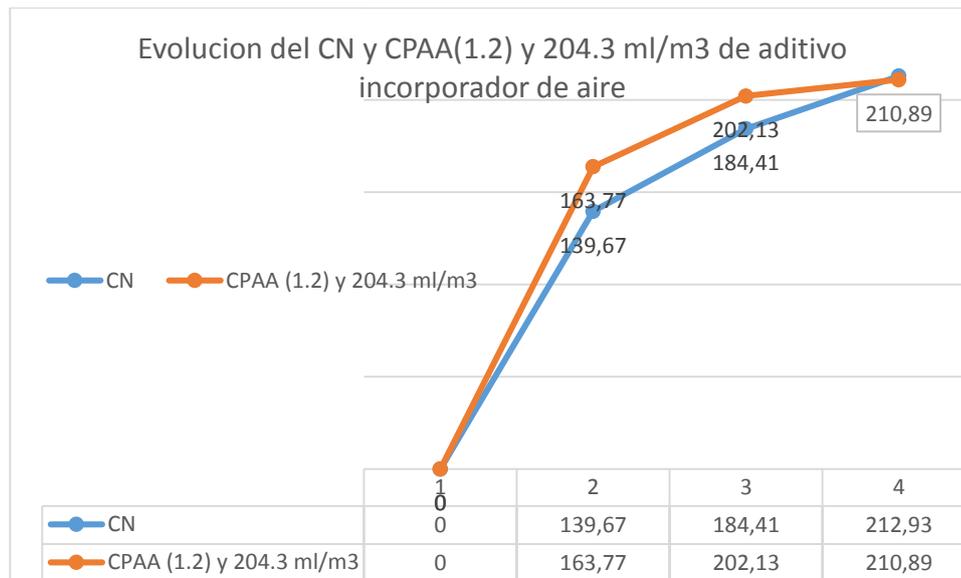


Figura 82 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.2.4. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³.

- El f'_c promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 179.06 kg/cm², y representa el 128.20% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (139.67 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 28.20%.
- El f'_c promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 202.02 kg/cm², y representa el 109.55% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (184.41 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 9.55%.
- El f'_c promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 217.75 kg/cm², y representa el 102.26% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (212.93 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 2.26%.

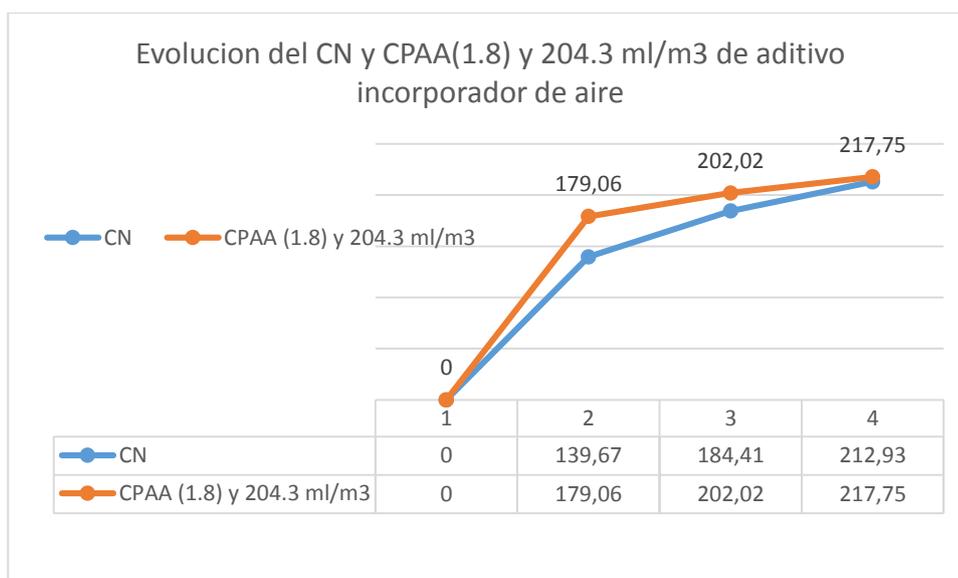


Figura 83 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.2.5. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 183.57 kg/cm², y representa el 131.43% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (139.67 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 31.43%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 207.58 kg/cm², y representa el 112.56% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (184.41 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 12.56%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³; es de 226.44 kg/cm², y representa el 106.34% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal (212.93 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 6.34%.

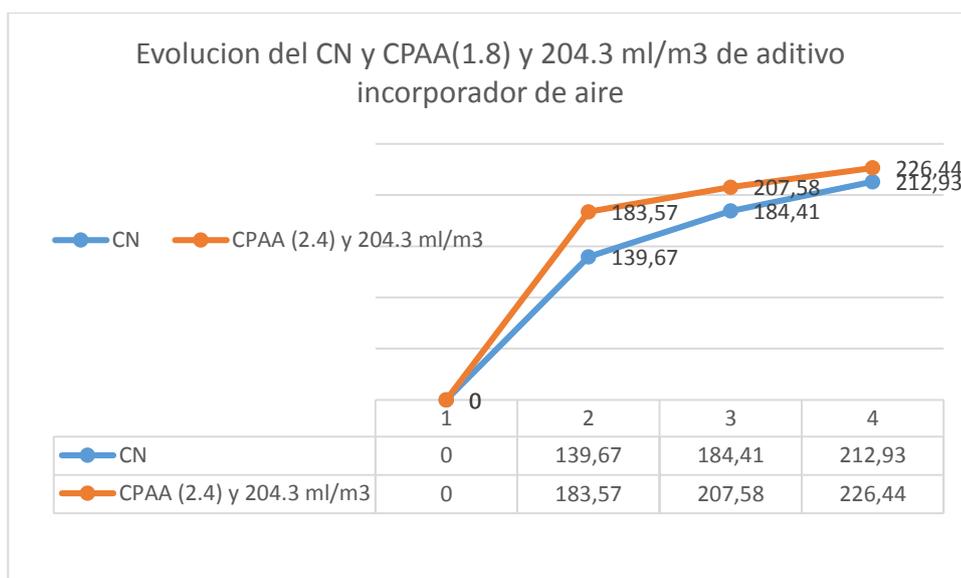


Figura 84 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

Discusión de resultados

Con los resultados obtenidos se puede concluir que la resistencia a compresión del concreto con adición del polipropileno y el aditivo incorporador de aire aumentó hasta 43.90 kg/cm² (31.43%), a los siete (07) días de edad y 23.17 kg/cm² (12.56%), a los catorce (14) días de edad, 13.51 kg/cm² (6.34%), a los veintiocho (28) días de edad dependiendo del tipo de dosificación, con respecto al concreto normal “CN”, y por ende MEJORA la resistencia a compresión validando la hipótesis específica “Uno”.

4.1.3. Comparación de la Resistencia a Compresión de Testigos Cilíndricos Sometidos a ciclos de Congelamiento.

Los resultados obtenidos en laboratorio se presentan en la tabla, tanto para el concreto normal (CN) sometidos a ciclos de congelamiento, concreto con polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA) sometidos a ciclos de congelamiento.

Tabla 4.3 Comparación de la resistencia a compresión de testigos cilíndricos sometidos a ciclos de congelamiento

DESCRIPCION (testigos sometidos a ciclos de congelamiento)	EDAD	TEMPERATURA AL QUE FUE SOMETIDO (°C)	PROMEDIO DE LA RESISTENCIA ALA COMPRESION (03 Testigos)	% RESISTENCIA PROMEDIO
CN	7	-25	113.85	54.22
CN	14	-25	144.32	68.72
CN	28	-25	199.12	94.82
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m3	7	-25	148.16	70.55
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m3	14	-25	213.69	101.76
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m3	28	-25	218.19	103.90
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m3	7	-25	159.20	75.81
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m3	14	-25	205.95	98.07
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m3	28	-25	209.09	99.57
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m3	7	-25	170.62	81.25
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m3	14	-25	192.82	91.82
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m3	28	-25	209.54	99.78
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m3	7	-25	170.88	81.37
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m3	14	-25	201.76	96.08
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m3	28	-25	216.34	103.02

Fuente: Elaboración propia

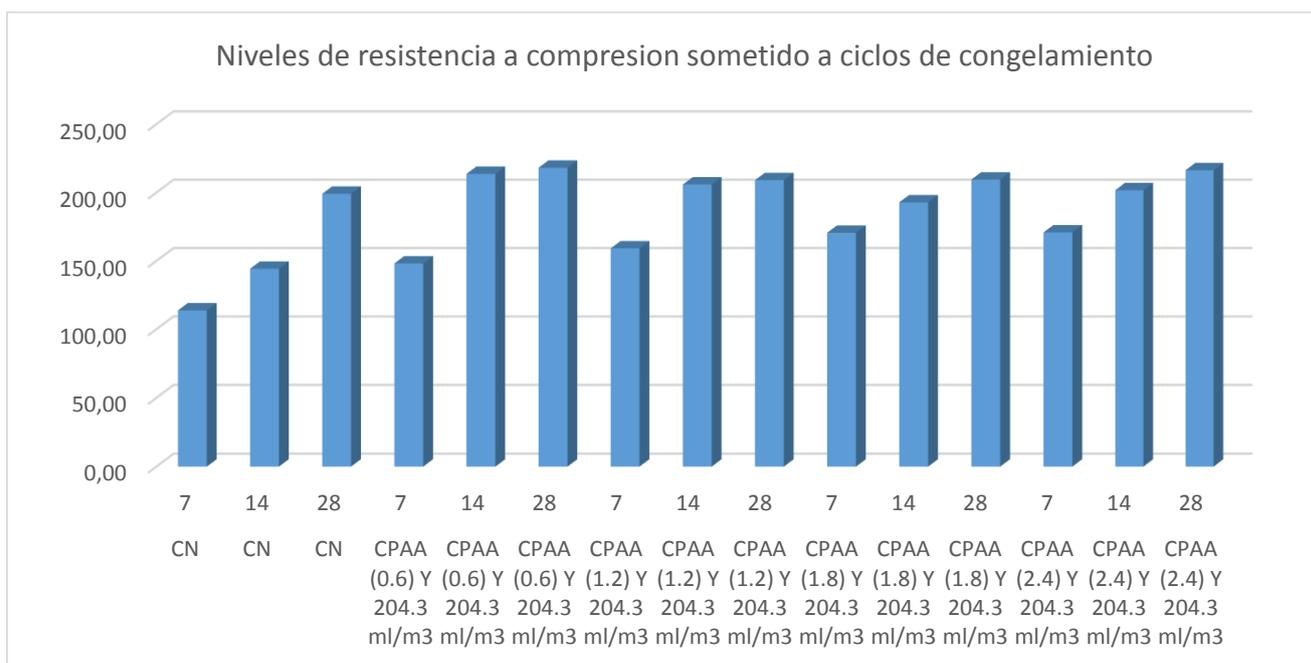


Figura 85 Evolución del concreto sometidos a ciclos de congelamiento

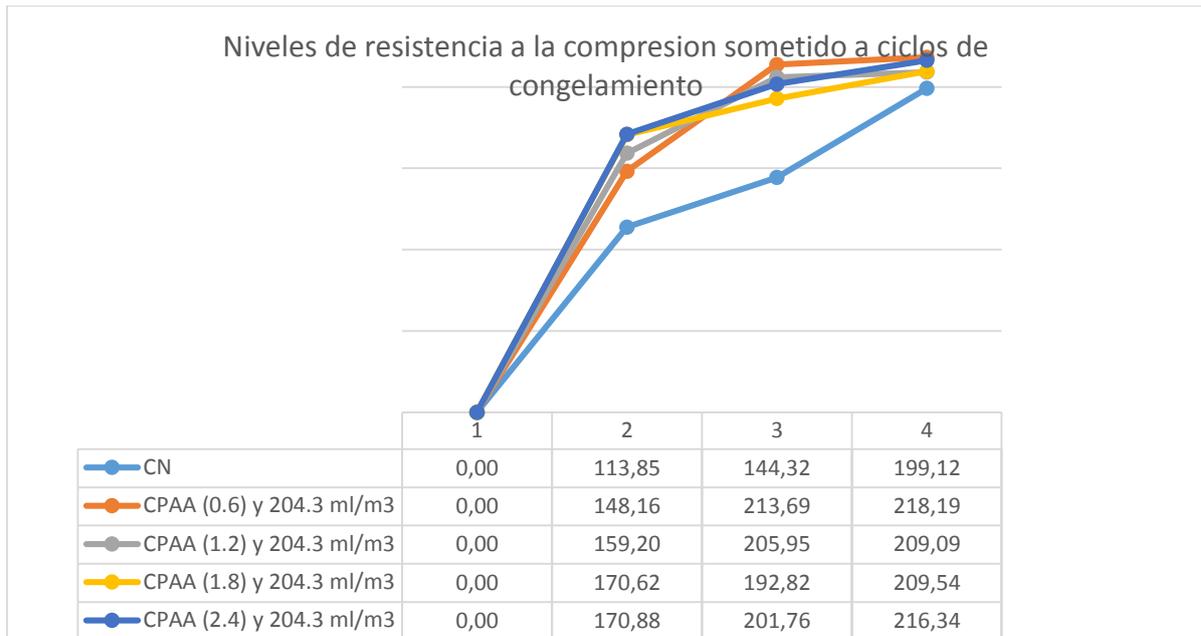


Figura 86 Interpretación del concreto normal - concreto con polipropileno y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

Se observa en la tabla, que la resistencia promedio para el concreto normal (CN) sometido a ciclos de congelamiento a la edad de veintiocho (28) días es de 199.12 kg/cm² (94.82%), el cual no cumple con la resistencia de diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Puesto que están siendo sometidas a temperaturas de -25 °C.

4.1.3.1. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos congelamiento.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 148.16 kg/cm², y representa el 130.14% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (113.85 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 30.14%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 213.69 kg/cm², y representa el 148.07% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (144.32 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 48.07%.

- El f_c promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento; es de 218.19 kg/cm^2 , y representa el 109.58% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (199.12 kg/cm^2). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 9.58%.

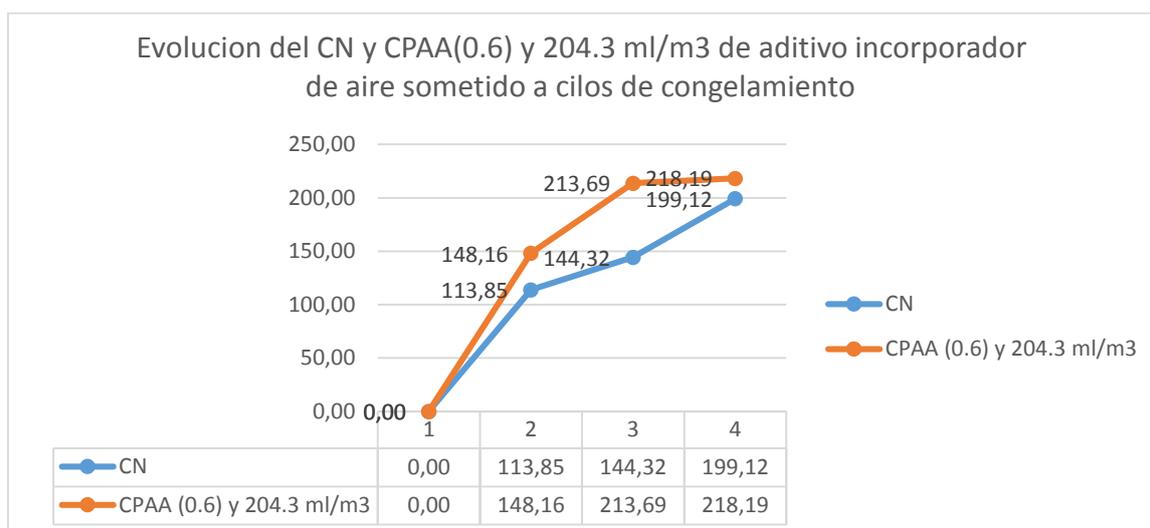


Figura 87 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m^3 y 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.3.2. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 1.2 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos congelamiento.

- El f_c promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento; es de 159.20 kg/cm^2 , y representa el 139.83% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (113.85 kg/cm^2). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 39.83%.
- El f_c promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento; es de 205.95 kg/cm^2 , y representa el 142.70% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento

(144.32 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 42.70%.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 209.09 kg/cm², y representa el 105.01% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (199.12 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 5.01%.

