



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



**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE
FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO
RECICLADO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

SHOMARITA GENOVEVA QUILLY CCORIMANYA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO - PERÚ

2022



DEDICATORIA

A mis padres, Wilson y Elizabeth, por el apoyo incondicional e incesante para lograr mis objetivos, a mis abuelos Tiburcio y Genoveva por su apoyo, compañía y confianza, a mis hermanos Iván, James y Neil, por ser mi ejemplo y pilar ante las dificultades.



AGRADECIMIENTO

A mi institución de formación profesional, Universidad Nacional del Altiplano, y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haberme permitido ser parte de esta familia de prestigio, formándome en el campo de la ingeniería.

A mi jurado de tesis, Ing. Néstor Eloy Gonzales Sucasaire, Ing. Samuel Huaquisto Cáceres e Ing. Gleny Zoila De La Riva Tapia.

A mis asesores de tesis, Ing. Emilio Castillo Aroni e Ing. Gino Frank Laque Córdova.

Al personal técnico del laboratorio de construcciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por su colaboración para llevar a cabo la presente investigación.

A mi familia en general, por el apoyo motivacional.

A mis amigos, por su apoyo en conocimientos y experiencia, que me ayudaron a poder desarrollar el presente trabajo.

Shomarita Genoveva Quilly Ccorimanya



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 18

ABSTRACT..... 19

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 22

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 24

1.2.1 Problema general 24

1.2.2 Problemas específicos 24

1.3 ANTECEDENTES 25

1.3.1 Antecedentes internacionales 25

1.3.2 Antecedentes nacionales..... 29

1.3.3 Antecedentes locales 31

1.4 JUSTIFICACIÓN 32

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN 34

1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO..... 34

1.6.1 Objetivo general 34

1.6.2 Objetivos específicos..... 34

1.7 HIPÓTESIS 35



1.7.1	Hipótesis general	35
1.7.2	Hipótesis específicas	35

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1	EL CONCRETO	37
2.1.1	Componentes del concreto	37
2.1.2	Propiedades del concreto	39
2.2	POLIPROPILENO	40
2.2.1	Definición	40
2.2.2	Propiedades del polipropileno	41
2.2.3	Aplicaciones del polipropileno	41
2.3	AGREGADO RECICLADO	42
2.3.1	Manejo de residuos en la actividad de la construcción NTP (400.050).	42
2.3.2	Efecto de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto.	46
2.3.3	Efecto de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido	47
2.3.4	Curado del concreto	53

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	55
3.2	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	55
3.3	MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56



3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	58
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	59
3.6.1	Descripción de instrumentos	59
3.6.2	Instrumentos de recolección de datos	59
3.6.3	Descripción de procedimiento y análisis	60
3.7	PROCEDIMIENTO	61
3.8	ANÁLISIS DE DATOS.....	62
3.9	PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	62
3.9.1	Ubicación y descripción de la cantera de los agregados naturales.	62
3.9.2	Procedencia de los agregados reciclados (demolición de pavimento rígido).	64
3.10	DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO	65
3.10.2	Los materiales.....	66
3.10.3	Diseño de mezcla $f'c$ 210 kg/cm ² – Método: Módulo de fineza	68
3.10.4	Diseño de mezcla según los grupos de prueba	77
3.11	ELABORACIÓN DEL CONCRETO	78
3.11.1	Instrumentos utilizados.....	80
3.11.2	Elaboración de probetas cilíndricas.....	81
3.11.3	Elaboración de probetas prismáticas	81
3.11.4	Curado de los especímenes.....	82
3.12	ENSAYOS REALIZADOS.....	83
3.12.1	Ensayos en estado fresco del concreto	83
3.12.2	Ensayos en estado endurecido del concreto	86



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO	93
4.1.1 Ensayos de asentamiento en el cono de Abrams (ASTM-C143)	93
4.1.2 Temperatura interna (ASTM C1064)	97
4.1.3 Temperatura de curado	102
4.2 ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO	106
4.2.1 Comparación de la resistencia a compresión.....	106
4.2.2 Tipos de falla presentados en el ensayo de resistencia a la compresión	121
4.2.3 Comparación de la resistencia a la flexión	126
4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	141
4.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS	145
V. CONCLUSIONES.....	151
5.1 CONCLUSIÓN GENERAL	151
5.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	152
VI. RECOMENDACIONES.....	155
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	156
ANEXOS.....	162
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	163
ANEXO 2: PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS.....	166
ANEXO 3: DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 100%.	174
ANEXO 4: DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 75% + CR 25%.	176
ANEXO 5: DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 50% + CR 50%.	178
ANEXO 6: DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 25% + CR 75%	180



ANEXO 7: DISEÑO DE MEZCLAS DEL CR 100%.....	182
ANEXO 8: DATOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	184
ANEXO 9: DATOS RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	199
ANEXO 10: ANÁLISIS ESTADÍSTICO	214
ANEXO 11: PRUEBA DE HIPÓTESIS	245
ANEXO 12: ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO	274
ANEXO 13: HOJA TÉCNICA SIKAFIBER ® PE.....	280
ANEXO 14: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS.....	284
ANEXO 15: PANEL FOTOGRÁFICO.....	287

TEMA: Las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado.