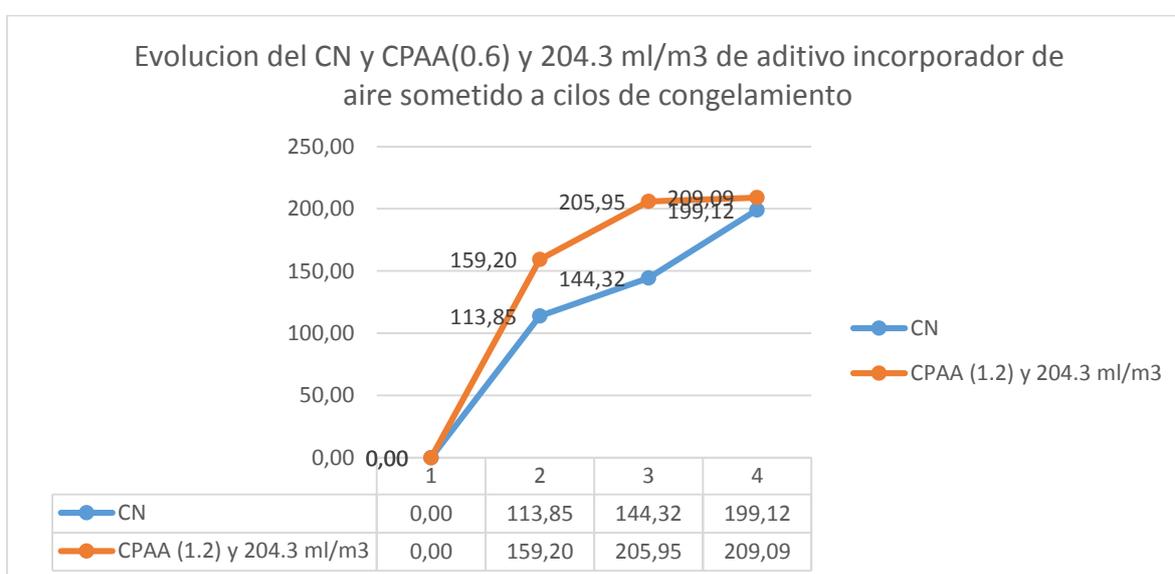


Figura 88 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.3.3. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos congelamiento.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 170.62 kg/cm², y representa el 149.86% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (113.85 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 49.86%.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento; es de 192.84 kg/cm^2 , y representa el 133.62% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (144.32 kg/cm^2). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 33.62%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento; es de 209.54 kg/cm^2 , y representa el 105.23% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (199.12 kg/cm^2). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 5.23%.

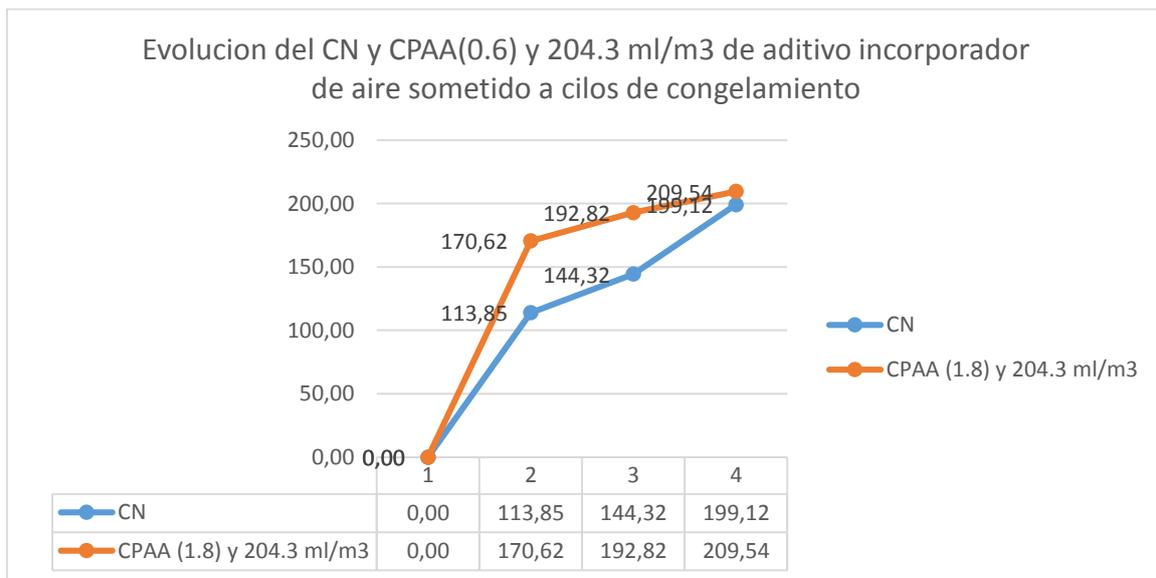


Figura 89 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m^3 y 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.3.4. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 2.4 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos congelamiento.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m^3 y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m^3 sometidos a ciclos de congelamiento; es de 170.88 kg/cm^2 , y representa el 150.09% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento

(113.85 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 50.09%.

- El $f'c$ promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 201.76 kg/cm², y representa el 139.80% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (144.32 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 39.80%.
- El $f'c$ promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 216.34 kg/cm², y representa el 108.65% respecto a la resistencia alcanzada por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (199.12 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en la resistencia a la compresión de 8.65%.

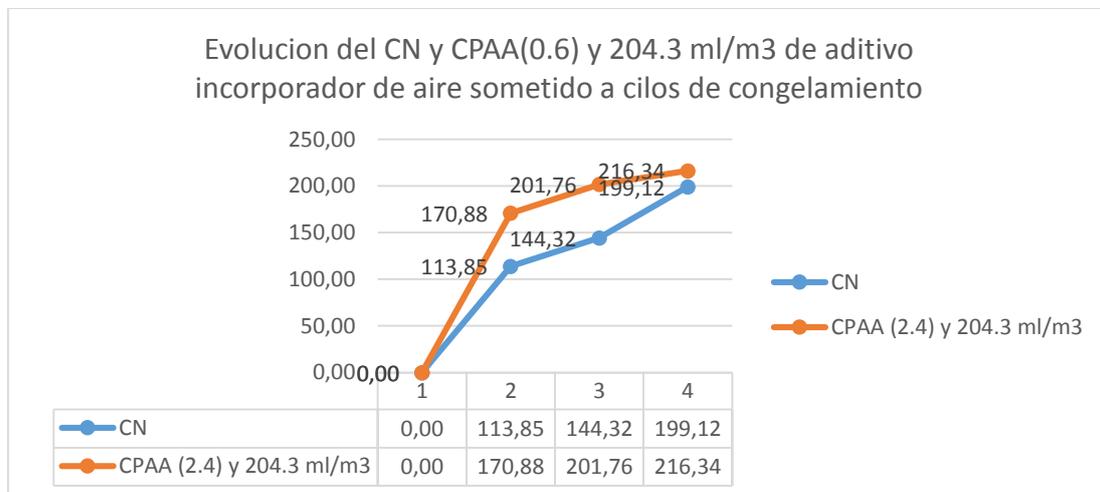


Figura 90 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

Discusión de resultados

- Con los resultados obtenidos se puede concluir que la resistencia a compresión del concreto con adición del polipropileno y el aditivo incorporador de aire sometidos a ciclos de congelamiento, aumentó hasta 57.03 kg/cm² (50.09%) a los siete (07) días de edad y 69.37 kg/cm² (48.07%), a los catorce (14)días de edad, 19.07 kg/cm² (9.58%), a los veintiocho (28) días de edad dependiendo del tipo de dosificación,

con respecto al concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento, y por ende MEJORA la resistencia a compresión validando la hipótesis específica “Dos”.

4.1.4. Comparación De La Resistencia A Flexión Del Concreto En Vigas

Los resultados obtenidos en laboratorio se presentan en la tabla, tanto para el concreto normal (CN), concreto con polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA)

Tabla 4.4 92 Comparación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas

DESCRIPCION	EDAD	PROMEDIO DE LA RESISTENCIA ALA FLEXION (03 Testigos)	% RESISTENCIA PROMEDIO
CN	7	21.78	69.01
CN	14	28.95	91.72
CN	28	31.56	100.00
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m3	7	22.13	70.12
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m3	14	30.40	96.31
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m3	28	33.26	105.38
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m3	7	24.90	78.88
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m3	14	31.18	98.78
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m3	28	35.35	112.00
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m3	7	29.75	94.25
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m3	14	30.69	97.22
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m3	28	35.12	111.27
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m3	7	29.60	93.76
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m3	14	30.81	97.62
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m3	28	34.55	109.46

Fuente: Elaboración propia

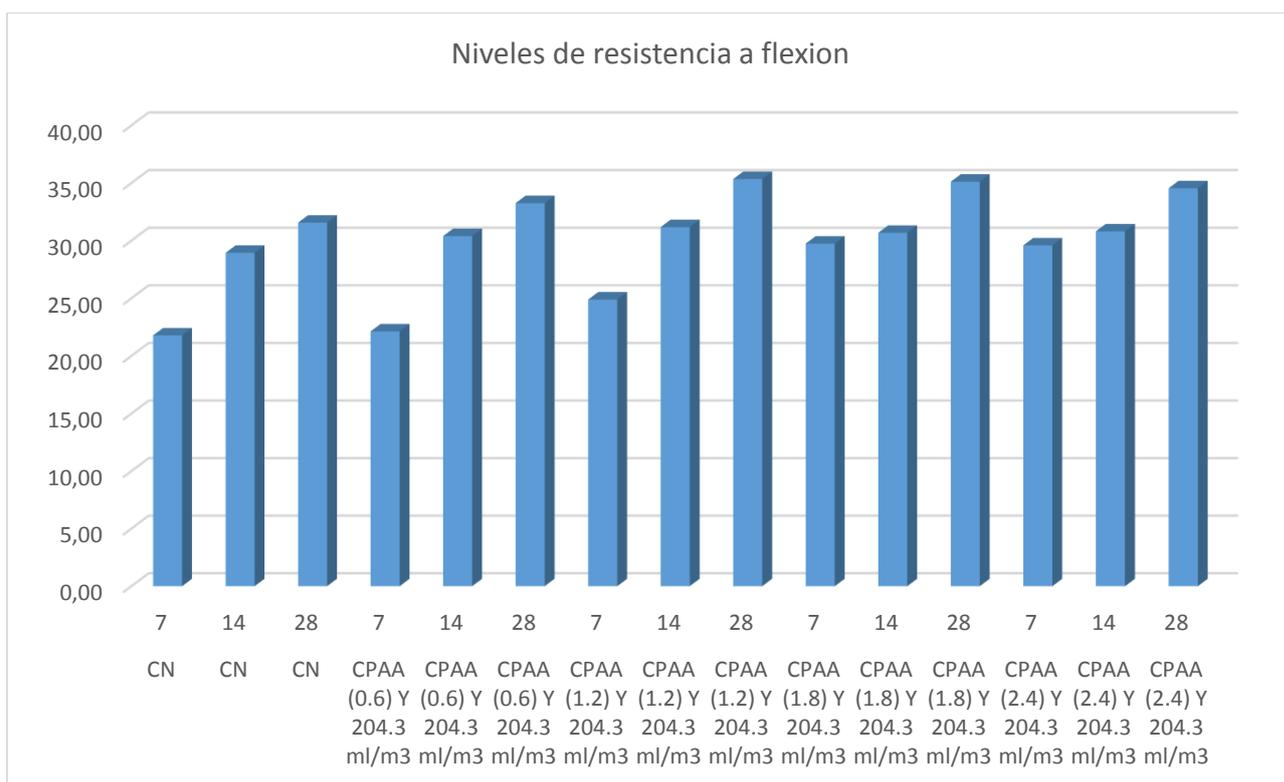


Figura 91 Evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento

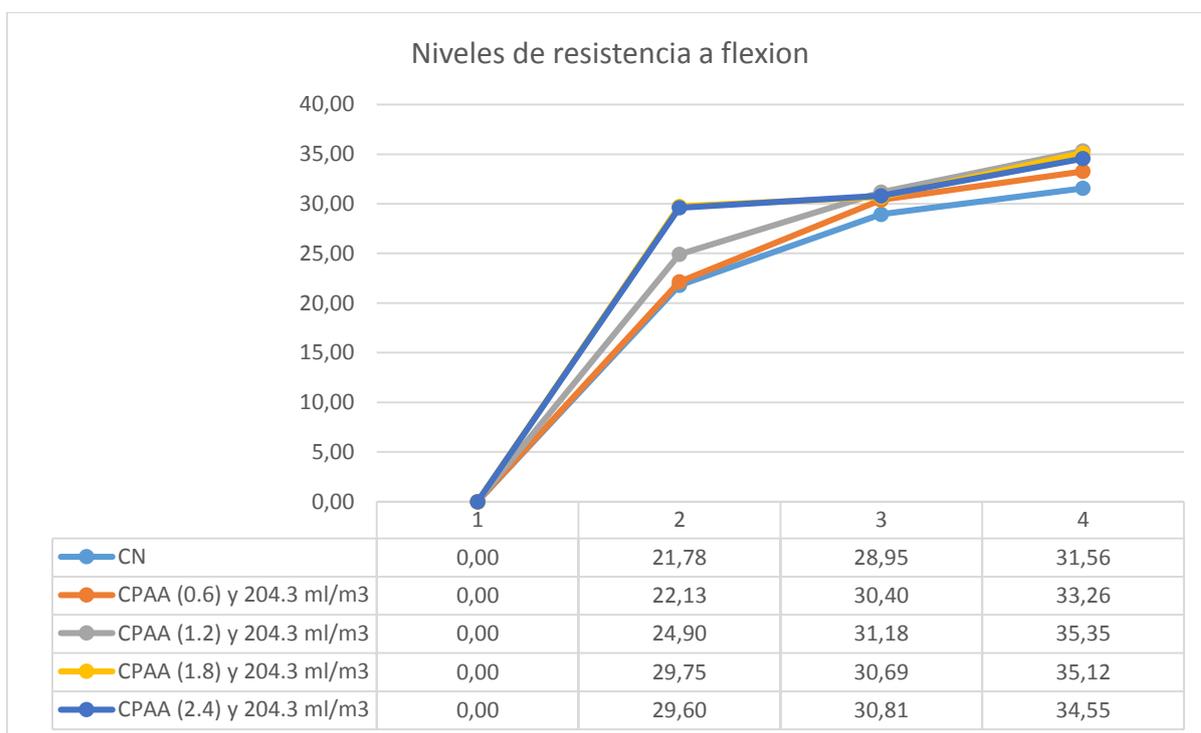


Figura 92 Curva de evolución del concreto sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.4.1. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ “CPAA (0.6)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 22.13 kg/cm², y representa el 101.61% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (21.78 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 1.61%.
- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 30.40 kg/cm², y representa el 105.01% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (28.95 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 5.01%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 33.26 kg/cm², y representa el 105.39% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (31.56 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 5.39%.

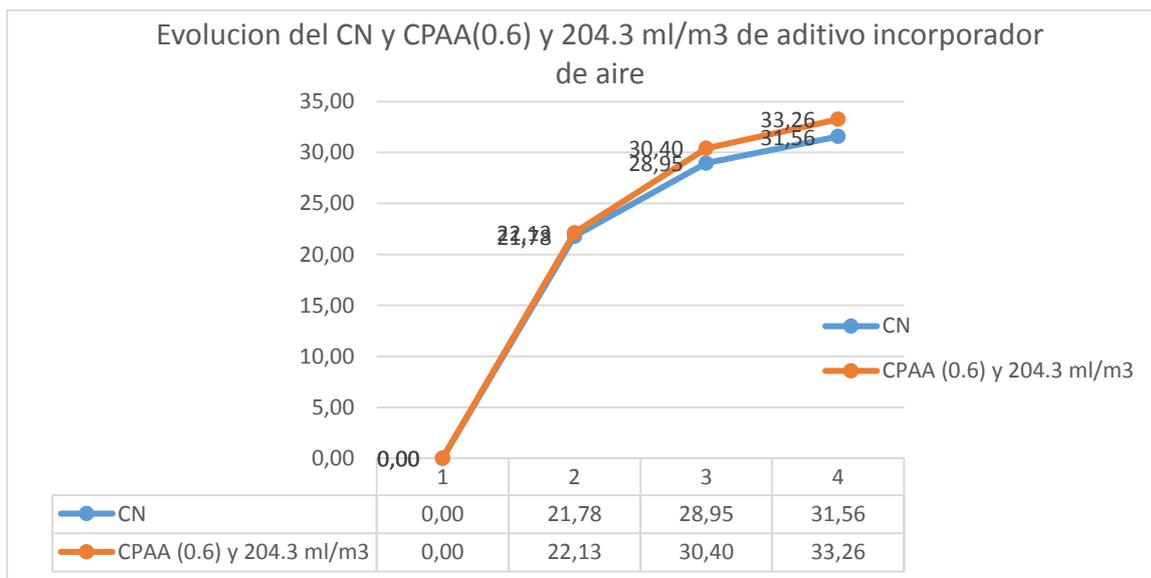


Figura 93 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.4.2. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ “CPAA (1.2)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 24.90 kg/cm², y representa el 114.33% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (21.78 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 14.33%.
- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 31.18 kg/cm², y representa el 107.70% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (28.95 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 7.70%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 33.26 kg/cm², y representa el 105.39% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (31.56 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 5.39%.