ÁREA: Construcciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Construcciones y Gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de junio de 2022



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Resistencia a la compresión vs edad según tipo y porcentaje de reemplazo de agregado.	50
Figura 2.	Ubicación de cantera Cutimbo - ciudad de Puno.....	64
Figura 3.	Recolección de pavimento rígido desechado de la av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno.....	64
Figura 4.	Dosificación de materiales por peso.	80
Figura 5.	Preparación del concreto con mezcladora eléctrica.....	80
Figura 6.	Vaciado de concreto en moldes cilíndricos y prismáticos.....	81
Figura 7.	Curado a temperatura ambiente de probetas cilíndricas y prismáticas.....	82
Figura 8.	Probetas extraídas de la poza de curado.....	82
Figura 9.	Ensayo de cono de abrams.....	84
Figura 10.	Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	87
Figura 11.	Muestras cilíndricas después del ensayo de resistencia a la compresión....	87
Figura 12.	Tipos de falla de cilindros de prueba, astm c39.....	89
Figura 13.	Máquina de ensayo de resistencia a la compresión utilizado.	90
Figura 14.	Proceso de rotura a flexión del espécimen de concreto.....	91
Figura 15.	Especímen de concreto después de la falla o ruptura.....	92
Figura 16.	Resultados del asentamiento en los grupos de prueba propuestos.....	95
Figura 17.	Correlación de asentamiento en el cono de abrams con respecto a la adición de fibras de polipropileno en los grupos de control elaborados con agregado grueso reciclado.	97
Figura 18.	Variación de temperatura del CN 100% con y sin fibras de polipropileno.	98
Figura 19.	Variación de temperatura del CN 75% + CR 25% con y sin fibras de polipropileno.....	99



Figura 20. Variación de temperatura del CN 50% + CR 50% con y sin fibras de polipropileno.	99
Figura 21. Variación de temperatura del CN 25% + CR 75% con y sin fibras de polipropileno.	100
Figura 22. Variación de temperatura del CR 100% con y sin fibras de polipropileno.	100
Figura 23. Variación de temperatura promedio de todos los grupos de control de acuerdo al porcentaje de agregado grueso incorporado.	101
Figura 24. Datos históricos de temperatura en Puno en 2021 (SENAMHI).	102
Figura 25. Temperatura por hora en 2021 en Puno (SENAMHI).	102
Figura 26. Evolución de la resistencia a la compresión para todos los grupos de prueba propuestos curados a temperatura ambiente.	107
Figura 27. Curvas de evolución de la resistencia a la compresión para todos los grupos de prueba propuestos curados a temperatura ambiente.	108
Figura 28. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN100% - CN100%+0.6P – CN100%+1.2P curado a temperatura ambiente.	111
Figura 29. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN75%+CN25% - CN75%+CN25%+0.6P - CN75%+CN25%+1.2P curado a temperatura ambiente.	113
Figura 30. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN50%+CN50% - CN50%+CN50%+0.6P – CN50%+CN50%+1.2P curado a temperatura ambiente.	115
Figura 31. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN25%+CN75% - CN25%+CN75%+0.6P – CN25%+CN75%+1.2P curado a temperatura ambiente.	117



- Figura 32.** Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CR100%-
CR100% + 0.6P – CR100% + 1.2P curado a temperatura ambiente..... 119
- Figura 33.** Falla de especímenes elaborados con CN 100%, CN100%+0.6P, CN100%
+1.2P curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a los 28 días
de edad. 122
- Figura 34.** Falla de especímenes elaborados CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P,
CN75%+CR25%+1.2P con curados a temperatura ambiente sometidos a
compresión a los 28 días de edad..... 122
- Figura 35.** Falla de especímenes elaborados con CN50%+CR50%,
CN50%+CR50%+0.6P, CN50%+CR50%+1.2P curados a temperatura
ambiente sometidos a compresión a los 28 días de edad..... 123
- Figura 36.** Falla de especímenes elaborados con CN25%+CR75%,
CN25%+CR75%+0.6P, CN25%+CR75%+1.2P curados a temperatura
ambiente sometidos a compresión a los 28 días de edad..... 124
- Figura 37.** Falla de especímenes elaborados con CR100%, CR100%+0.6P,
CR100%+1.2P curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a
los 28 días de edad. 124
- Figura 38.** Evolución de la resistencia a la flexión de todos los grupos de control
propuestos curados a temperatura ambiente. 127
- Figura 39.** Curvas de evolución de la resistencia a la flexión para los grupos de prueba
propuestos curados a temperatura ambiente. 128
- Figura 40.** Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN100% -
CN100%+0.6P – CN100%+1.2P curado a temperatura ambiente. 131



- Figura 41.** Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN75%+CR25%
- CN75%+CR25%+0.6P - CN75%+CR25%+1.2P curado a temperatura ambiente..... 133
- Figura 42.** Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN50%+CR50%
- CN50%+CR50%+0.6P – CN50%+CR50%+1.2P curado a temperatura ambiente..... 135
- Figura 43.** Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN25%+CR75%
- CN25%+CR75%+0.6P – CN25%+CR75%+1.2P curado a temperatura ambiente..... 137
- Figura 44.** Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CR100% -
CR100%+0.6P – CR100%+1.2P curado a temperatura ambiente..... 139