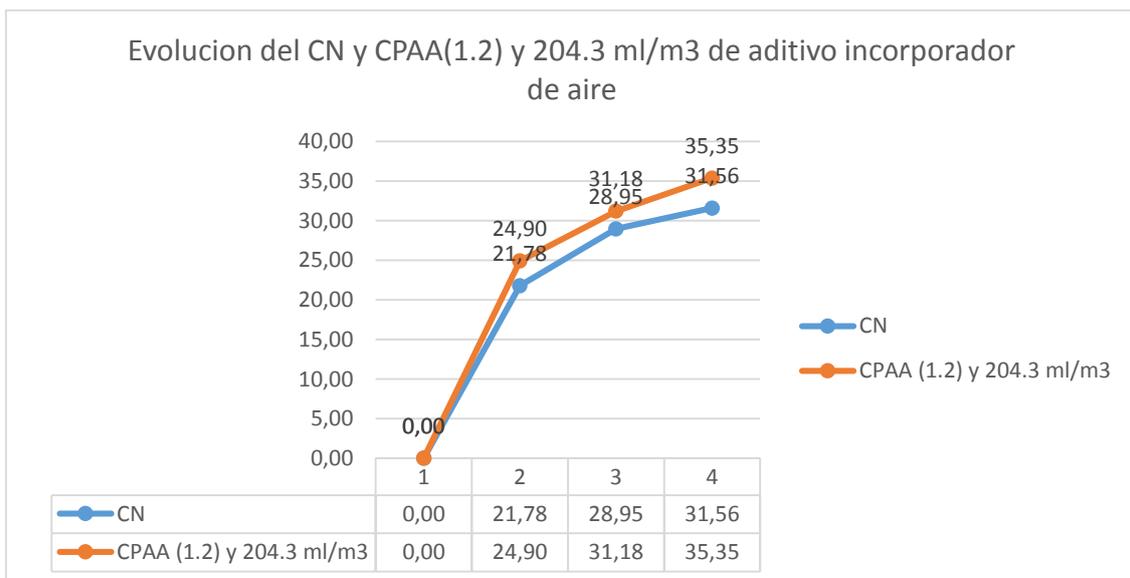


Figura 94 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.4.3. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ “CPAA (1.8)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 29.75 kg/cm², y representa el 136.59% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (21.78 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 36.59%.
- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 30.69 kg/cm², y representa el 106.01% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (28.95 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 6.01%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 35.12 kg/cm², y representa el 111.28% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (31.56 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 11.28%.

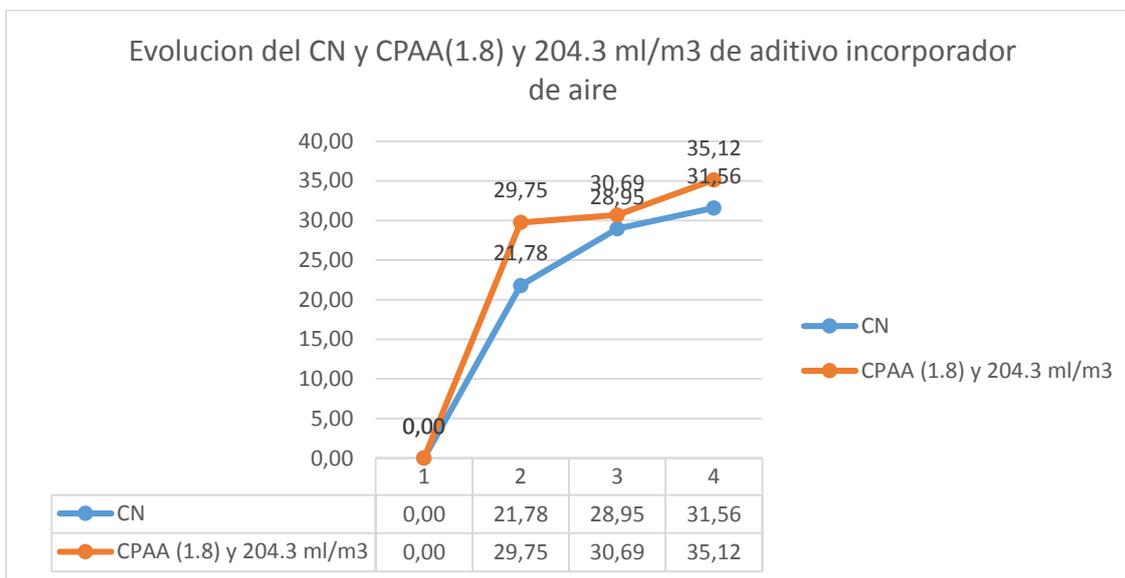


Figura 95 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

4.1.4.4. Interpretación de datos: concreto normal “CN” - concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ “CPAA (2.4)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 29.60 kg/cm², y representa el 135.90% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (21.78 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 35.90%.
- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 30.81 kg/cm², y representa el 106.42% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (28.95 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 6.42%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³; es de 34.55 kg/cm², y representa el 109.47% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal (31.56 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 9.47%.

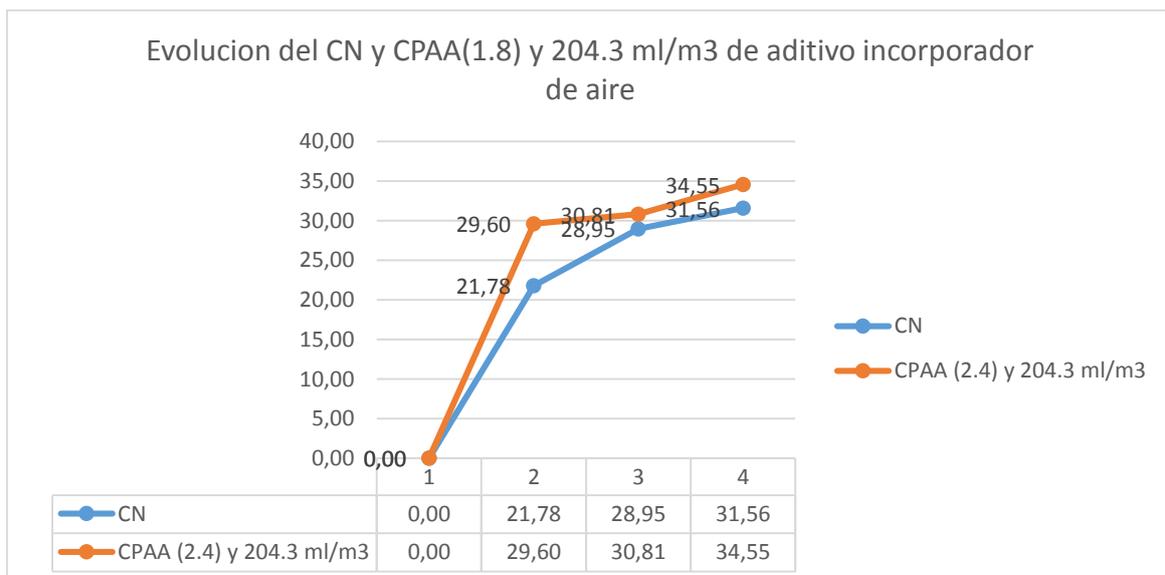


Figura 96 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sin someter a ciclos de congelamiento

Discusión de resultados

Por lo tanto, y según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, se concluye que la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire en el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incrementa considerablemente el módulo de ruptura a los siete (07) días 7.97 kg/cm^2 (36.59%), a los catorce (14) días 2.23 kg/cm^2 (7.70%) y a los veintiocho (28) días 4.00 kg/cm^2 (11.28%), según la cantidad de polipropileno y aditivo incorporador de aire, y por ende MEJORA su resistencia a la flexión, aceptándose por completo la hipótesis general planteada.

4.1.5. Comparación de la resistencia a flexión del concreto en vigas sometidos a ciclos de congelamiento “CN” y concreto con polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA) sometidos a ciclos de congelamiento.

Los resultados obtenidos en laboratorio se presentan en la tabla, tanto para el concreto normal (CN) sometidos a ciclos de congelamiento ($-25 \text{ }^\circ\text{C}$), concreto con polipropileno y aditivo incorporador de aire (CPAA) sometidos a ciclos de congelamiento ($-25 \text{ }^\circ\text{C}$).

Tabla 4.5 comparación de la resistencia a flexión del concreto en vigas sometidos a ciclos de congelamiento

DESCRIPCION (testigos sometidos a ciclos de congelamiento)	EDAD	TEMPERATURA AL QUE FUE SOMETIDO ($^\circ\text{C}$)	Promedio de la resistencia a la FLEXION (03 Testigos)	% RESISTENCIA PROMEDIO
CN	7	-25	15.43	61.38
CN	14	-25	22.72	90.39
CN	28	-25	25.14	100.00
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m ³	7	-25	18.64	74.14
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m ³	14	-25	21.81	86.77
CPAA (0.6) Y 204.3 ml/m ³	28	-25	26.37	104.89
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m ³	7	-25	21.75	86.53
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m ³	14	-25	24.43	97.16
CPAA (1.2) Y 204.3 ml/m ³	28	-25	24.90	99.03
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m ³	7	-25	20.51	81.57
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m ³	14	-25	26.34	104.79
CPAA (1.8) Y 204.3 ml/m ³	28	-25	25.89	102.98
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m ³	7	-25	21.57	85.79
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m ³	14	-25	25.81	102.68
CPAA (2.4) Y 204.3 ml/m ³	28	-25	29.12	115.83

Fuente: Elaboración propia



Figura 97 Evolución del concreto sometidos a ciclos de congelamiento

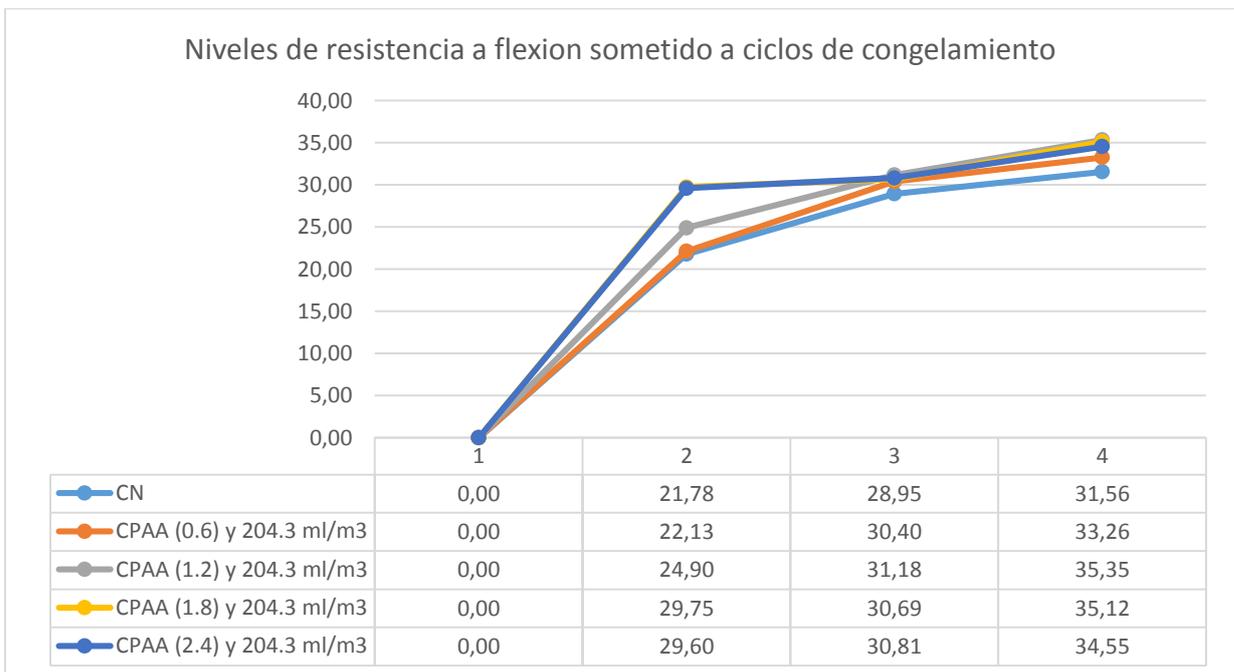


Figura 98 Curva de evolución del concreto sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.5.1. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento “CPAA - 0.6”.

- El R promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de

congelamiento; es de 18.64 kg/cm², y representa el 120.80% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (15.43 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 20.80%.

- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 21.81 kg/cm², y representa el 95,99% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (22.72 kg/cm²). Teniéndose así una reducción en el módulo de ruptura de 4.01%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 0.6 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 26.37 kg/cm², y representa el 104.89% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (25.14 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 4.89 %.

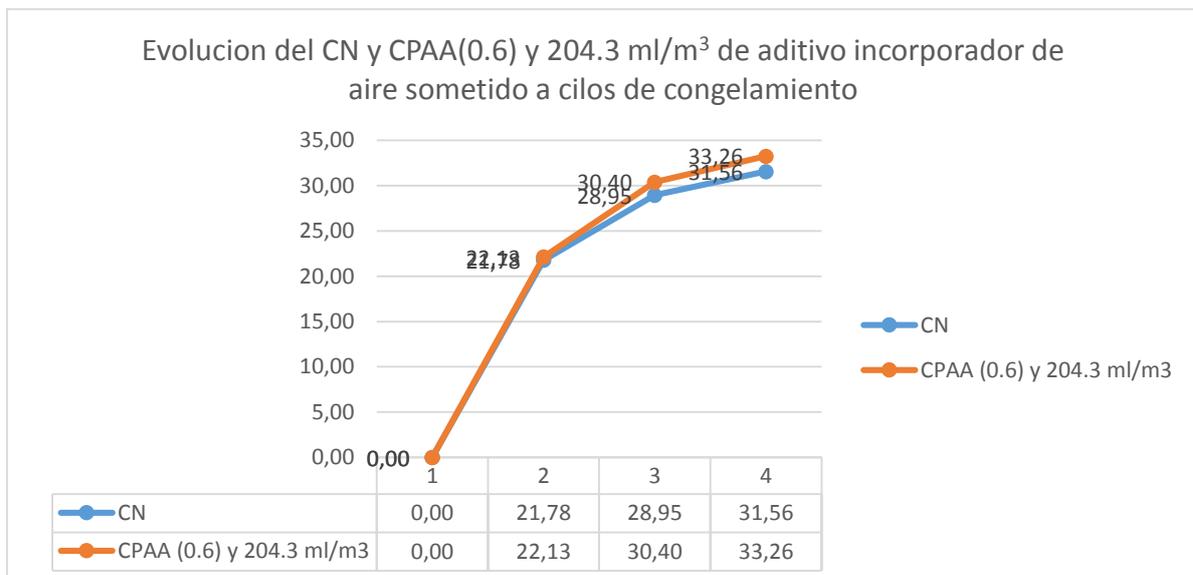


Figura 99 Interpretación del concreto normal - concreto con 0.6 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.5.2. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento“cpaa (1.2)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de

congelamiento; es de 21.75 kg/cm², y representa el 140.96% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (15.43 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 40.96%.

- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 24.43 kg/cm², y representa el 107.53% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (22.72 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 7.53%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.2 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 24.90 kg/cm², y representa el 99.05% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (25.14 kg/cm²). Teniéndose así una reducción en el módulo de ruptura de 0.95%.

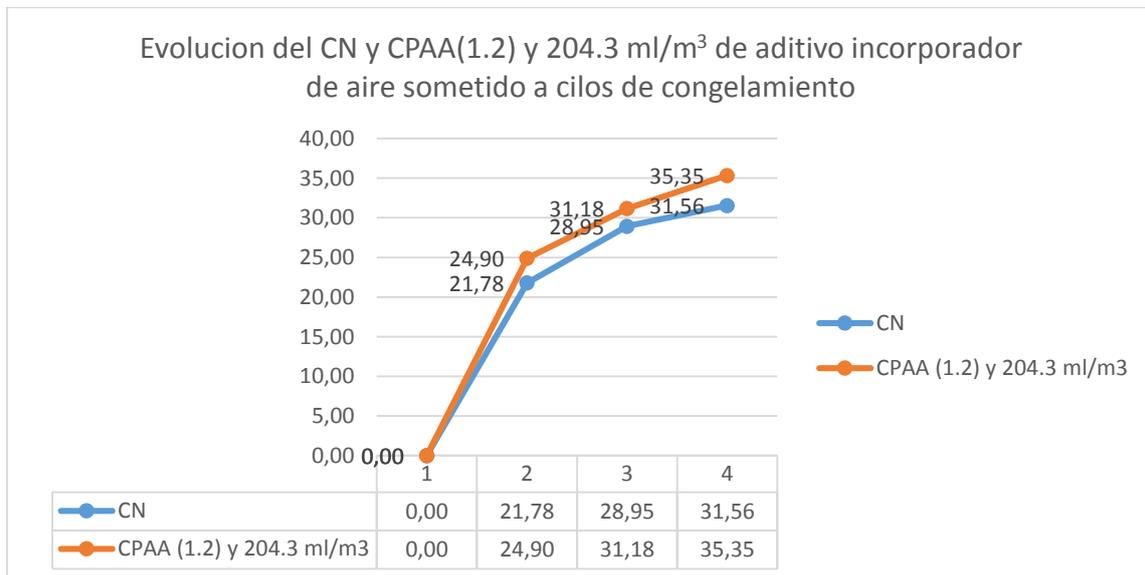


Figura 100 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.5.3. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento“cpaa (1.8)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 20.51 kg/cm², y representa el 132.92% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (15.43 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 32.92%.
- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 26.34 kg/cm², y representa el 115.93% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (22.72 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 15.93%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 1.8 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 25.89 kg/cm², y representa el 102.98% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (25.14 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 2.98%.