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Propiedades físicas de los agregados para su aceptabilidad.	38
Tabla 2:	Consistencia de mezcla del concreto	39
Tabla 3:	Clasificación y opciones de manejo de los residuos de la actividad de la construcción.	44
Tabla 4:	Opciones de aprovechamiento de los residuos de la actividad de la construcción.	45
Tabla 5:	Reducción de la resistencia al usar agregados reciclados según diversos autores.	49
Tabla 6:	Clasificación de agregados reciclados según estándares coreanos	50
Tabla 7:	Detalle de cantidad de muestras para la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto.	56
Tabla 8:	Detalle de la cantidad de muestras para medir el asentamiento.....	57
Tabla 9:	Matriz de operacionalización de variables.....	58
Tabla 10:	Coordenadas utm de la cantera cutimbo	63
Tabla 11:	Secuencia del diseño de mezcla: método del módulo de fineza.	65
Tabla 12:	Propiedades de los agregados naturales y agregado grueso reciclado.	67
Tabla 13:	Resultados del análisis químico del agregado grueso reciclado.	67
Tabla 14:	Resistencia promedio.	68
Tabla 15:	Volúmen unitario de agua.	69
Tabla 16:	Contenido de aire atrapado.	70
Tabla 17:	Relación agua – cemento (a/c).	71
Tabla 18:	Volúmenes absolutos de pasta.	72
Tabla 19:	Módulo de fineza de la combinación de los agregados.	72
Tabla 20:	Diseño de mezcla final.	74



Tabla 21: Resultados de rf y rg para los diferentes grupos de control.....	75
Tabla 22: Resultados del volumen absoluto de los agregados para los diferentes grupos de control.	76
Tabla 23: Resultados de los pesos secos de los agregados para los diferentes grupos de control.	76
Tabla 24: Diseños de mezcla final para los diferentes grupos de control.....	77
Tabla 25: Diseños de mezcla final con y sin incorporación de fibras de polipropileno para los diferentes grupos de prueba.....	78
Tabla 26: Valores de asentamiento para los grupos de control.....	94
Tabla 27: Variación de asentamiento en porcentaje con respecto al concreto elaborado con agregado natural al 100% sin adición de fibras de polipropileno.	96
Tabla 28: Registro de temperatura del concreto fresco para los diferentes grupos de control.	98
Tabla 29: Datos históricos de temperatura en Puno, marzo – abril 2021 (SENAMHI), durante los primeros 7 días de curado para cada grupo de control.....	103
Tabla 30: Datos históricos de temperatura en Puno, marzo – abril 2021 (SENAMHI), durante los primeros 14 días de curado para cada grupo de control.....	104
Tabla 31: Datos históricos de temperatura en Puno, marzo – abril 2021 (SENAMHI), durante los primeros 28 días de curado para cada grupo de control.....	104
Tabla 32: Resultados promedio de resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ² de investigaciones desarrolladas en la ciudad de Puno, con agregados provenientes de la cantera cutimbo y con proceso de curado de acuerdo a normativa.	105
Tabla 33: Valores de dispersión en el control de concreto.	141



Tabla 34: Interpretación del coeficiente de variación y desviación estándar de los diferentes grupos de control sometidos al ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.	142
Tabla 35: Interpretación del coeficiente de variación y desviación estándar de los diferentes grupos de control sometidos al ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días de edad.	143
Tabla 36: Resumen de la prueba de hipótesis de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.	146
Tabla 37: Resumen de la prueba de hipótesis de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días.	148



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CN100%	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 100%.
CN75%+CR25%	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 75% + agregado grueso reciclado al 25%.
CN50%+CR50%	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 50% + agregado grueso reciclado al 50%.
CN25%+CR75%	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 25% + agregado grueso reciclado al 75%.
CR100%	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso reciclado al 100%.
CN100%+0.6P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 100% incorporado con 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno.
CN75%+CR25%+0.6P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 75% + agregado grueso reciclado al 25% incorporado con 0.6 kg/m ³ de fibras de
CN50%+CR50%+0.6P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 50% + agregado grueso reciclado al 50% incorporado con 0.6 kg/m ³ de fibras de
CN25%+CR75%+0.6P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 25% + agregado grueso reciclado al 75% incorporado con 0.6 kg/m ³ de fibras de
CR100%+0.6P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso reciclado al 100% incorporado con 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno.
CN100%+1.2P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 100% incorporado con 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno
CN75%+CR25%+1.2P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 75% + agregado grueso reciclado al 25% incorporado con 1.2 kg/m ³ de fibras de
CN50%+CR50%+1.2P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 50% + agregado grueso reciclado al 50% incorporado con 1.2 kg/m ³ de fibras de
CN25%+CR75%+1.2P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso natural al 25% + agregado grueso reciclado al 75% incorporado con 1.2 kg/m ³ de fibras de
CR100%+1.2P	: Concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado fino natural y agregado grueso reciclado al 100% incorporado con 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno.