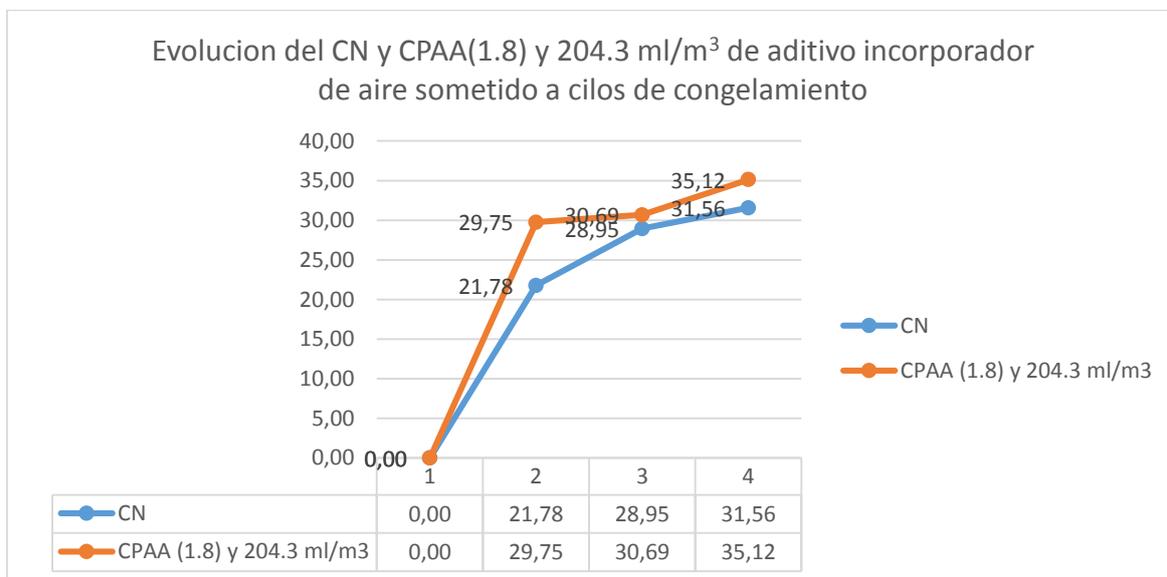


Figura 101 Interpretación del concreto normal - concreto con 1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

4.1.5.4. Interpretación de datos: concreto normal “CN” sometidos a ciclos de congelamiento - concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivo incorporador de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento “CPAA (2.4)”:

- El *R* promedio desarrollado a los siete (07) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 21.57 kg/cm², y representa el 139.79% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (15.43 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 39.79%.
- El *R* promedio desarrollado a los catorce (14) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 25.81 kg/cm², y representa el 113.60% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (22.72 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 13.60%.
- El *R* promedio desarrollado a los veintiocho (28) días por el concreto con polipropileno 2.4 kg/m³ y aditivos incorporadores de aire 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento; es de 29.12 kg/cm², y representa el 115.83% respecto al módulo de ruptura alcanzado por el concreto normal sometidos a ciclos de congelamiento (25.14 kg/cm²). Teniéndose así un incremento en el módulo de ruptura de 15.83%.

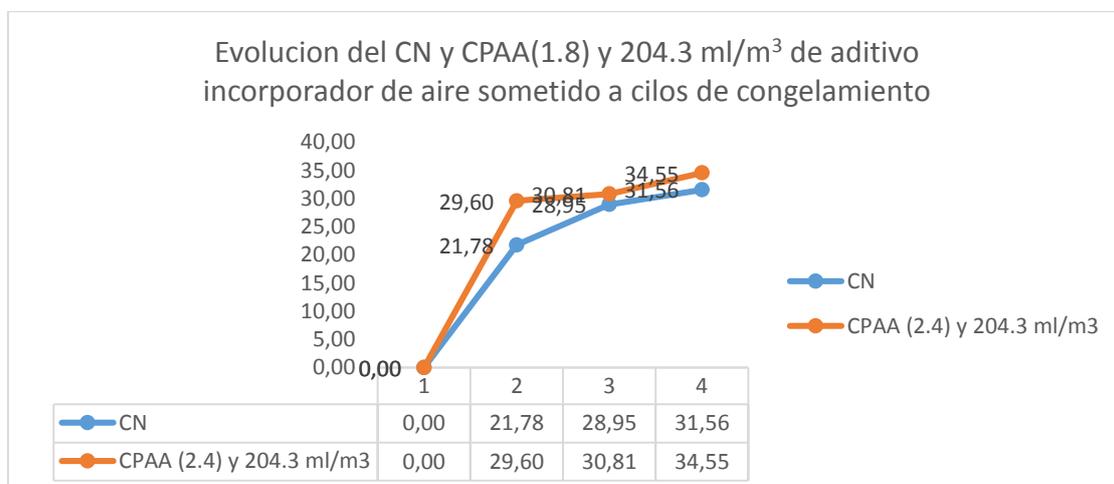


Figura 102 Interpretación del concreto normal - concreto con 2.4 kg/m³ y 204.3 ml/m³ sometidos a ciclos de congelamiento

Discusión de resultados

Por lo tanto, y según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, se concluye que la incorporación del polipropileno y aditivo incorporador de aire en el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ sometidos a ciclos de congelamiento incrementa considerablemente el módulo de ruptura a los siete (07) días 6.32 kg/cm^2 (40.96%), a los catorce (14) días 3.62 kg/cm^2 (15,93%) y a los veintiocho (28) días 3.98 kg/cm^2 (15.83%), según la cantidad de polipropileno y aditivo incorporador de aire, y por ende MEJORA su resistencia a la flexión, aceptándose por completo la hipótesis general planteada.

5. CONCLUSIONES

5.1. Conclusión General

- La incorporación del polipropileno y el aditivo incorporador de aire en el diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sometidos a ciclos de congelamiento, mejora parcialmente la resistencia a la compresión y significativamente su resistencia a la flexión (Módulo de ruptura). Respecto a la trabajabilidad se ha determinado que la adición del polipropileno y el aditivo incorporador de aire presenta una tendencia a la reducción en el SLUMP del diseño de mezcla del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ según el porcentaje de adición del polipropileno y aditivo incorporador de aire.

5.2. Conclusiones Específicas

- ✓ Con referencia a la resistencia a la compresión, según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, se concluye que a los 28 días de edad la adición del POLIPROPILENO y los aditivos INCORPORADORES DE AIRE en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ aumenta la resistencia a la compresión en (+4.66%,-0.96%, +2.26% Y +6.34 %) para las dosis de 0.6 kg/m^3 , 1.2 kg/m^3 , 1.8 kg/m^3 y 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de incorporador de aire en todos los grupos de diseño y utilizando un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%, podemos afirmar que MEJORA parcialmente su resistencia a la compresión.
- ✓ Con referencia a la resistencia a la compresión del concreto normal (CN) sometidos a ciclos de congelamiento ($-25 \text{ }^\circ\text{C}$) se obtuvo una resistencia a compresión de 199.12 kg/cm^2 (94.82%), y con la incorporación del polipropileno i aditivo incorporador de aire se obtuvo una resistencia a compresión de 218.19 kg/cm^2 (103.90%) utilizando una dosificación de 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire, utilizando un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%, el cual podemos afirmar que MEJORA la resistencia a la compresión sometidos a ciclos de congelamiento ($-25 \text{ }^\circ\text{C}$) aceptando la segunda hipótesis específica planteada.

- ✓ Con referencia a la resistencia a la flexión del concreto normal (CN) sometidos a ciclos de congelamiento ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) se obtuvo una resistencia a la flexión de 25.14 kg/cm^2 (100%), según los resultados obtenidos y con la incorporación del polipropileno i aditivo incorporador de aire se obtuvo una resistencia a la flexión de 29.12 kg/cm^2 (115.83%) utilizando una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire, utilizando un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad del 95%, el cual podemos afirmar que MEJORA la resistencia a la flexión sometidos a ciclos de congelamiento ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) aceptando la tercera hipótesis específica planteada.

- ✓ Con respecto a la trabajabilidad, según los resultados obtenidos y analizados en la presente investigación, se concluye que la incorporación del polipropileno y el aditivo incorporador de aire en el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ reduce considerablemente su asentamiento (desde un 21.93% hasta un 80.21%, según la cantidad de polipropileno i aditivo incorporador de aire), y por ende NO MEJORA su trabajabilidad, rechazando la cuarta hipótesis específica planteada.

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda usar una dosificación de 0.6 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia a compresión del concreto sometidos a climas severos (heladas).
- Se recomienda usar una dosificación de 2.4 kg/m^3 de polipropileno y 204.3 ml/m^3 de aditivo incorporador de aire para mejorar la resistencia a la flexión del concreto sometidos climas severos (heladas).
- Continuar esta línea de investigación aumentando la cantidad de muestras, además evaluar la resistencia a edades superiores a los 28 días para ver la tendencia de concretos así poder ver el comportamiento en las propiedades de concreto (resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad (slump)).
- Los resultados obtenidos con el desarrollo del proyecto de tesis no son definitivos como respuesta a los ciclos de congelamiento, son solo un primer paso en el análisis de este fenómeno que pretenden ser la base para futuras investigaciones en este campo.

7. REFERENCIAS

7.1. Libros

- Abanto, F. (1995). Tecnología del concreto. Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos.
- Pasquel, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto. Lima, Perú.
- Rivva, E. (2014). Diseño de mezclas (Segunda Edición). Lima.

7.2. Tesis

- Verónica Barros y Hugo Ramirez. (2012), “Diseño De Hormigones Con Fibras De Polipropileno Para Resistencias A La Compresión De 21 Y 28 Mpa Con Agregados De La Cantera De Pifo”, Tesis de Grado, Universidad Central Del Ecuador.
- María Millán. (2013), “Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De Polipropileno Y Su Influencia En Sus Propiedades Mecánicas En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua”, Tesis de Grado, Universidad Técnica De Ambato, Ambato Ecuador.
- Berta Gomero. (2006), “Aditivos y adiciones minerales para el concreto”, Tesis 386 de Grado, Universidad Nacional De Ingeniería UNI –Perú.
- Adolfo Rodríguez. (2009), “Concreto En Climas Frios, Con Uso De Fibras De Polipropileno E Incorporador De Aire”, Tesis de Grado, Universidad Nacional De Ingeniería UNI – Perú
- Millán, M. (2013). Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de polipropileno y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato, Provincia de Tungurahua. Tesis de grado. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.

- Mendoza, C., Aire, C. & Dávila, P. (2011). Influencia de las fibras de polipropileno en 390 las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido.
- Apaza, E. & Larico, H. (2012). Diseño de pavimentos rígidos reforzados con fibra metálica como alternativa para proyectos ubicados en la región Puno.
- Carrillo, J. & Aperador, W. & Gonzáles, G. (2012), Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de 393 acero.
- González, N., Castaño, J., Alvarado, Y. & Gasch, I. (2014). Influencia 395 del volumen de fibras y curado posterior sobre el comportamiento post - fisura de un 396 concreto de ultra alto desempeño. 147
- Morales, G. (2012). El Moodle como sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) y su influencia en el aprendizaje de los estudiantes del Xcicli de informática de seminario de especialidad de la facultad de ciencias – Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle - 2012

7.3. Normas y Reportes

- ASTM C 192/ C 192M-06. (2003). Práctica Estándar Para Fabricación Y Curado De Especímenes De Concreto en el Laboratorio. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.
- ASTM C39/C39M. (2014). Método De Prueba Estándar Para Resistencia A La Compresión De Los Especímenes Cilíndricos De Concreto. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.
- ASTM C 78-02. (2002). Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Third-Point Loading). Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.

- ASTM C 1012-04. (2004). Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.

- NTP_400.012. (2002). Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.

Trabajos citados

- Abanto Castillo, F. (1995). *Tecnología del Concreto*. Lima - Peru.

- C136, A. (25 de Mayo de 2018). Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/C136>

- Riva Lopez , E. (2000). *Diseño de Mezclas*. Lima - Universidad Nacional de Ingeniería.

- T27, A. (11 de Enero de 2015). Obtenido de https://global.ihs.com/doc_detail.cfm?document_name=AASHTO%20T%20127&item_s_key=00489020

ANEXOS A

**PRACTICA ESTANDAR PARA FABRICACIÓN Y CURADO DE
ESPECIMENES DE CONCRETO (ASTM C 31/ C31M – 03A)**



Designation: C 31/C 31M – 03a

Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field¹

This standard is issued under the fixed designation C 31/C 31M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This practice covers procedures for making and curing cylinder and beam specimens from representative samples of fresh concrete for a construction project.

1.2 The concrete used to make the molded specimens shall be sampled after all on-site adjustments have been made to the mixture proportions, including the addition of mix water and admixtures. This practice is not satisfactory for making specimens from concrete not having measurable slump or requiring other sizes or shapes of specimens.

1.3 The values stated in either inch-pound units or SI units shall be regarded separately as standard. The SI units are shown in brackets. The values stated may not be exact equivalents; therefore each system must be used independently of the other. Combining values from the two units may result in nonconformance.

1.4 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.5 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates²
- C 138/C 138M Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete²
- C 143/C 143M Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete²
- C 172 Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete²
- C 173/C 173M Test Method for Air Content of Freshly

Mixed Concrete by the Volumetric Method²

C 192/C 192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory²

C 231 Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method²

C 330 Specification for Lightweight Aggregates for Structural Concrete²

C 403/C 403M Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance²

C 470/C 470M Specification for Molds for Forming Concrete Test Cylinders Vertically²

C 511 Specification for Moist Cabinets, Moist Rooms, and Water Storage Tanks Used in the Testing of Hydraulic Cements and Concretes³

C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens²

C 1064/C 1064M Test Method for Temperature of Freshly Mixed Portland Cement Concrete²

2.2 *American Concrete Institute Publication:*⁴

CP-1 Concrete Field Testing Technician, Grade I

309R Guide for Consolidation of Concrete

3. Terminology

3.1 For definitions of terms used in this practice, refer to Terminology C 125.

4. Significance and Use

4.1 This practice provides standardized requirements for making, curing, protecting, and transporting concrete test specimens under field conditions.

4.2 If the specimens are made and standard cured, as stipulated herein, the resulting strength test data when the specimens are tested are able to be used for the following purposes:

4.2.1 Acceptance testing for specified strength,

4.2.2 Checking adequacy of mixture proportions for strength, and

¹ This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing for Strength.

Current edition approved Feb. 10, 2003. Published April 2003. Originally approved in 1920. Last previous edition approved in 2003 as C 31/C 31M-03.

² *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.02.

³ *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 04.01.

⁴ Available from American Concrete Institute, P.O. Box 9094, Farmington Hills, MI 48333-9094.

C 31/C 31M – 03a

- 4.2.3 Quality control.
- 4.3 If the specimens are made and field cured, as stipulated herein, the resulting strength test data when the specimens are tested are able to be used for the following purposes:
 - 4.3.1 Determination of whether a structure is capable of being put in service,
 - 4.3.2 Comparison with test results of standard cured specimens or with test results from various in-place test methods,
 - 4.3.3 Adequacy of curing and protection of concrete in the structure, or
 - 4.3.4 Form or shoring removal time requirements.

5. Apparatus

- 5.1 *Molds, General*—Molds for specimens or fastenings thereto in contact with the concrete shall be made of steel, cast iron, or other nonabsorbent material, nonreactive with concrete containing portland or other hydraulic cements. Molds shall hold their dimensions and shape under all conditions of use. Molds shall be watertight during use as judged by their ability to hold water poured into them. Provisions for tests of water leakage are given in the Test Methods for Elongation, Absorption, and Water Leakage section of Specification C 470/ C 470M. A suitable sealant, such as heavy grease, modeling clay, or microcrystalline wax shall be used where necessary to prevent leakage through the joints. Positive means shall be provided to hold base plates firmly to the molds. Reusable molds shall be lightly coated with mineral oil or a suitable nonreactive form release material before use.
- 5.2 *Cylinder Molds*—Molds for casting concrete test specimens shall conform to the requirements of Specification C 470/C 470M.
- 5.3 *Beam Molds*—Beam molds shall be of the shape and dimensions required to produce the specimens stipulated in 6.2. The inside surfaces of the molds shall be smooth. The sides, bottom, and ends shall be at right angles to each other and shall be straight and true and free of warpage. Maximum variation from the nominal cross section shall not exceed 1/16 in. [3 mm] for molds with depth or breadth of 6 in. [150 mm] or more. Molds shall produce specimens at least as long but not more than 1/16 in. [2 mm] shorter than the required length in 6.2.
- 5.4 *Tamping Rod*—A round, straight steel rod with the dimensions conforming to those in Table 1, having the tamping end or both ends rounded to a hemispherical tip of the same diameter as the rod.
- 5.5 *Vibrators*—Internal vibrators shall be used. The vibrator frequency shall be at least 7000 vibrations per minute [150 Hz] while the vibrator is operating in the concrete. The diameter of a round vibrator shall be no more than one-fourth the diameter of the cylinder mold or one-fourth the width of the beam mold. Other shaped vibrators shall have a perimeter equivalent to the

circumference of an appropriate round vibrator. The combined length of the vibrator shaft and vibrating element shall exceed the depth of the section being vibrated by at least 3 in. [75 mm]. The vibrator frequency shall be checked periodically.

Note 1—For information on size and frequency of various vibrators and a method to periodically check vibrator frequency see ACI 309.

- 5.6 *Mallet*—A mallet with a rubber or rawhide head weighing 1.25 ± 0.50 lb [0.6 ± 0.2 kg] shall be used.
- 5.7 *Small Tools*—Shovels, hand-held floats, scoops, and a vibrating-rod tachometer shall be provided.
- 5.8 *Slump Apparatus*—The apparatus for measurement of slump shall conform to the requirements of Test Method C 143/C 143M.
- 5.9 *Sampling Receptacle*—The receptacle shall be a suitable heavy gage metal pan, wheelbarrow, or flat, clean nonabsorbent board of sufficient capacity to allow easy remixing of the entire sample with a shovel or trowel.
- 5.10 *Air Content Apparatus*—The apparatus for measuring air content shall conform to the requirements of Test Methods C 173/C 173M or C 231.
- 5.11 *Temperature Measuring Devices*—The temperature measuring devices shall conform to the applicable requirements of Test Method C 1064/C 1064M.

6. Testing Requirements

6.1 *Cylindrical Specimens*—Compressive or splitting tensile strength specimens shall be cylinders cast and allowed to set in an upright position. The length shall be twice the diameter. The cylinder diameter shall be at least 3 times the nominal maximum size of the coarse aggregate. When the nominal maximum size of the coarse aggregate exceeds 2 in. [50 mm], the concrete sample shall be treated by wet sieving through a 2-in. [50-mm] sieve as described in Practice C 172. For acceptance testing for specified compressive strength, cylinders shall be 6 by 12 in. [150 by 300 mm] or when specified 4 × 8 in. [100 × 200 mm] (Note 2).

Note 2—When molds in SI units are required and not available, equivalent inch-pound unit size mold should be permitted.

6.2 *Beam Specimens*—Flexural strength specimens shall be beams of concrete cast and hardened in the horizontal position. The length shall be at least 2 in. [50 mm] greater than three times the depth as tested. The ratio of width to depth as molded shall not exceed 1.5. The standard beam shall be 6 by 6 in. [150 by 150 mm] in cross section, and shall be used for concrete with nominal maximum size coarse aggregate up to 2 in. [50 mm]. When the nominal maximum size of the coarse aggregate exceeds 2 in. [50 mm], the smaller cross sectional dimension of the beam shall be at least three times the nominal maximum size of the coarse aggregate. Unless required by project specifications, beams made in the field shall not have a width or depth of less than 6 in. [150 mm].

6.3 *Field Technicians*—The field technicians making and curing specimens for acceptance testing shall be certified ACI Field Testing Technicians, Grade I or equivalent. Equivalent personnel certification programs shall include both written and performance examinations, as outlined in ACI CP-1.

TABLE 1 Tamping Rod Requirements

Diameter of Cylinder or Width of Beam in. [mm]	Rod Dimensions ^a	
	Diameter in. [mm]	Length of Rod in. [mm]
6 [150]	3/8 [10]	12 [300]
6 [150]	5/8 [16]	20 [500]
9 [225]	5/8 [16]	28 [860]

^a Rod tolerances length ± 4 in. [100 mm] and diameter ± 1/16 in. [2 mm].

C 31/C 31M – 03a

7. Sampling Concrete

7.1 The samples used to fabricate test specimens under this standard shall be obtained in accordance with Practice C 172 unless an alternative procedure has been approved.

7.2 Record the identification of the sample with respect to the location of the concrete represented and the time of casting.

8. Slump, Air Content, and Temperature

8.1 *Slump*—Measure and record the slump of each batch of concrete from which specimens are made immediately after remixing in the receptacle, as required in Test Method C 143/C 143M.

8.2 *Air Content*—Determine and record the air content in accordance with either Test Method C 173/C 173M or Test Method C 231. The concrete used in performing the air content test shall not be used in fabricating test specimens.

8.3 *Temperature*—Determine and record the temperature in accordance with Test Method C 1064/C 1064M.

Note 3—Some specifications may require the measurement of the unit weight of concrete. The volume of concrete produced per batch may be desired on some projects. Also, additional information on the air content measurements may be desired. Test Method C 138/C 138M is used to measure the unit weight, yield, and gravimetric air content of freshly mixed concrete.

9. Molding Specimens

9.1 *Place of Molding*—Mold specimens promptly on a level, rigid surface, free of vibration and other disturbances, at a place as near as practicable to the location where they are to be stored.

9.2 *Casting Cylinders*—Select the proper tamping rod from 5.4 and Table 1 or the proper vibrator from 5.5. Determine the method of consolidation from Table 2, unless another method is specified. If the method of consolidation is rodding, determine molding requirements from Table 3. If the method of consolidation is vibration, determine molding requirements from Table 4. Select a small tool of a size and shape large enough so each amount of concrete obtained from the sampling receptacle will be representative and small enough so concrete is not lost when being placed in the mold. While placing the concrete in the mold, move the small tool around the perimeter of the mold opening to ensure an even distribution of the concrete and minimize segregation. Each layer of concrete shall be consolidated as required. In placing the final layer, add an amount of concrete that will fill the mold after consolidation.

9.3 *Casting Beams*—Select the proper tamping rod from 5.4 and Table 1 or proper vibrator from 5.5. Determine the method of consolidation from Table 2, unless another method is specified. If the method of consolidation is rodding, determine the molding requirements from Table 3. If the method of consolidation is vibration, determine the molding requirements from Table 4. Determine the number of roddings per layer, one

TABLE 2 Method of Consolidation Requirements

Slump in. (mm)	Method of Consolidation
≥ 1 [25]	rodding or vibration
< 1 [25]	vibration

TABLE 3 Molding Requirements by Rodding

Specimen Type and Size	Number of Layers of Approximately Equal Depth	Number of Roddings per Layer
Cylinders:		
Diameter, in. [mm]		
4 [100]	2	25
6 [150]	3	25
9 [225]	4	50
Beams:		
Width, in. [mm]		
6 [150] to 8 [200]	2	see 9.3
> 8 [200]	3 or more equal depths, each not to exceed 6 in. [150 mm].	see 9.3

TABLE 4 Molding Requirements by Vibration

Specimen Type and Size	Number of Layers	Number of Vibrator Insertions per Layer	Approximate Depth of Layer, in. [mm]
Cylinders:			
Diameter, in. [mm]			
4 [100]	2	1	one-half depth of specimen
6 [150]	2	2	one-half depth of specimen
9 [225]	2	4	one-half depth of specimen
Beams:			
Width, in. [mm]			
6 [150] to 8 [200]	1	see 9.4.2	depth of specimen
over 8 [200]	2 or more	see 9.4.2	8 [200] as near as practicable

for each 2 in.² [14 cm²] of the top surface area of the beam. Select a small tool, of the size and shape large enough so each amount of concrete obtained from the sampling receptacle is representative and small enough so concrete is not lost when placed in the mold. Each layer shall be consolidated as required. In placing the final layer, add an amount of concrete that will fill the mold after consolidation. Place the concrete so that it is uniformly distributed within each layer with a minimum of segregation.

9.4 *Consolidation*—The methods of consolidation for this practice are rodding or internal vibration.

9.4.1 *Rodding*—Place the concrete in the mold, in the required number of layers of approximately equal volume. Rod each layer with the rounded end of the rod using the required number of roddings. Rod the bottom layer throughout its depth. Distribute the roddings uniformly over the cross section of the mold. For each upper layer, allow the rod to penetrate through the layer being rodded and into the layer below approximately 1 in. [25 mm]. After each layer is rodded, tap the outsides of the mold lightly 10 to 15 times with the mallet, to close any holes left by rodding and to release any large air bubbles that may have been trapped. Use an open hand to tap light-gage single-use cylinder molds which are susceptible to damage if tapped with a mallet. After tapping, spade each layer of the concrete along the sides and ends of beam molds with a trowel or other suitable tool. Underfilled molds shall be adjusted with representative concrete during consolidation of the top layer. Overfilled molds shall have excess concrete removed.

 C 31/C 31M – 03a

9.4.2 *Vibration*—Maintain a uniform duration of vibration for the particular kind of concrete, vibrator, and specimen mold involved. The duration of vibration required will depend upon the workability of the concrete and the effectiveness of the vibrator. Usually sufficient vibration has been applied as soon as the surface of the concrete has become relatively smooth and large air bubbles cease to break through the top surface. Continue vibration only long enough to achieve proper consolidation of the concrete (see Note 4). Fill the molds and vibrate in the required number of approximately equal layers. Place all the concrete for each layer in the mold before starting vibration of that layer. In compacting the specimen, insert the vibrator slowly and do not allow it to rest on the bottom or sides of the mold. Slowly withdraw the vibrator so that no large air pockets are left in the specimen. When placing the final layer, avoid overfilling by more than $\frac{1}{4}$ in. [6 mm].

Note 4—Generally, no more than 5 s of vibration should be required for each insertion to adequately consolidate concrete with a slump greater than 3 in. [75 mm]. Longer times may be required for lower slump concrete, but the vibration time should rarely have to exceed 10 s per insertion.

9.4.2.1 *Cylinders*—The number of insertions of the vibrator per layer is given in Table 4. When more than one insertion per layer is required distribute the insertion uniformly within each layer. Allow the vibrator to penetrate through the layer being vibrated, and into the layer below, approximately 1 in. [25 mm]. After each layer is vibrated, tap the outsides of the mold at least 10 times with the mallet, to close holes that remain and to release entrapped air voids. Use an open hand to tap cardboard and single-use metal molds that are susceptible to damage if tapped with a mallet.

9.4.2.2 *Beams*—Insert the vibrator at intervals not exceeding 6 in. [150 mm] along the center line of the long dimension of the specimen. For specimens wider than 6 in., use alternating insertions along two lines. Allow the shaft of the vibrator to penetrate into the bottom layer approximately 1 in. (25 mm). After each layer is vibrated, tap the outsides of the mold sharply at least 10 times with the mallet to close holes left by vibrating and to release entrapped air voids.

9.5 *Finishing*—After consolidation, strike off excess concrete from the surface and float or trowel as required. Perform all finishing with the minimum manipulation necessary to produce a flat even surface that is level with the rim or edge of the mold and that has no depressions or projections larger than $\frac{1}{8}$ in. [3.3 mm].

9.5.1 *Cylinders*—After consolidation, finish the top surfaces by striking them off with the tamping rod where the consistency of the concrete permits or with a wood float or trowel. If desired, cap the top surface of freshly made cylinders with a thin layer of stiff portland cement paste which is permitted to harden and cure with the specimen. See section on Capping Materials of Practice C 617.

9.5.2 *Beams*—After consolidation of the concrete, use a hand-held float to strike off the top surface to the required tolerance to produce a flat, even surface.

9.6 *Identification*—Mark the specimens to positively identify them and the concrete they represent. Use a method that will not alter the top surface of the concrete. Do not mark the

removable caps. Upon removal of the molds, mark the test specimens to retain their identities.

10. Curing

10.1 *Standard Curing*—Standard curing is the curing method used when the specimens are made and cured for the purposes stated in 4.2.

10.1.1 *Storage*—If specimens cannot be molded at the place where they will receive initial curing, immediately after finishing move the specimens to an initial curing place for storage. The supporting surface on which specimens are stored shall be level to within $\frac{1}{4}$ in. per ft [20 mm per m]. If cylinders in the single use molds are moved, lift and support the cylinders from the bottom of the molds with a large trowel or similar device. If the top surface is marred during movement to place of initial storage, immediately refinish.

10.1.2 *Initial Curing*—Immediately after molding and finishing, the specimens shall be stored for a period up to 48 h in a temperature range from 60 and 80°F [16 and 27°C] and in an environment preventing moisture loss from the specimens. For concrete mixtures with a specified strength of 6000 psi [40 MPa] or greater, the initial curing temperature shall be between 68 and 78°F [20 and 26°C]. Various procedures are capable of being used during the initial curing period to maintain the specified moisture and temperature conditions. An appropriate procedure or combination of procedures shall be used (Note 5). Shield all specimens from the direct sunlight and, if used, radiant heating devices. The storage temperature shall be controlled by use of heating and cooling devices, as necessary. Record the temperature using a maximum-minimum thermometer. If cardboard molds are used, protect the outside surface of the molds from contact with wet burlap or other sources of water.

Note 5—A satisfactory moisture environment can be created during the initial curing of the specimens by one or more of the following procedures: (1) immediately immerse molded specimens with plastic lids in water saturated with calcium hydroxide, (2) store in properly constructed wooden boxes or structures, (3) place in damp sand pits, (4) cover with removable plastic lids, (5) place inside plastic bags, or (6) cover with plastic sheets or nonabsorbent plates if provisions are made to avoid drying and damp burlap is used inside the enclosure, but the burlap is prevented from contacting the concrete surfaces. A satisfactory temperature environment can be controlled during the initial curing of the specimens by one or more of the following procedures: (1) use of ventilation, (2) use of ice, (3) use of thermostatically controlled heating or cooling devices, or (4) use of heating methods such as stoves or light bulbs. Other suitable methods may be used provided the requirements limiting specimen storage temperature and moisture loss are met. For concrete mixtures with a specified strength of 6000 psi [40 MPa] or greater, heat generated during the early ages may raise the temperature above the required storage temperature. Immersion in water saturated with calcium hydroxide may be the easiest method to maintain the required storage temperature. When specimens are to be immersed in water saturated with calcium hydroxide, specimens in cardboard molds or other molds that expand when immersed in water should not be used. Early-age strength test results may be lower when stored at 60°F [16°C] and higher when stored at 80°F [27°C]. On the other hand, at later ages, test results may be lower for higher initial storage temperatures.

10.1.3 *Final Curing*

10.1.3.1 *Cylinders*—Upon completion of initial curing and within 30 min after removing the molds, cure specimens with

 C 31/C 31M – 03a

free water maintained on their surfaces at all times at a temperature of $73 \pm 3^\circ\text{F}$ [$23 \pm 2^\circ\text{C}$] using water storage tanks or moist rooms complying with the requirements of Specification C 511, except when capping with sulfur mortar capping compound and immediately prior to testing. When capping with sulfur mortar capping compound, the ends of the cylinder shall be dry enough to preclude the formation of steam or foam pockets under or in cap larger than $\frac{1}{4}$ in. [6 mm] as described in Practice C 617. For a period not to exceed 3 h immediately prior to test, standard curing temperature is not required provided free moisture is maintained on the cylinders and ambient temperature is between 68 and 86°F [20 and 30°C].

10.1.3.2 *Beams*—Beams are to be cured the same as cylinders (see 10.1.3.1) except that they shall be stored in water saturated with calcium hydroxide at $73 \pm 3^\circ\text{F}$ [$23 \pm 2^\circ\text{C}$] at least 20 h prior to testing. Drying of the surfaces of the beam shall be prevented between removal from water storage and completion of testing.

Note 6—Relatively small amounts of surface drying of flexural specimens can induce tensile stresses in the extreme fibers that will markedly reduce the indicated flexural strength.

10.2 *Field Curing*—Field curing is the curing method used for the specimens made and cured as stated in 4.3.

10.2.1 *Cylinders*—Store cylinders in or on the structure as near to the point of deposit of the concrete represented as possible. Protect all surfaces of the cylinders from the elements in as near as possible the same way as the formed work. Provide the cylinders with the same temperature and moisture environment as the structural work. Test the specimens in the moisture condition resulting from the specified curing treatment. To meet these conditions, specimens made for the purpose of determining when a structure is capable of being put in service shall be removed from the molds at the time of removal of form work.

10.2.2 *Beams*—As nearly as practicable, cure beams in the same manner as the concrete in the structure. At the end of 48 ± 4 h after molding, take the molded specimens to the storage location and remove from the molds. Store specimens representing pavements of slabs on grade by placing them on the ground as molded, with their top surfaces up. Bank the sides and ends of the specimens with earth or sand that shall be kept damp, leaving the top surfaces exposed to the specified curing treatment. Store specimens representing structure concrete as near the point in the structure they represent as possible, and afford them the same temperature protection and

moisture environment as the structure. At the end of the curing period leave the specimens in place exposed to the weather in the same manner as the structure. Remove all beam specimens from field storage and store in water saturated with calcium hydroxide at $73 \pm 3^\circ\text{F}$ [$23 \pm 2^\circ\text{C}$] for 24 ± 4 h immediately before time of testing to ensure uniform moisture condition from specimen to specimen. Observe the precautions given in 10.1.3.2 to guard against drying between time of removal from curing to testing.

10.3 *Structural Lightweight Concrete Curing*—Cure structural lightweight concrete cylinders in accordance with Specification C 330.

11. Transportation of Specimens to Laboratory

11.1 Prior to transporting, cure and protect specimens as required in Section 10. Specimens shall not be transported until at least 8 h after final set. (See Note 7). During transporting, protect the specimens with suitable cushioning material to prevent damage from jarring. During cold weather, protect the specimens from freezing with suitable insulation material. Prevent moisture loss during transportation by wrapping the specimens in plastic, wet burlap, by surrounding them with wet sand, or tight fitting plastic caps on plastic molds. Transportation time shall not exceed 4 h.