R	: Módulo de ruptura del concreto (Resistencia a la flexión), kg/cm ² .
u	: Media aritmética.
σ^2	: Varianza.
σ	: Desviación estándar.
H₀	: Hipótesis nula.
H_a	: Hipótesis alternativa
α	: Nivel de significancia.
Z₀	: Estadístico de prueba.
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

Esta investigación se enfocó en la evaluación del efecto que se produce al incorporar fibras de polipropileno en cantidades de 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ en un concreto $f'c=210$ kg/cm² que contiene agregado natural y reciclado en porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, curados a una temperatura ambiente. La variable dependiente fue las propiedades del concreto con ambos agregados (natural y reciclado) y la variable independiente, fibras de polipropileno. Para dicho efecto se elaboraron 270 especímenes, los cuales fueron ensayados a compresión y flexión, determinándose que, a los 28 días, las resistencias a la compresión incrementan hasta un 14.3% referente al concreto elaborado con a.g reciclado incorporado con 0.6 kg/m³ de dichas fibras y al incorporar las fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m³ las resistencias a la compresión incrementan hasta un 23.3% con respecto a los grupos que no contienen este aditivo. Respecto a la resistencia a la flexión se determinó que la adición de este aditivo tiene un efecto positivo, pues al incorporarlos en una cantidad de 0.6 kg/m³ en el concreto elaborado con a.g reciclado, las resistencias incrementan hasta un 9.8%, y al incorporar las fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m³ las resistencias incrementan hasta un 23.7% con respecto a los grupos que no contienen dichas fibras, sin embargo dichas fibras tienen un efecto negativo en cuanto a la trabajabilidad, pues la disminuyen de acuerdo a la cantidad que se incorpora, a mayor cuantía de este aditivo menor trabajabilidad se alcanzó.

Palabras clave: Fibras de polipropileno, agregado reciclado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, trabajabilidad.



ABSTRACT

This research focused on the evaluation of the effect produced by incorporating polypropylene fibers in quantities of 0.6 kg/m³ and 1.2 kg/m³ in a concrete $f'_c=210$ kg/cm² that contains natural and recycled aggregate in percentages of 0 %, 25%, 50%, 75% and 100%, cured at room temperature. The dependent variable was the properties of the concrete with both aggregates (natural and recycled) and the independent variable, polypropylene fibers. For this purpose, 270 specimens were made, which were tested for compression and bending, determining that, after 28 days, the compressive strength increased up to 14.3% with respect to the concrete made with recycled ag incorporated with 0.6 kg/m³ of said fibers and when incorporating polypropylene fibers in an amount of 1.2 kg/m³, the compressive strengths increase up to 23.3% with respect to the groups that do not contain this additive. Regarding the flexural strength, it was determined that the addition of this additive has a positive effect, since by incorporating them in an amount of 0.6 kg/m³ in the concrete made with recycled a.g, the strengths increase up to 9.8%, and by incorporating polypropylene fibers in an amount of 1.2 kg/m³ the resistances increase up to 23.7% with respect to the groups that do not contain said fibers, however these fibers have a negative effect in terms of workability, since they decrease it according to the amount that is incorporated, the higher the amount of this additive, the lower the workability.

Keywords: Polypropylene fibers, recycled aggregate, compressive strength, flexural strength, workability.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Actualmente se produce gran cuantía de residuos de concreto, provenientes del sector construcción que en su mayoría terminan en botaderos ilegales producto de la informalidad, siendo parte y contribuyendo a la contaminación ambiental. Por ello es de gran necesidad reducir estos escombros a través del reciclaje y reutilización, para la disminución de su impacto en la contaminación ambiental, por otro lado, se debe garantizar la factibilidad de la reutilización de estos materiales, es por ello que esta investigación tiene como finalidad proponer el uso de estos desechos de la construcción como agregado grueso y para garantizar su efectividad se propone incorporar fibras de polipropileno. El valor teórico es la generalización del uso del concreto reciclado para la creación de una normativa en nuestro país que establezca una dosificación adecuada para conseguir un concreto con las exigencias mínimas.

En este estudio se tiene como objetivo general evaluar el efecto que tienen las fibras de polipropileno sobre las propiedades del concreto (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y trabajabilidad) con una resistencia de diseño $f'c$ 210 kg/cm² con a.g reciclado, curado a temperatura ambiente, que varía desde un -2°C hasta 18°C, datos que registró SENAMHI durante los periodos de marzo hasta abril del 2021, fechas en las que las probetas se encontraban en proceso de curado, ello con el fin de mostrar y evaluar su incidencia sobre el concreto, ya que en lugares que presentan temperaturas extremas como es el caso del departamento de Puno resulta perjudicial en el desarrollo de sus propiedades, debido a que se reduce la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión. Por lo descrito anteriormente, se busca incorporar las fibras de polipropileno para compensar y superar esta dificultad.



Finalmente, la investigación desarrolla el siguiente contenido:

Capítulo I: Se desarrolla el planteamiento del problema, seguidamente la formulación del problema (problema general, específicos), antecedentes o referencias, justificación, las limitaciones de la investigación, objetivos e hipótesis.

Capítulo II: Describe la revisión de la literatura, que comprende la teoría y conceptos de la investigación relacionados directamente con las variables, como agregado reciclado, fibras de polipropileno y curado a temperatura ambientes.

Capítulo III: Conformado por los materiales utilizados y métodos en consideración para el desarrollo de la investigación, como son el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, operacionalización de variables, instrumentos utilizados, procedimientos para finalmente presentar el análisis de datos.

Capítulo IV: Se describe los resultados y discusión, que contiene la interpretación de los resultados, contrastación de los resultados, de los ensayos ejecutados (en estado fresco y endurecido), asimismo el análisis estadístico y prueba de hipótesis.

Capítulo V: Se aborda las conclusiones generales y específicas de la investigación a las cuales se llegó, basadas en los objetivos a los que se arribó.

Capítulo VI: Se describe las recomendaciones para mejorar el método de estudio y/o sugerencias para futuras investigaciones.

Capítulo VII: Se hace mención las referencias bibliográficas que se tomaron en cuenta para tener un punto de partida y nos faciliten en nuestro estudio.



1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para producir el concreto, los agregados utilizados son generalmente proveídos de los que se encuentran en los ríos o en su defecto por el proceso de trituración de piedras naturales en tamaños diferentes (piedra chancada). La vasta producción de estos materiales conlleva a la necesidad de preservarlos debido a que estos vienen a ser recursos no renovables, pues el sector construcción ocasiona una considerable cantidad de residuos sólidos tanto en volumen como en peso, que influyen a la contaminación ambiental. Uno de los elementos contaminantes es el concreto, pues toda infraestructura de concreto que es renovada por otro genera residuos de concreto que se tienen que eliminar. Es por ello que el hombre en busca de soluciones para lograr optimizar el uso de nuestros recursos, ha descubierto a través del tiempo nuevas propuestas de técnicas y métodos que combinan la tecnología y seguridad en armonía con el medio ambiente.

Mukesh Limbachiya (2003), en su investigación titulada: “Construction and Demolition Waste Recycling for reuse as aggregate in concrete production”. Sostiene: “Que, debido a las implicancias ambientales, la industria de la construcción de Europa experimenta una gran presión para superar la elevada producción de RCD (Residuos de Construcción y demolición)”.

Moraño A. y Guillen J. (2005), en su investigación titulada: “El Enfibrado de los Materiales de Construcción”. Concluyen que: “Todas las fibras mejoran las propiedades mecánicas de los materiales a las que se les añade, fundamentalmente a la resistencia a tracción y por tanto todas las características relacionadas con esta propiedad, elasticidad, absorción de energía, ductilidad”.

Gómez L. et al. (2006) en su artículo de investigación titulado: “Influencia de la resistencia a compresión de hormigones por efecto de la temperatura ambiente” sostiene:



“Que la curva de resistencia se obtiene con resultados de resistencia a compresión de probetas mantenidas hasta su edad de ensayo a una temperatura de $20 \pm 3^{\circ} \text{C}$ de acuerdo a la normativa chilena. Si bien a esta temperatura se deben mantener los hormigones desde el momento de su confección, en la práctica mantener esas condiciones en obra no siempre es posible por las condiciones propias de obra”.

Por otro lado, la adición de fibras como refuerzo del concreto durante su elaboración es una técnica que remonta muchos años atrás, ya que se encontró una serie de utilidades en el ámbito de la construcción y actualmente sigue siendo objeto de estudio por la diversidad de aplicaciones que tiene.

Así mismo el control de temperatura durante el proceso del curado del concreto es un factor muy incidente sobre las propiedades del concreto, ya que al ser extremas como es el caso de nuestra localidad, se produce alteraciones en la estructura interna (cambios físico mecánicos) del concreto. Es por ello que en la presente investigación se consideró el curado a temperatura ambiente ($\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$), datos registrados por el SENAMHI correspondientes a la ciudad de Puno, entre el periodo de marzo a mayo del 2021, para plasmar datos reales de las propiedades del concreto a los cuales está sometido día a día.

De acuerdo a lo antes mencionado, optimizar, es una forma de preservar y dar máximo provecho a un recurso, lo cual implica la reutilización del mismo, y para garantizar su efectividad combinamos dicha idea con la tecnología, al hacer uso de aditivos, como son las fibras de polipropileno y aplicarlos a la realidad al curar las muestras a temperatura ambiente.

Por ello, en esta tesis se estudia el impacto que produce las fibra de polipropileno al adicionarlas en el concreto (con agregado natural y reciclado) en sus diferentes



combinaciones propuestas, y verificar y analizar si mejora en el desarrollo de sus propiedades mecánicas (trabajabilidad, resistencia a la compresión y resistencia a la flexión), además si es factible reutilizar los residuos provenientes de las construcciones y sustituirlos como agregados naturales en la elaboración de un nuevo concreto, que en nuestro caso son provenientes de la demolición de pavimento rígido de la Av. Simón Bolívar - Puno, chancados manualmente, evaluando sus propiedades mecánicas del concreto en compresión y flexión. Así mismo al adicionar fibras de polipropileno se busca mejorar estas propiedades del concreto producido con a.g reciclado y curado a temperatura ambiente, buscando determinar o cuantificar esta mejora en función de las proporciones de las fibras de polipropileno.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿Cómo es el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo es el efecto de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente?

¿Cómo es el efecto de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto $f^c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente?



¿Cómo es el efecto de la incorporación de fibras de polipropileno en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente?

1.3 ANTECEDENTES

Para desarrollar esta investigación de grado, se tomaron en consideración información de universidades reconocidas, artículos de investigación y autores en el ámbito internacional, nacional y local.

1.3.1 Antecedentes internacionales

Agreda G. y Moncada G. (2015) en su investigación: “Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados” sostiene: “Que para tres diferentes tipos de mezcla en estudio, reemplazando el agregado grueso natural por reciclado, cuyas cantidades fueron de 25%, 50% y 70%, luego de realizar los ensayos de resistencia a la compresión, para la evaluación y análisis de sus propiedades, se llegó a la conclusión de que, para los tres casos en estudio el efecto fue positivo, debido a que superaron los 28 Mpa que fue la resistencia de diseño, por otro lado, el tercer grupo (70% de A.G reciclado) se diferencia de los otros grupos, ya que en los periodos de curado (7, 14 y 21 días) su desarrollo fue superior al momento del ensayo, alcanzando hasta un 8% de diferencia mayor al de los 28 días. En referencia al ensayo de resistencia a la flexión, se tuvo un mayor desarrollo en el tercer grupo (70% de A.G reciclado), sin embargo, fue la que presentó menor asentamiento, aduciendo una menor trabajabilidad”.