Note 7—Setting time may be measured by Test Method C 403.

12. Report

12.1 Report the following information to the laboratory that will test the specimens:

- 12.1.1 Identification number,
- 12.1.2 Location of concrete represented by the samples,
- 12.1.3 Date, time and name of individual molding specimens,
- 12.1.4 Slump, air content, and concrete temperature, test results and results of any other tests on the fresh concrete and any deviations from referenced standard test methods, and
- 12.1.5 Curing method. For standard curing method, report the initial curing method with maximum and minimum temperatures and final curing method. For field curing method, report the location where stored, manner of protection from the elements, temperature and moisture environment, and time of removal from molds.

13. Keywords

13.1 beams; casting samples; concrete; curing; cylinders; testing

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

ANEXO B

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO
(ASTM C39/C39M – 14)**



Designation: C39/C39M – 14

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens¹

This standard is issued under the fixed designation C39/C39M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This test method covers determination of compressive strength of cylindrical concrete specimens such as molded cylinders and drilled cores. It is limited to concrete having a density in excess of 800 kg/m³ [50 lb/ft³].

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The inch-pound units are shown in brackets. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use. (Warning—Means should be provided to contain concrete fragments during sudden rupture of specimens. Tendency for sudden rupture increases with increasing concrete strength and it is more likely when the testing machine is relatively flexible. The safety precautions given in the [Manual of Aggregate and Concrete Testing](#) are recommended.)*

1.4 The text of this standard references notes which provide explanatory material. These notes shall not be considered as requirements of the standard.

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

[C31/C31M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field](#)

[C42/C42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete](#)

[C192/C192M Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory](#)

[C617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens](#)

[C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials](#)

[C873 Test Method for Compressive Strength of Concrete Cylinders Cast in Place in Cylindrical Molds](#)

[C1077 Practice for Agencies Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Testing Agency Evaluation](#)

[C1231/C1231M Practice for Use of Unbonded Caps in Determination of Compressive Strength of Hardened Concrete Cylinders](#)

[E4 Practices for Force Verification of Testing Machines](#)

[E74 Practice of Calibration of Force-Measuring Instruments for Verifying the Force Indication of Testing Machines](#)

[Manual of Aggregate and Concrete Testing](#)

3. Summary of Test Method

3.1 This test method consists of applying a compressive axial load to molded cylinders or cores at a rate which is within a prescribed range until failure occurs. The compressive strength of the specimen is calculated by dividing the maximum load attained during the test by the cross-sectional area of the specimen.

4. Significance and Use

4.1 Care must be exercised in the interpretation of the significance of compressive strength determinations by this test method since strength is not a fundamental or intrinsic property of concrete made from given materials. Values obtained will depend on the size and shape of the specimen, batching, mixing procedures, the methods of sampling, molding, and fabrication and the age, temperature, and moisture conditions during curing.

4.2 This test method is used to determine compressive strength of cylindrical specimens prepared and cured in accordance with Practices [C31/C31M](#), [C192/C192M](#), [C617](#), and [C1231/C1231M](#) and Test Methods [C42/C42M](#) and [C873](#).

4.3 The results of this test method are used as a basis for quality control of concrete proportioning, mixing, and placing

¹This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.61 on Testing for Strength.

Current edition approved Feb. 1, 2014. Published February 2014. Originally approved in 1921. Last previous edition approved in 2012 as C39/C39M-12a. DOI: 10.1520/C0039_C0039M-14.

²For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Mon Mar 3 15:32:50 EST 2014 1

Downloaded/printed by

Jose B (INSUMA) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

 C39/C39M - 14

operations; determination of compliance with specifications; control for evaluating effectiveness of admixtures; and similar uses.

4.4 The individual who tests concrete cylinders for acceptance testing shall meet the concrete laboratory technician requirements of Practice C1077, including an examination requiring performance demonstration that is evaluated by an independent examiner.

Note 1—Certification equivalent to the minimum guidelines for ACI Concrete Laboratory Technician, Level I or ACI Concrete Strength Testing Technician will satisfy this requirement.

5. Apparatus

5.1 *Testing Machine*—The testing machine shall be of a type having sufficient capacity and capable of providing the rates of loading prescribed in 7.5.

5.1.1 Verify calibration of the testing machines in accordance with Practices E4, except that the verified loading range shall be as required in 5.3. Verification is required:

5.1.1.1 Within 13 months of the last calibration.

5.1.1.2 On original installation or immediately after relocation.

5.1.1.3 Immediately after making repairs or adjustments that affect the operation of the force applying system or the values displayed on the load indicating system, except for zero adjustments that compensate for the mass of bearing blocks or specimen, or both, or

5.1.1.4 Whenever there is reason to suspect the accuracy of the indicated loads.

5.1.2 *Design*—The design of the machine must include the following features:

5.1.2.1 The machine must be power operated and must apply the load continuously rather than intermittently, and without shock. If it has only one loading rate (meeting the requirements of 7.5), it must be provided with a supplemental means for loading at a rate suitable for verification. This supplemental means of loading may be power or hand operated.

5.1.2.2 The space provided for test specimens shall be large enough to accommodate, in a readable position, an elastic calibration device which is of sufficient capacity to cover the potential loading range of the testing machine and which complies with the requirements of Practice E74.

Note 2—The types of elastic calibration devices most generally available and most commonly used for this purpose are the circular proving ring or load cell.

5.1.3 *Accuracy*—The accuracy of the testing machine shall be in accordance with the following provisions:

5.1.3.1 The percentage of error for the loads within the proposed range of use of the testing machine shall not exceed $\pm 1.0\%$ of the indicated load.

5.1.3.2 The accuracy of the testing machine shall be verified by applying five test loads in four approximately equal increments in ascending order. The difference between any two successive test loads shall not exceed one third of the difference between the maximum and minimum test loads.

5.1.3.3 The test load as indicated by the testing machine and the applied load computed from the readings of the verification

device shall be recorded at each test point. Calculate the error, E , and the percentage of error, E_p , for each point from these data as follows:

$$E = A - B \quad (1)$$

$$E_p = 100(A - B)/B$$

where:

A = load, kN [lbf] indicated by the machine being verified, and

B = applied load, kN [lbf] as determined by the calibrating device.

5.1.3.4 The report on the verification of a testing machine shall state within what loading range it was found to conform to specification requirements rather than reporting a blanket acceptance or rejection. In no case shall the loading range be stated as including loads below the value which is 100 times the smallest change of load estimable on the load-indicating mechanism of the testing machine or loads within that portion of the range below 10 % of the maximum range capacity.

5.1.3.5 In no case shall the loading range be stated as including loads outside the range of loads applied during the verification test.

5.1.3.6 The indicated load of a testing machine shall not be corrected either by calculation or by the use of a calibration diagram to obtain values within the required permissible variation.

5.2 The testing machine shall be equipped with two steel bearing blocks with hardened faces (**Note 3**), one of which is a spherically seated block that will bear on the upper surface of the specimen, and the other a solid block on which the specimen shall rest. Bearing faces of the blocks shall have a minimum dimension at least 3 % greater than the diameter of the specimen to be tested. Except for the concentric circles described below, the bearing faces shall not depart from a plane by more than 0.02 mm [0.001 in.] in any 150 mm [6 in.] of blocks 150 mm [6 in.] in diameter or larger, or by more than 0.02 mm [0.001 in.] in the diameter of any smaller block; and new blocks shall be manufactured within one half of this tolerance. When the diameter of the bearing face of the spherically seated block exceeds the diameter of the specimen by more than 13 mm [0.5 in.], concentric circles not more than 0.8 mm [0.03 in.] deep and not more than 1 mm [0.04 in.] wide shall be inscribed to facilitate proper centering.

Note 3—It is desirable that the bearing faces of blocks used for compression testing of concrete have a Rockwell hardness of not less than 55 HRC.

5.2.1 Bottom bearing blocks shall conform to the following requirements:

5.2.1.1 The bottom bearing block is specified for the purpose of providing a readily machinable surface for maintenance of the specified surface conditions (**Note 4**). The top and bottom surfaces shall be parallel to each other. If the testing machine is so designed that the platen itself is readily maintained in the specified surface condition, a bottom block is not required. Its least horizontal dimension shall be at least 3 %

C39/C39M - 14

7.5.1 The load shall be applied at a rate of movement (platen to crosshead measurement) corresponding to a stress rate on the specimen of 0.25 ± 0.05 MPa/s [35 ± 7 psi/s] (See Note 12). The designated rate of movement shall be maintained at least during the latter half of the anticipated loading phase.

Note 12—For a screw-driven or displacement-controlled testing machine, preliminary testing will be necessary to establish the required rate of movement to achieve the specified stress rate. The required rate of movement will depend on the size of the test specimen, the elastic modulus of the concrete, and the stiffness of the testing machine.

7.5.2 During application of the first half of the anticipated loading phase, a higher rate of loading shall be permitted. The higher loading rate shall be applied in a controlled manner so that the specimen is not subjected to shock loading.

7.5.3 Make no adjustment in the rate of movement (platen to crosshead) as the ultimate load is being approached and the stress rate decreases due to cracking in the specimen.

7.6 Apply the compressive load until the load indicator shows that the load is decreasing steadily and the specimen displays a well-defined fracture pattern (Types 1 to 4 in Fig. 2). For a testing machine equipped with a specimen break detector, automatic shut-off of the testing machine is prohibited until the load has dropped to a value that is less than 95 % of the peak

load. When testing with unbonded caps, a corner fracture similar to a Type 5 or 6 pattern shown in Fig. 2 may occur before the ultimate capacity of the specimen has been attained. Continue compressing the specimen until the user is certain that the ultimate capacity has been attained. Record the maximum load carried by the specimen during the test, and note the type of fracture pattern according to Fig. 2. If the fracture pattern is not one of the typical patterns shown in Fig. 2, sketch and describe briefly the fracture pattern. If the measured strength is lower than expected, examine the fractured concrete and note the presence of large air voids, evidence of segregation, whether fractures pass predominantly around or through the coarse aggregate particles, and verify end preparations were in accordance with Practice C617 or Practice C1231/C1231M.

8. Calculation

8.1 Calculate the compressive strength of the specimen by dividing the maximum load carried by the specimen during the test by the average cross-sectional area determined as described in Section 6 and express the result to the nearest 0.1 MPa [10 psi].

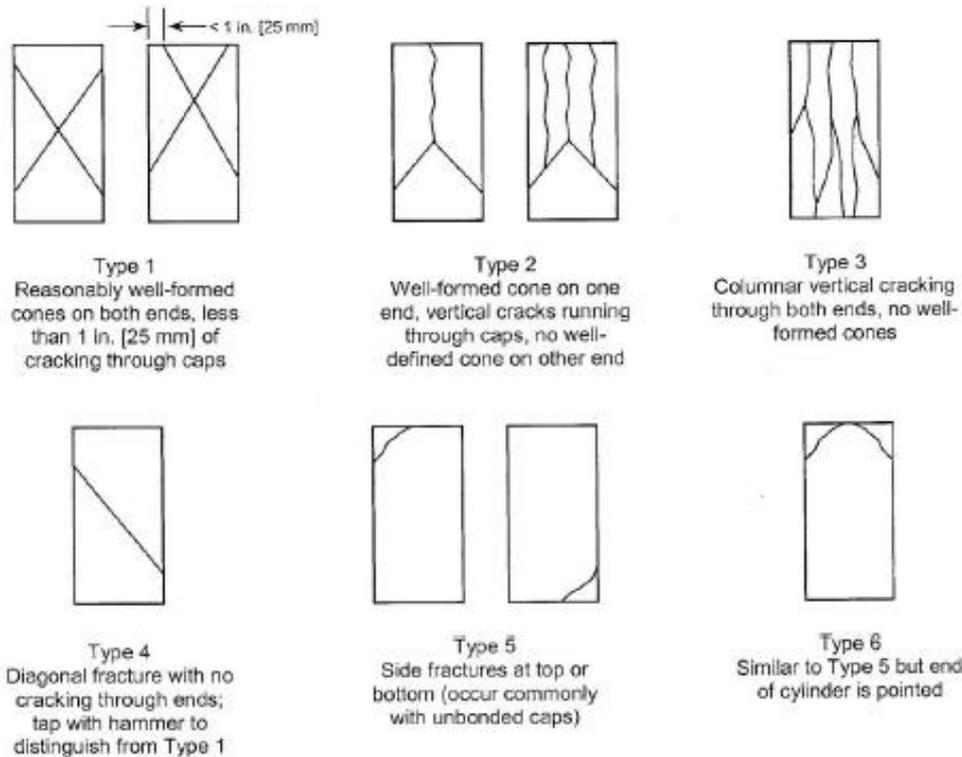


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Mon Mar 3 15:32:50 EST 2014 5
 Downloaded/printed by
 Jose B (INSUMA) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

ANEXO C

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON CARGA EN EL PUNTO CENTRAL (ASTM C 293 – 02)



Designation: C 293 – 02

Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)¹

This standard is issued under the fixed designation C 293; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

1. Scope

1.1 This test method covers determination of the flexural strength of concrete specimens by the use of a simple beam with center-point loading. It is not an alternative to Test Method C 78.

1.2 The values stated in inch-pound units are to be regarded as standard. The SI equivalent of inch-pound units has been rounded where necessary for practical application.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 ASTM Standards:

- C 31 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field²
- C 78 Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)²
- C 192 Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory²
- C 617 Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens²
- C 1077 Practice for Laboratories Testing Concrete and Concrete Aggregates for Use in Construction and Criteria for Laboratory Evaluation²
- E 4 Practices for Force Verification of Testing Machines³

3. Significance and Use

3.1 This test method is used to determine the modulus of rupture of specimens prepared and cured in accordance with Practices C 31 or C 192. The strength determined will vary where there are differences in specimen size, preparation, moisture condition, or curing.

3.2 The results of this test method may be used to determine compliance with specifications or as a basis for proportioning, mixing and placement operations. This test method produces values of flexural strength significantly higher than Test Method C 78 (Note 1).

NOTE 1—The testing laboratory performing this test method may be evaluated in accordance with Practice C 1077.

4. Apparatus

4.1 The testing machine shall conform to the requirements of the sections on Basis of Verification, Corrections, and Time Interval Between Verifications of Practices E 4. Hand operated testing machines having pumps that do not provide a continuous loading to failure in one stroke are not permitted. Motorized pumps or hand operated positive displacement pumps having sufficient volume in one continuous stroke to complete a test without requiring replenishment are permitted and shall be capable of applying loads at a uniform rate without shock or interruption.

4.2 *Loading Apparatus*—The mechanism by which forces are applied to the specimen shall employ a load-applying block and two specimen support blocks. It shall ensure that all forces are applied perpendicular to the face of the specimen without eccentricity. A diagram of an apparatus that accomplishes this purpose is shown in Fig. 1.

4.2.1 All apparatus for making center-point loading flexure tests shall be similar to Fig. 1 and maintain the span length and central position of the load-applying block with respect to the support blocks constant within ± 0.05 in. (± 1.3 mm).

4.2.2 Reactions shall be parallel to the direction of the applied load at all times during the test, and the ratio of the horizontal distance between the point of load application and nearest reaction to the depth of the beam shall be $1.5 \pm 2\%$.

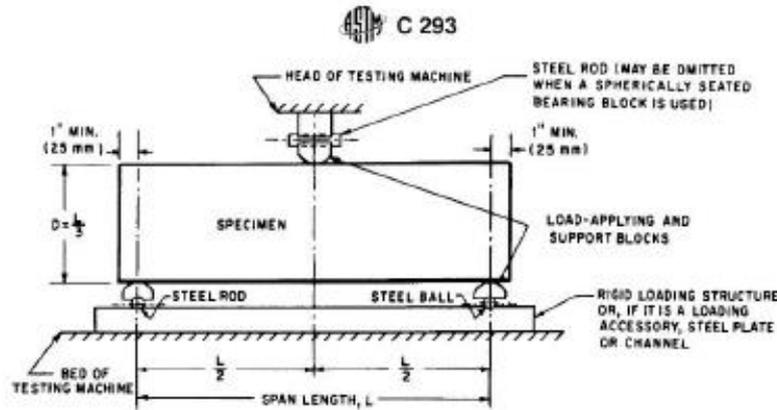
4.2.3 The load-applying and support blocks shall not be more than $2\frac{1}{2}$ in. (64 mm) high, measured from the center or the axis of pivot, and shall extend at least across the full width of the specimen. Each hardened bearing surface in contact with the specimen shall not depart from a plane by more than 0.002 in. (0.05 mm) and shall be a portion of a cylinder, the axis of which is coincidental with either the axis of the rod or center of the ball, whichever the block is pivoted upon. The angle subtended by the curved surface of each block shall be at least

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.01 on Testing for Strength.

Current edition approved Feb. 10, 2002. Published April 2002. Originally published as C 293 – 52 T. Last previous edition C 293 – 00.

² Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

³ Annual Book of ASTM Standards, Vol 03.01.



NOTE 1—Apparatus may be used inverted.

FIG. 1 Diagrammatic View of a Suitable Apparatus for Flexure Test of Concrete by Center-Point Loading Method.