Salazar et al. (2014) en su trabajo de investigación: “Comportamiento en estados fresco y endurecido de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y elaborado con agregado grueso de concreto reciclado” sostiene: “Que el constante



crecimiento de la actividad de remodelación y demolición en general de la construcción en localidades populosas se producen volúmenes considerables provenientes de residuos de demolición, lo que actualmente viene provocando un efecto adverso en el medio ambiente. Además, debido a la exigencia de incrementar la eficacia en cuanto al consumo de energía y materiales, es imprescindible el estudio del reciclaje de estos, como los es el hormigón, que actualmente viene siendo el material de mayor producción al año a nivel mundial, además de ser uno de los principales causantes de impacto negativo en el medio ambiente. En este sentido, en este su estudio analiza el efecto del reemplazo de a.g naturales por reciclados derivados del proceso de trituración de residuos respecto a lo convencional. Los resultados indicaron que el reemplazo y utilización de estos áridos reciclados no afectó en demasía en el comportamiento del concreto fresco, sin embargo, sí influyó en el comportamiento del hormigón endurecido provocando un menor desarrollo en la resistencia a la compresión, disminuyendo desde un 15% hasta un 29% en base al porcentaje de árido natural que se sustituyó por el reciclado en porcentajes de 25, 50, 75 y 100 %. Además, se observó un ligero aumento de porosidad permeables en relación al porcentaje de árido natural reemplazado”.

Santos A. y Alape C. (2020) en su investigación titulada: “Estudio comparativo entre un concreto convencional de 3000 PSI Y un concreto con agregado grueso a partir de 50%, 75% y 100% de RCD” realizado en la Universidad Santo Tomás de Colombia, sostiene: “Que inició su investigación clasificando una muestra de RCD cuyo peso era de 135.78 kg, cuya proveniencia fue de una remodelación estructural; posteriormente se hizo el diseño de mezclas, sustituyendo el a.g natural, por RCD en cantidades de 50%, 75% y 100%, para 36 especímenes. Obteniendo datos que evidenciaron que, el grupo que mayor resistencia desarrolló en las tres edades en estudio (14, 28 y 56 días) fue la



correspondiente a 50% RCD, alcanzando un valor de 22.1 Mpa, 31.3 Mpa y 41.8 Mpa respectivamente”.

Barros V. y Ramírez H. (2012), en su investigación: “Diseño de Hormigones con fibras de Polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Pifo” desarrollada en la Universidad Central del Ecuador, sostiene: “Que este estudio tiene como finalidad la obtención de un diseño adecuado del hormigón, añadiendo fibra de polipropileno, considerando una resistencia de diseño de 21 y 28 Mpa, llegando a la conclusión de que al incorporar este aditivo, no se presenta alteración en cuanto a la trabajabilidad, sin embargo, resulta influyente respecto a su consistencia, de acuerdo a los datos obtenidos se determinó que la cantidad óptima corresponde a 0.13% (1.2 kg/m³) de este aditivo; debido a que se desarrolló un incremento de 4% en caso del grupo de 21 MPa y 16% para 28 Mpa”.

Mestanza O. (2016) en su estudio denominado: “Análisis comparativo de la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos” desarrollada en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, sostiene: “Que el objetivo fue determinar el efecto en el concreto (desarrollo de la resistencia a la compresión) de la fibra de polipropileno, concluyendo que al incorporarlo en diferentes cantidades, este mejora parcialmente el desarrollo de las propiedades, debido a que el concreto con fibra (0,2%), presenta mejoría en cuanto a la adherencia entre los elementos del mismo, ya que después del ensayo de resistencia a la compresión se nota una masa unida sin desprendimiento”.

Conrado M. y Rojas J. (2012), en su investigación titulada: “Diseño de Hormigones con fibras de Polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Guayllabamba”, desarrollada en la Universidad Central



del Ecuador, sostiene: “Que busca determinar el porcentaje óptimo de la fibra de polipropileno que se añadirá al hormigón para su adecuado comportamiento y desarrollo de la resistencia a la compresión (21 y 28 Mpa), determinando que para 21 MPa, con la cantidad mínima se incrementó en un 11.03% , y para 28 MPa se incrementó un 9.68% de la resistencia a la compresión respecto al concreto convencional”.

Gómez L. et al. (2006) en su investigación titulada: “Influencia de la resistencia a compresión de hormigones por efecto de la temperatura ambiente” desarrollada en la Pontificia Universidad de Chile, Chile, señala: “ Que su investigación tuvo como objetivo determinar la incidencia de la temperatura ambiente en la evolución de resistencia a compresión entre 7 y 28 días y en la resistencia a compresión a 28 días, confeccionando probetas a temperaturas cercanas a 10°C, y que probablemente durante la noche las temperaturas estuvieron por debajo de los 0°C, pero en esos casos las probetas se mantuvieron durante su estadía en obras cubiertas y protegidas de la intemperie, por lo que no debieron haber llegado a las temperaturas extremas, situación que perfectamente puede haber sido alcanzada con el hormigón colocado, si en obra no se tomaron las precauciones debidas. Concluyendo que el porcentaje de pérdida o ganancia de resistencia podría ser mayor si el ensayo de compresión de las muestras de hormigón se realizaría sobre probetas curadas en condiciones de obra”.

Ortiz J. (2005) en su tesis doctoral titulada: “Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado” desarrollado en Barcelona-España, señala: “Que realizó su investigación con el objetivo de estudiar los efectos que tiene la temperatura ambiental sobre las prestaciones del hormigón en climas cálidos en base a la variación de temperatura ambiental y de las curvas de calor de hidratación del hormigón, actuando principalmente sobre la



dosificación de cemento, para lo cual elaboró 5 probetas cilíndricas para someterlas a compresión previo curado a temperaturas extremas, simulando las condiciones de verano e invierno, concluyendo que, las condiciones climáticas actúan directamente sobre los mecanismos del hormigón como la hidratación, fraguado, endurecimiento y desarrollo de resistencia. En este sentido se puede verificar que la temperatura bajo la cual se llevan a cabo estos procesos, es un factor de influencia en el mejor o peor desarrollo de la microestructura del hormigón mediante la aceleración de estos mecanismos, así mismo las temperaturas ambientales altas en verano ocasionan pérdidas de trabajabilidad en el hormigón, asimismo, una baja temperatura ambiental (invierno) tiene el mismo efecto, pero en menor magnitud. Las mejores trabajabilidades se obtienen para temperaturas intermedias”.

1.3.2 Antecedentes nacionales

Tafur (2015) en su investigación: “Estudio del comportamiento físico – mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca”, señala: “Que realizó una comparación de resistencia a la compresión, de un concreto elaborado de manera convencional y un concreto elaborado en su totalidad con agregado grueso reciclado, concluyendo que, el concreto elaborado con agregado grueso reciclado desarrolló una resistencia a la compresión de 4.15% mayor respecto a la resistencia del concreto convencional, así también que, la cantidad del cemento del concreto fabricado con agregado grueso reciclado es 5.10% superior al del concreto convencional, siendo de ese modo un factor adicional influyente sobre el desarrollo de la resistencia del concreto obtenido”.

Dávila (2019) en su investigación: “Determinación de las propiedades del concreto obtenido con agregado grueso producto de la demolición de pavimentos rígidos



en el distrito Baños del Inca – Cajamarca”, afirma: “Que su investigación se centra en la recuperación del residuo sólido y en la producción un nuevo concreto elaborado con agregado grueso reciclado proveniente de los pavimentos rígidos. Para su diseño de mezcla se usó del método de Modulo de finura de los agregados, cuya resistencia del concreto fue de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Cuyos resultados fueron que el concreto elaborado con agregados reciclados alcanzó una resistencia de $f'c = 223.65 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días de curado mientras que el concreto diseñado con agregado natural alcanzó una resistencia de 219.23 Kg/cm^2 , habiendo una diferencia de 2.11% de resistencia. Concluyendo que el concreto diseñado con agregado grueso reciclado, se comporta tan igual que un concreto elaborado con agregados naturales y se recomienda su uso en las construcciones”.

Machaca E. (2018) en su investigación titulada: “Producción de agregado reciclado para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017”, argumenta: “Que tiene por objeto determinar en qué medida la producción de agregado reciclado es una alternativa para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna; cuyos diseños de mezcla se realizaron con 20%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, y luego de someter los especímenes al ensayo de resistencia a la compresión, mostraron que a los 28 días con agregado grueso reciclado de 20% alcanzó 111,43%, con 50% el 104,43% y con 100% el 97,24%; de la resistencia requerida de 210 Kg/cm^2 , concluyéndose que el concreto con agregados reciclados, son factibles de ser usados como concreto estructural en obras civiles y es una alternativa para mitigar el impacto ambiental”.

Sagástegui et al. (2019) en su investigación titulada: “Influencia del reemplazo de agregado grueso por concreto reciclado sobre las propiedades de un concreto endurecido $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ ” desarrollada en la ciudad de Trujillo, sostiene: “Que dicha



investigación fue realizada con el propósito de elaborar un concreto reemplazando parcial o totalmente el agregado grueso por agregado reciclado (desmontes varios en la ciudad), para dicho fin, se trituró el material para su uso como agregado hasta lograr un tamaño nominal de $\frac{1}{2}$ ", posterior a ello se elaboró especímenes con diferentes cantidades de agregado reciclado (0, 25, 50, 75 y 100%), para la evaluación de sus propiedades (resistencia a la compresión, densidad y absorción) a los 28 días. Concluyendo que es factible la utilización de agregado reciclado para la fabricación de concreto con resistencia de diseño de 175 kg/cm², debido a que los resultados no mostraron modificación considerable respecto al concreto convencional, siendo el concreto elaborado con 50% agregado natural más 50% agregado reciclado el que mejor comportamiento presentó en base a las tres propiedades en evaluación".