45° (0.79 rad). The load-applying and support blocks shall be maintained in a vertical position and in contact with the rod or ball by means of spring-loaded screws that hold them in contact with the pivot rod or ball. The rod in the center load-applying block in Fig. 1 may be omitted when a spherically seated bearing block is used.

5. Test Specimen

5.1 The test specimen shall conform to all requirements of Practice C 31 or C 192 applicable to beam and prism specimens and shall have a test span within 2 % of being three times its depth as tested. The sides of the specimen shall be at right angles with the top and bottom. All surfaces shall be smooth and free of scars, indentations, holes, or inscribed identification marks.

6. Procedure

6.1 Flexural tests of moist-cured specimens shall be made as soon as practical after removal from moist storage. Surface drying of the specimen results in a reduction in the measured modulus of rupture.

6.2 Turn the test specimen on its side with respect to its position as molded and center it on the support blocks. Center the loading system in relation to the applied force. Bring the load-applying block in contact with the surface of the specimen at the center and apply a load of between 3 and 6 % of the estimated ultimate load. Using 0.004 in. (0.10 mm) and 0.015 in. (0.38 mm) leaf-type feeler gages, determine whether any gap between the specimen and the load-applying or support blocks is greater or less than each of the gages over a length of 1 in. (25 mm) or more. Grind, cap, or use leather shims on the specimen contact surface to eliminate any gap in excess of 0.004 in. (0.10 mm). Leather shims shall be of uniform ¼ in. (6.4 mm) thickness, 1 to 2 in. (25 to 50 mm) in width, and shall extend across the full width of the specimen. Gaps in excess of 0.015 in. (0.38 mm) shall be eliminated only by capping or grinding. Grinding of lateral surfaces shall be minimized inasmuch as grinding may change the physical characteristics of the specimens. Capping shall be in accordance with Practice C 617.

6.3 Load the specimen continuously and without shock. The load shall be applied at a constant rate to the breaking point. Apply the load so that the extreme fiber stress increases at a rate between 125 and 175 psi/min (0.9 and 1.2 MPa/min). The loading rate is computed using:

$$r = 25bd^2/3L \tag{1}$$

where:

- r = loading rate, lb/min (MN/min),
- s = rate of increase in extreme fiber stress, psi/min (MPa/min),
- b = average width of the specimen, in. (mm),
- d = average depth of the specimen, in. (mm), and
- L = span length, in. (mm).

7. Measurement of Specimens After Test

7.1 To determine the dimensions of the specimen section for use in calculating modulus of rupture, take measurements across one of the fractured faces after testing. For each dimension, take one measurement at each edge and one at the center of the cross section. Use the three measurements for each direction to determine the average width and the average depth. Take all measurements to the nearest 0.05 in. (1 mm). If the fracture occurs at a capped section, include the cap thickness in the measurement.

8. Calculation

8.1 Calculate the modulus of rupture as follows:

$$R = 3 PL/2bd^2 \tag{2}$$

where:

- R = modulus of rupture, psi, or MPa,
- P = maximum applied load indicated by the testing machine, lbf, or N,
- L = span length, in., or mm,
- b = average width of specimen, at the fracture, in., or mm, and
- d = average depth of specimen, at the fracture, in., or mm.

 **C 293**

Note 2—The weight of the beam is not included in the above calculation.

9. Report

9.1 Report the following information:

- 9.1.1 Identification number.
- 9.1.2 Average width to the nearest 0.05 in. (1 mm), at the fracture.
- 9.1.3 Average depth to the nearest 0.05 in. (1 mm), at the fracture.
- 9.1.4 Span length in inches (or millimetres).
- 9.1.5 Maximum applied load in pounds-force (or newtons).
- 9.1.6 Modulus of rupture calculated to the nearest 5 psi (0.05 MPa).
- 9.1.7 Record of curing and apparent moisture condition of the specimens at the time of test.
- 9.1.8 If specimens were capped, ground, or if leather shims were used.
- 9.1.9 Defects in specimens, and
- 9.1.10 Age of specimens.

10. Precision and Bias

10.1 *Precision*—The coefficient of variation of test results

has been observed to be dependent on the strength level of the beams.⁴ The single operator coefficient of variation has been found to be 4.4 %. Therefore, results of two properly conducted tests by the same operator on beams made from the same batch sample should not differ from each other by more than 12 %. The multilaboratory coefficient of variation has been found to be 5.3 %. Therefore, results of two different laboratories on beams made from the same batch sample should not differ from each other by more than 15 %.

10.2 *Bias*—Since there is no accepted standard for determining bias in this test method, no statement on bias is made.

II. Keywords

11.1 beams; concrete; flexural strength testing; modulus of rupture

⁴ See "Improved Concrete Quality Control Procedures Using Third Point Loading" by P. M. Carrasquillo and R. L. Carrasquillo, Research Report 119-1F, Project 3-9-87-1119, Center For Transportation Research, The University of Texas at Austin, November 1987, for information as to the relationship of strength and variability under center point loading.

ASTM International takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.

This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM International Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.

This standard is copyrighted by ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9085 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).

ANEXO D

HOJA TÉCNICA: SIKAFIBER® PE



HOJA TÉCNICA

Sikafiber® PE

Fibra de Polipropileno para el refuerzo de concreto

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikafiber® PE, es un refuerzo de fibra de polipropileno modificada que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

Sikafiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla Sikafiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

USOS

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)
- Mortero y concreto proyectado. (Shotcrete).
- Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

La adición de Sikafiber® PE, sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.
- La acción del Sikafiber PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Fibra

COLOR

Crema

Hoja Técnica
Sikafiber® PE
24.11.14, Edición 2

	PRESENTACIÓN Bolsa de 600 gr
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Un año en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD REAL APROX. 0,91 kg/L. ABSORCIÓN DE AGUA Ninguna MÓDULO DE ELASTICIDAD 15,000 kg/cm ² ALARGAMIENTO DE ROTURA 20-30% RESISTENCIA A TRACCIÓN 300 - 350 kg/cm ² RESISTENCIA QUÍMICA Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacteria. DURABILIDAD Indefinida TEMPERATURA DE FUSIÓN 160-170 °C LONGITUD 19 mm NORMA A los concretos a los que se agregado Sikafiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116 PRECAUCIONES Sikafiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo. La adición de Sikafiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado. La adición de Sikafiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika.

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Se agrega, en planta o a pie de obra directamente a la mezcla de concreto o mortero. No disolver en el agua de amasado. Una vez añadido el Sikafiber® PE basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos. DOSIFICACIÓN El Sikafiber® PE se empleará para todo tipo de concretos hasta f'c = 300 kg/cm ² se debe usar 600 gr por m ³ de concreto y para concretos de alta resistencia mayores a f'c = 300 kg/m ² se colocará 1 kg/m ³ Usar de 2 a 8 Kg. En caso de mezcla de shotcrete
-----------------------------	---

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACION	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
---	---

Hoja Técnica
Sikafiber® PE
24.11.14, Edición 2

2/3

BUILDING TRUST



OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 1

la misma que deberá ser destruida"

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sikafiber® PE :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurin" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurin
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sikafiber® PE
24.11.14, Edición 2

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.





HOJA TÉCNICA

SikaAer®

Aditivo incorporador de aire.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaAer® es un aditivo elaborado a base de agentes tensoactivos que adicionado al concreto genera microburbujas que se reparten uniformemente en la masa del concreto.

No contiene cloruros.

USOS

- Concreto sometido a bajas temperaturas.
- Concreto de subterráneos, cimientos, sobrecimientos, obras hidráulicas en general (represas, canales, etc).
- Concreto en carreteras, aeropuertos, entre otros.
- Transporte del concreto en camión tolva.
- Concreto a la vista, concreto bombeado.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

En Concreto fresco:

- Permite un aumento en la trabajabilidad y/o una disminución en el agua de amasado.
- Reduce la segregación en el concreto, especialmente en las faenas de transporte.
- Reduce la exudación en el concreto.
- Incrementa la cohesión interna de la masa del concreto.
- Permite reducir el tiempo de vibración y colocación.
- Mejora el aspecto superficial del concreto.
- Incremento de la impermeabilidad.

En Concreto endurecido:

- Aumento de las resistencias a la acción de aguas agresivas.
- Incremento de las resistencias a ciclos de hielo y deshielo.
- Rompe la capilaridad.

NORMA

Cumple con la Norma ASTM C 260.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido.

COLORES

Ámbar Translucido

PRESENTACIÓN

- Paquete x 4 envases PET x 4 L.
- Balde x 20 L.
- Cilindro x 200 L.

ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL SikaAer® se puede almacenar durante 1 año en su envase original cerrado, sin deterioro y en lugar fresco y bajo techo. A temperaturas bajo 5 °C se puede producir turbidez en el aditivo, lo cual no altera su efectividad.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1.01 - 1.02 kg/l
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS 0.02% a 0.12% del peso del cemento.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE APLICACIÓN Se utiliza diluido en el agua de amasado. Mayores dosis pueden ser utilizadas si así se determina en ensayos previos con los materiales a usar en la obra. La incorporación de aire en un concreto depende principalmente de: Los agregados pétreos (granulometría y forma de los granos). Razón a/c. Dosis de cemento por m ³ de concreto elaborado. Finura del cemento. Relación áridos finos/gruesos. Tipo de mezcladora y tiempo de mezclado. Temperatura, etc. La plasticidad, a menor asentamiento se necesita mayor esfuerzo para lograr la cantidad de aire deseado.
INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	
PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma naturales o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a los que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe

Hoja Técnica
SikaAer®
18/11/14, Edición 01

2/3

BUILDING TRUST



"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 10
la misma que deberá ser destruida"

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SikaAer® :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
SikaAer®
19.11.14, Edición 11

Versión elaborada por: Sika Perú
S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika.com



ANEXO E

FOTOS





ANEXO F

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC
ENSAYO DE COMPRESION CILINDRICA DE CONCRETO



TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA	PESO VOLUMETRICO		LECTURA DEL DIAL (Kg)	RESISTENCIA		EDAD (dias)	% DE RESISTENCIA
			DIAMETRO (Cm)	ALTURA (Cm)		PESO (Kg)	FACTOR DE CORRECCION		DISEÑO (Kg/cm2)	ROTURA ((Kg/cm2))		
CONCRETO PATRON	3/05/2018	11/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.85	11,473.45	10722.85	210	142.08	7	67.66
	3/05/2018	11/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.75	11,162.84	10432.56	210	138.78	7	66.09
	3/05/2018	11/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.98	10,993.62	10274.41	210	136.67	7	65.08
	3/05/2018	18/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.45	14,638.20	13680.56	210	180.91	14	86.15
	3/05/2018	18/05/2018	10.09	20.18	79.96	3.85	14,475.12	13528.15	210	181.03	14	86.20
	3/05/2018	18/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.86	15,228.92	14232.64	210	189.33	14	90.16
	3/05/2018	1/06/2018	10.11	20.22	80.28	3.98	17,283.08	16152.41	210	215.29	28	102.52
	3/05/2018	1/06/2018	10.14	20.28	80.75	3.54	17,007.02	15894.41	210	210.60	28	100.29
	3/05/2018	1/06/2018	10.13	20.26	80.60	3.87	17,120.51	16000.48	210	212.43	28	101.16
	4/05/2018	12/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.85	12,074.37	11284.46	210	149.52	7	71.20
	4/05/2018	12/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.75	11,858.18	11082.41	210	147.42	7	70.20
	4/05/2018	12/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.98	11,642.43	10880.78	210	144.74	7	68.92
	4/05/2018	19/05/2018	10.08	20.16	79.80	3.45	17,261.73	16132.46	210	216.31	14	103.00
	4/05/2018	19/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.85	17,477.98	16334.56	210	217.29	14	103.47
	4/05/2018	19/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.86	17,107.31	15988.14	210	213.10	14	101.48
4/05/2018	2/06/2018	10.14	20.28	80.75	3.98	18,126.24	16940.41	210	224.46	28	106.89	
4/05/2018	2/06/2018	10.15	20.30	80.91	3.54	17,261.68	16132.41	210	213.33	28	101.59	
4/05/2018	2/06/2018	10.13	20.26	80.60	3.87	18,141.22	16954.41	210	225.09	28	107.19	

CONCRETO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO 0.6 Kg/m³ Y ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE 204.3 ml/m³



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC
ENSAYO DE COMPRESION CILINDRICA DE CONCRETO



TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

PROB. N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA	PESO VOLUMETRICO		LECTURA DEL DIAL (Kg)	RESISTENCIA		EDAD (dias)	% DE RESISTENCIA
				DIAMETRO (Cm)	ALTURA (Cm)		PESO (Kg.)	FACTOR DE CORRECCION		DISEÑO (Kg/cm2)	ROTURA ((Kg/cm2))		
19		5/05/2018	13/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.85	12,582.87	11759.69	210	156.43	7	74.49
20		5/05/2018	13/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.75	13,475.52	12593.94	210	166.54	7	79.31
21	CONCRETO CON FIBRAS DE	5/05/2018	13/05/2018	10.08	20.16	79.80	3.98	13,156.27	12295.58	210	164.86	7	78.51
22	POLIPROPILENO 1.2 Kg/m ³	5/05/2018	20/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.45	16,388.53	15316.38	210	203.75	14	97.02
23	Y ADITIVO INCORPORADOR	5/05/2018	20/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.85	16,038.78	14989.51	210	199.79	14	95.14
24	DE AIRE 204.3 ml/m ³	5/05/2018	20/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.86	16,442.32	15366.65	210	203.61	14	96.96
25		5/05/2018	3/06/2018	10.15	20.30	80.91	3.98	17,224.79	16097.93	210	212.88	28	101.37
26		5/05/2018	3/06/2018	10.11	20.22	80.28	3.54	17,361.85	16226.03	210	216.27	28	102.99
27		5/05/2018	3/06/2018	10.14	20.28	80.75	3.87	16,545.55	15463.13	210	204.89	28	97.57
28		6/05/2018	14/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.85	14,626.66	13669.78	210	180.77	7	86.08
29		6/05/2018	14/05/2018	10.08	20.16	79.80	3.75	14,189.45	13261.17	210	177.81	7	84.67
30	CONCRETO CON FIBRAS DE	6/05/2018	14/05/2018	10.09	20.18	79.96	3.98	14,242.36	13310.62	210	178.12	7	84.82
31	POLIPROPILENO 1.8 Kg/m ³	6/05/2018	21/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.45	15,965.19	14920.74	210	198.88	14	94.70
32	Y ADITIVO INCORPORADOR	6/05/2018	21/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.85	16,666.98	15576.62	210	206.39	14	98.28
33	DE AIRE 204.3 ml/m ³	6/05/2018	21/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.86	16,063.21	15012.35	210	198.52	14	94.53
34		6/05/2018	4/06/2018	10.13	20.26	80.60	3.98	16,891.67	15786.61	210	209.59	28	99.80
35		6/05/2018	4/06/2018	10.14	20.28	80.75	3.54	17,250.81	16122.25	210	213.62	28	101.72
36		6/05/2018	4/06/2018	10.12	20.24	80.44	3.87	18,400.22	17196.47	210	228.76	28	108.93



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC
 ENSAYO DE COMPRESION CILINDRICA DE CONCRETO



TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
 TESISITA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

PROB. N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA	PESO VOLUMETRICO		LECTURA DEL DIAL(Kg)	RESISTENCIA		EDAD (dias)	% DE RESISTENCIA
				DIAMETRO (Cm)	ALTURA (Cm)		PESO (Kg.)	FACTOR DE CORRECCION		DISEÑO (Kg/cm2)	ROTURA ((Kg/cm2))		
37		7/05/2018	15/05/2018	10.08	20.16	79.80	3.85	14,715.14	13752.47	210	184.40	7	87.81
38		7/05/2018	15/05/2018	10.09	20.18	79.96	3.75	14,645.74	13687.61	210	183.16	7	87.22
39		7/05/2018	15/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.98	14,644.92	13686.84	210	182.07	7	86.70
40	CONCRETO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO 2.4 Kg/m ³	7/05/2018	22/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.45	16,480.48	15402.32	210	204.08	14	97.18
41	Y ADITIVO INCORPORADOR	7/05/2018	22/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.85	16,807.52	15707.96	210	207.72	14	98.91
42	DE AIRE 204.3 ml/m ³	7/05/2018	22/05/2018	10.13	20.26	80.60	3.86	17,018.32	15904.97	210	211.16	14	100.55
43		7/05/2018	5/06/2018	10.11	20.22	80.28	3.98	18,221.52	17029.46	210	226.98	28	108.09
44		7/05/2018	5/06/2018	10.14	20.28	80.75	3.54	18,454.01	17246.74	210	228.52	28	108.82
45		7/05/2018	5/06/2018	10.12	20.24	80.44	3.87	17,972.55	16796.78	210	223.44	28	106.40

ANEXO G

**RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL
CONCRETO SOMETIDO AL CONGELAMIENTO**



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC



ENSAYO DE COMPRESION CILINDRICA DE CONCRETO SOMETIDO AL CONGELAMIENTO

TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

PROB. N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA	PESO VOLUMETRICO		LECTURA DEL DIAL(Kg)	RESISTENCIA		EDAD (dias)	% DE RESISTENCIA	
				DIAMETRO (Cm)	ALTURA (Cm)		PESO (Kg.)	FACTOR DE CORRECCION		DISEÑO (Kg/cm2)	ROTURA ((Kg/cm2))			
1		3/05/2018	11/05/2018	10.15	20.30	80.91	10,346.66	3.85	10,346.66	9669.78	210	127.87	7	60.89
2		3/05/2018	11/05/2018	10.08	20.16	79.80	8,839.45	3.75	8,839.45	8261.17	210	110.77	7	52.75
3		3/05/2018	11/05/2018	10.09	20.18	79.96	8,357.36	3.98	8,357.36	7810.62	210	104.52	7	49.77
4	CONCRETO PATRON	3/05/2018	18/05/2018	10.11	20.22	80.28	11,685.19	3.45	11,685.19	10920.74	210	145.56	14	69.31
5	SOMETIDO AL	3/05/2018	18/05/2018	10.14	20.28	80.75	11,209.98	3.85	11,209.98	10476.62	210	138.82	14	66.10
6	CONGELAMIENTO	3/05/2018	18/05/2018	10.15	20.30	80.91	11,783.21	3.86	11,783.21	11012.35	210	145.63	14	69.35
7		3/05/2018	1/06/2018	10.13	20.26	80.60	16,891.67	3.98	16,891.67	15786.61	210	209.59	28	99.80
8		3/05/2018	1/06/2018	10.14	20.28	80.75	15,110.81	3.54	15,110.81	14122.25	210	187.12	28	89.10
9		3/05/2018	1/06/2018	10.12	20.24	80.44	16,260.22	3.87	16,260.22	15196.47	210	202.15	28	96.26
10		4/05/2018	12/05/2018	10.09	20.18	79.96	11,771.43	3.85	11,771.43	11001.34	210	147.22	7	70.10
11	CONCRETO CON FIBRAS DE	4/05/2018	12/05/2018	10.12	20.24	80.44	11,555.69	3.75	11,555.69	10799.71	210	143.66	7	68.41
12	POLIPROPILENO 0.6 Kg/m ³	4/05/2018	12/05/2018	10.11	20.22	80.28	12,054.40	3.98	12,054.40	11265.79	210	150.16	7	71.50
13	Y ADITIVO INCORPORADOR	4/05/2018	19/05/2018	10.14	20.28	80.75	17,174.99	3.45	17,174.99	16051.39	210	212.68	14	101.28
14	DE AIRE 204.3 ml/m ³	4/05/2018	19/05/2018	10.15	20.30	80.91	17,391.07	3.85	17,391.07	16253.34	210	214.93	14	102.35
15	SOMETIDOS AL	4/05/2018	19/05/2018	10.11	20.22	80.28	17,020.56	3.86	17,020.56	15907.07	210	212.02	14	100.96
16	CONGELAMIENTO	4/05/2018	2/06/2018	10.14	20.28	80.75	18,039.49	3.98	18,039.49	16859.34	210	223.39	28	106.37
17		4/05/2018	2/06/2018	10.12	20.24	80.44	17,174.93	3.54	17,174.93	16051.34	210	213.52	28	101.68
18		4/05/2018	2/06/2018	10.15	20.30	80.91	17,391.07	3.87	17,391.07	16253.34	210	214.93	28	102.35



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC



ENSAYO DE COMPRESION CILINDRICA DE CONCRETO SOMETIDO AL CONGELAMIENTO

TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

PROB. N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA	PESO VOLUMETRICO		LECTURA DEL DIAL (Kg)	RESISTENCIA		EDAD (dias)	% DE RESISTENCIA
				DIAMETRO (Cm)	ALTURA (Cm)		PESO (Kg.)	FACTOR DE CORRECCION		DISEÑO (Kg/cm2)	ROTURA (Kg/cm2)		
19		5/05/2018	13/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.85	12,322.63	11516.48	210	153.20	7	72.95
20	CONCRETO CON FIBRAS DE	5/05/2018	13/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.75	13,215.28	12350.73	210	164.62	7	78.39
21	POLIPROPILENO 1.2 Kg/m ³	5/05/2018	13/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.98	12,896.04	12052.37	210	159.69	7	76.04
22	Y ADITIVO INCORPORADOR	5/05/2018	20/05/2018	10.13	20.26	80.60	3.45	16,128.29	15073.17	210	200.11	14	95.29
23	DE AIRE 204.3 ml/m ³	5/05/2018	20/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.85	17,172.79	16049.34	210	213.92	14	101.87
24	SOMETIDOS AL	5/05/2018	20/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.86	16,182.08	15123.44	210	200.39	14	95.42
25	CONGELAMIENTO	5/05/2018	3/06/2018	10.12	20.24	80.44	3.98	16,964.55	15854.72	210	210.91	28	100.43
26		5/05/2018	3/06/2018	10.12	20.24	80.44	3.54	16,376.39	15305.04	210	203.59	28	96.95
27		5/05/2018	3/06/2018	10.15	20.30	80.91	3.87	17,101.62	15982.82	210	211.36	28	100.65
28		6/05/2018	14/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.85	13,932.71	13021.22	210	173.56	7	82.65
29	CONCRETO CON FIBRAS DE	6/05/2018	14/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.75	13,495.49	12612.61	210	167.12	7	79.58
30	POLIPROPILENO 1.8 Kg/m ³	6/05/2018	14/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.98	13,548.40	12662.06	210	167.44	7	79.73
31	Y ADITIVO INCORPORADOR	6/05/2018	21/05/2018	10.13	20.26	80.60	3.45	15,164.53	14172.46	210	188.16	14	89.60
32	DE AIRE 204.3 ml/m ³	6/05/2018	21/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.85	15,271.23	14272.18	210	190.23	14	90.59
33	SOMETIDOS AL	6/05/2018	21/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.86	15,973.02	14928.06	210	197.80	14	94.19
34	CONGELAMIENTO	6/05/2018	4/06/2018	10.12	20.24	80.44	3.98	16,197.71	15138.05	210	201.37	28	95.89
35		6/05/2018	4/06/2018	10.08	20.16	79.80	3.54	16,556.85	15473.69	210	207.47	28	98.80
36		6/05/2018	4/06/2018	10.09	20.18	79.96	3.87	17,706.26	16547.91	210	221.44	28	105.45



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC



ENSAYO DE COMPRESION CILINDRICA DE CONCRETO SOMETIDO AL CONGELAMIENTO

TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”

TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

PROB. N°	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	DIMENSIONES		AREA	PESO VOLUMETRICO		LECTURA DEL DIAL(Kg)	RESISTENCIA		% DE RESISTENCIA
				DIAMETRO (Cm)	ALTURA (Cm)		PESO (Kg.)	FACTOR DE CORRECCION		DISEÑO (Kg/cm2)	ROTURA ((Kg/cm2))	
37		7/05/2018	15/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.85	13,854.64	12948.26	210	172.58	82
38	CONCRETO CON FIBRAS DE	7/05/2018	15/05/2018	10.14	20.28	80.75	3.75	13,761.01	12860.76	210	170.41	81
39	POLIPROPILENO 2.4 Kg/m ³	7/05/2018	15/05/2018	10.15	20.30	80.91	3.98	13,691.55	12795.84	210	169.21	80
40	Y ADITIVO INCORPORADOR	7/05/2018	22/05/2018	10.11	20.22	80.28	3.45	16,752.90	15656.92	210	208.69	99
41	DE AIRE 204.3 ml/m ³	7/05/2018	22/05/2018	10.12	20.24	80.44	3.85	15,853.32	14816.19	210	197.09	93
42	SOMETIDOS AL	7/05/2018	5/06/2018	10.15	20.30	80.44	3.86	16,064.13	15013.21	210	199.71	95
43	CONGELAMIENTO	7/05/2018	5/06/2018	10.08	20.16	79.80	3.54	17,499.82	16354.97	210	219.29	104
44		7/05/2018	5/06/2018	10.09	20.18	79.96	3.87	17,018.36	15905.01	210	212.84	101

ANEXO H

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO SOMETIDO AL CONGELAMIENTO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC



ENSAJO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SOMETIDO AL CONGELAMIENTO DEL CONCRETO

TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

descripcion	fecha de moldeo	fecha de rotura	edad (días)	base			peralte			distancia entre apoyos L (cm)	lectura del dial		resistencia ala flexion lectura (kg-f/cm2)			
				b1 (cm)	b2 (cm)	b3 (cm)	b promedio (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)		d3 (cm)	d promedio (cm)		P(kg-f)	P(N)	
CN - SCC	3/05/2018	11/05/2018	7	14.98	15.00	15.05	15.01	15.30	15.30	15.30	15.23	15.28	45.70	952.78	9346.78	12.43
	3/05/2018	11/05/2018	7	15.00	15.20	15.10	15.10	15.19	15.35	15.30	15.28	15.28	45.70	1354.67	13289.27	17.56
	3/05/2018	18/05/2018	14	14.98	14.99	14.98	15.04	15.23	15.23	15.23	15.25	15.24	45.70	1112.18	10910.53	14.56
	3/05/2018	18/05/2018	14	15.00	14.98	15.10	15.03	15.19	15.35	15.30	15.23	15.28	45.70	1738.85	17058.09	22.65
	3/05/2018	18/05/2018	14	15.14	14.99	14.98	15.04	15.23	15.23	15.23	15.25	15.24	45.70	1672.10	16403.26	21.89
	3/05/2018	1/06/2018	28	14.98	15.13	15.05	15.05	15.32	15.30	15.23	15.23	15.28	45.70	2052.76	20137.59	26.68
	3/05/2018	1/06/2018	28	15.00	14.98	15.10	15.03	15.25	15.35	15.30	15.30	15.30	45.70	1761.88	17283.99	22.89
	3/05/2018	1/06/2018	28	15.14	14.99	14.98	15.04	15.30	15.23	15.23	15.25	15.26	45.70	1905.55	18693.44	24.87
	4/05/2018	12/05/2018	7	15.09	15.00	15.00	15.03	15.25	15.30	15.23	15.23	15.26	45.70	1557.77	15281.70	20.34
	4/05/2018	12/05/2018	7	15.13	15.20	15.14	15.16	15.30	15.25	15.25	15.20	15.25	45.70	1483.22	14550.42	19.23
	4/05/2018	12/05/2018	7	15.20	15.16	15.09	15.15	15.32	15.23	15.23	15.29	15.28	45.70	1210.54	11875.42	15.64
	4/05/2018	19/05/2018	14	15.09	15.00	15.00	15.03	15.25	15.30	15.30	15.26	15.26	45.70	1721.66	16889.51	22.48
CPAA (0.6 kg/m³ y 204.3 m³/m³) -SCC	4/05/2018	19/05/2018	14	15.13	15.20	15.14	15.16	15.23	15.23	15.23	15.20	15.23	45.70	1667.08	16354.06	21.68
	4/05/2018	19/05/2018	14	15.20	15.16	15.09	15.15	15.30	15.23	15.23	15.29	15.27	45.70	1622.44	15916.17	20.98
	4/05/2018	2/06/2018	28	15.09	15.00	15.00	15.03	15.35	15.30	15.23	15.23	15.29	45.70	2092.26	20525.09	27.20
	4/05/2018	2/06/2018	28	15.13	15.20	15.14	15.16	15.23	15.25	15.23	15.20	15.23	45.70	1912.37	18760.39	24.87
4/05/2018	2/06/2018	28	15.20	15.16	15.09	15.15	15.30	15.23	15.23	15.23	15.29	45.70	2009.11	19709.35	25.98	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SOMETIDO AL CONGELAMIENTO DEL CONCRETO

TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

descripcion	fecha de moldeo	fecha de rotura	edad (dias)	base			peralte			distancia entre apoyos L (cm)	lectura del dial		resistencia a la flexion lectura (kg-f/cm2)	
				b1 (cm)	b2 (cm)	b3 (cm)	b promedio (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)		d3 (cm)	d promedio (cm)		P(kg-f)
CPAA (1.2 kg/m³ y 204.3 ml/m³) - SCC	5/05/2018	13/05/2018	7	15.15	15.09	15.16	15.13	15.25	15.20	15.30	15.25	1720.45	16877.58	22.34
	5/05/2018	13/05/2018	7	15.20	15.14	15.20	15.18	15.30	15.29	15.19	15.26	1810.01	17756.18	23.40
	5/05/2018	13/05/2018	7	15.13	15.00	15.00	15.04	15.35	15.30	15.23	15.29	1495.14	14667.31	19.42
	5/05/2018	20/05/2018	14	15.15	15.09	15.16	15.13	15.25	15.20	15.30	15.25	1898.34	18622.76	24.65
	5/05/2018	20/05/2018	14	15.20	15.14	15.20	15.18	15.23	15.29	15.19	15.24	2039.68	20009.22	26.45
	5/05/2018	20/05/2018	14	15.13	15.00	15.00	15.04	15.20	15.30	15.23	15.24	1740.84	17077.69	22.76
	5/05/2018	3/06/2018	28	15.15	15.09	15.16	15.13	15.25	15.20	15.30	15.25	1634.96	16038.99	21.22
	5/05/2018	3/06/2018	28	15.20	15.14	15.20	15.18	15.23	15.20	15.19	15.21	2028.11	19895.74	26.40
	5/05/2018	3/06/2018	28	15.13	15.00	15.00	15.04	15.20	15.08	15.23	15.17	1943.16	19062.36	25.65
	6/05/2018	14/05/2018	7	15.00	14.98	14.99	14.99	15.23	15.19	15.25	15.22	1622.18	15913.60	21.34
	6/05/2018	14/05/2018	7	15.20	15.10	14.98	15.09	15.30	15.23	15.30	15.28	1490.67	14623.51	19.34
	6/05/2018	14/05/2018	7	15.16	15.05	15.13	15.11	15.25	15.25	15.32	15.27	1492.00	14636.50	19.34
CPAA (1.8 kg/m³ y 204.3 ml/m³) - SCC	6/05/2018	21/05/2018	14	15.00	14.98	14.99	14.99	15.29	15.19	15.25	15.24	2039.54	20007.85	26.76
	6/05/2018	21/05/2018	14	15.20	15.10	14.98	15.09	15.30	15.23	15.30	15.28	1985.51	19477.85	25.76
	6/05/2018	21/05/2018	14	15.16	15.05	15.13	15.11	15.19	15.25	15.32	15.25	2035.16	19964.95	26.45
	6/05/2018	4/06/2018	28	15.00	14.98	14.99	14.99	15.29	15.09	15.25	15.21	1736.96	17039.57	22.85
	6/05/2018	4/06/2018	28	15.20	15.10	14.98	15.09	15.32	15.13	15.30	15.25	2027.84	19893.11	26.40
	6/05/2018	4/06/2018	28	15.16	15.05	15.13	15.11	15.25	15.16	15.32	15.24	2193.52	21518.47	28.54



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - EPIC



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN SOMETIDO AL CONGELAMIENTO DEL CONCRETO

TESIS: “INFLUENCIA DEL POLIPROPILENO Y LOS ADITIVOS INCORPORADORES DE AIRE SOMETIDO AL CONGELAMIENTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, EN LA ZONA ALTIPLANICA 2017”
TESISTA: LINO OSCAR NUÑEZ ARONI – FRANK ALAIN AMAMNI HUAYNILLO

descripcion	fecha de moldeo	fecha de rotura	edad (días)	base			peralte			distancia entre apoyos L (cm)	lectura del dial		resistencia ala flexion lectura (kg-f/cm2)		
				b1 (cm)	b2 (cm)	b3 (cm)	b promedio (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)		d3 (cm)	d promedio (cm)		P(kg-f)	P(N)
CPAA (2,4 kg/m ³ y 204,3 ml/m ³) - SCC	7/05/2018	15/05/2018	7	15.09	15.11	15.20	15.13	15.23	15.30	15.25	15.26	45.70	1671.81	16400.45	21.68
	7/05/2018	15/05/2018	7	15.14	15.15	15.15	15.15	15.20	15.32	15.30	15.27	45.70	1577.24	15472.76	20.40
	7/05/2018	15/05/2018	7	15.00	15.20	15.11	15.10	15.29	15.25	15.35	15.30	45.70	1727.56	16947.37	22.34
	7/05/2018	22/05/2018	14	15.09	15.11	15.20	15.13	15.23	15.30	15.25	15.26	45.70	2043.49	20046.67	26.50
	7/05/2018	22/05/2018	14	15.14	15.15	15.15	15.15	15.25	15.32	15.30	15.29	45.70	1935.57	18987.92	24.98
	7/05/2018	22/05/2018	14	15.00	15.20	15.11	15.10	15.30	15.25	15.35	15.30	45.70	1984.39	19466.86	25.65
	7/05/2018	5/06/2018	28	15.09	15.11	15.20	15.13	15.30	15.21	15.25	15.25	45.70	2303.01	22592.48	29.89
	7/05/2018	5/06/2018	28	15.14	15.15	15.15	15.15	15.22	15.30	15.30	15.29	45.70	2282.26	22388.93	29.46
	7/05/2018	5/06/2018	28	15.00	15.20	15.11	15.10	15.23	15.15	15.35	15.24	45.70	2063.20	20240.02	26.87