1.3.3 Antecedentes locales

Parillo y Camargo (2015) en su estudio titulado: "Reutilización de residuos sólidos en la producción de pavimentos rígidos de bajo costo en la ciudad de Juliaca". Afirma: "Que el concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso natural 50% - agregado grueso reciclado 50%, desarrolló una resistencia a la compresión $f'c=255$ kg/cm² a los 28 días, logrando superar la resistencia de diseño. Así mismo se comprobó que el a.g reciclado posee una alta capacidad de absorción, pues es de 6.55%, mientras que la del agregado grueso natural es de 1.78%; debido a la mayor porosidad del agregado reciclado".

Núñez L. y Mamani F. (2017) en su investigación titulada: "Influencia del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento en las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm², en la zona altiplánica 2017" desarrollada en la ciudad de Puno, señala: "Que su 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. Concluyendo que, 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)”.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente en nuestro país, el aspecto de residuos de construcción y demolición no son considerados ni valorados adecuadamente, pues en casi la totalidad de los casos estos se desechan como basura, o en el mejor de los casos son utilizados como relleno; sin embargo, países como Chile, Colombia, México y varios países Europeos, vienen desarrollando investigaciones tanto en pre y postgrado para superar la elevada producción de residuos de construcción y demolición, de tal forma hacer un uso responsable de los recursos; así también en España se maneja una guía para la optimización y aplicación de residuos de construcción y demolición, lo cual indica que en nuestro país nos encontramos atrasados en cuanto a aprovechamiento de recursos refiere, específicamente a los agregados. Sin embargo, tenemos el deber de analizar este tema y lograr conciencia con el medio ambiente, como sociedad y como constructores, utilizando nuestros recursos con mayor responsabilidad, dando a conocer una alternativa para poder dar un segundo uso a aquellos residuos provenientes de las demoliciones de pavimentos antes estudiados.



Así mismo, el sector de la construcción generalmente viene siendo muy tradicional en cuanto al uso de fibras y agregado reciclado, aspectos que son muy tomados en cuenta en otros países, que lo vienen desarrollando a través de investigaciones a nivel de pre y post grado ello con el fin de incorporar dicha tecnología en las diversas construcciones civiles.

Por otro lado, el aspecto del control de la temperatura durante el curado de los especímenes, es un aspecto considerable en el normal desarrollo de la resistencia a la compresión y flexión del concreto, con base en la NTP 339.183 2013 - “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio,” que establece que “...la totalidad de los especímenes serán curados con humedad a temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, considerando desde el moldeo hasta el momento del ensayo”, sin embargo en la práctica generalmente no se toma dichas consideraciones, ya que el concreto se expone a temperatura ambiente y puede verse sometido a altas o bajas temperaturas durante el proceso de curado y vida útil, lo cual ocasiona una serie de alteraciones en la estructura interna que afectan el normal desarrollo de sus propiedades, disminuyendo su resistencia (compresión y flexión), es por esa razón que en la presente investigación se optó por realizar el curado a temperatura ambiente, mostrando la repercusión de éste factor en las propiedades del concreto.

En este contexto, la posibilidad de conocer el comportamiento de estos materiales y recursos, toma protagonismo y se convierte en una necesidad e incorporar esta propuesta en nuestra región de Puno en beneficio de toda nuestra sociedad justifica esta investigación.



1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo se realizó la evaluación del efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado curado a temperatura ambiente, describiendo las propiedades del concreto en los diferentes grupos de control, que para fines prácticos se elaboraron probetas cilíndricas y prismáticas.

Se contó con material informativo tales como investigaciones locales, nacionales e internacionales, revistas y artículos que guardan relación con la investigación, en ese sentido la presente investigación no presentó limitaciones.

Sin embargo, la única limitación que se presentó para la realización de la investigación fue relacionado a la pandemia por la que actualmente venimos atravesando (COVID – 19), pues los ensayos necesarios se realizaron en el laboratorio de construcciones de la E.P de Ingeniería Civil, al cual el acceso fue un tanto restringido.

1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.6.1 Objetivo general

Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado.

1.6.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente.



Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente.

Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente.

1.7 HIPÓTESIS

1.7.1 Hipótesis general

El efecto de la incorporación de fibras de polipropileno es positivo, mejorando las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado.

1.7.2 Hipótesis específicas

La incorporación de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ tiene un efecto positivo con respecto a la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente, mejorando e incrementando dicha resistencia.

La incorporación de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ tiene un efecto positivo con respecto a la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente, mejorando e incrementando dicha resistencia.

La incorporación de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ tiene un efecto positivo con respecto a la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado



con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente. mejorándola con respecto al concreto convencional.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 EL CONCRETO

En el presente proyecto de tesis uno de los objetos de estudio es el concreto, por ello es necesario conocer su concepto, los factores que inciden en él, así como sus propiedades en estudio.

“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, 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, 1995)

2.1.1 Componentes del concreto

2.1.1.1 *Cemento*

2.1.1.2 *Agregados*

Propiedades físicas

Para conocer las propiedades físicas del agregado para el diseño de un concreto admisible es necesario ejecutar los ensayos correspondientes, al realizar los ensayos se conoce la calidad y estado de los agregados, pues estos pronostican su proceder durante

el vaciado del concreto y una vez culminado. Los ensayos estandarizados por la ASTM-C33 se describen en la Tabla 1.

Tabla 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
D Gravedad Específica y Absorción	C127	400.021	T81

FUENTE: Extraído de (ASTM, NTP, y AASHTO).

Análisis granulométrico agregado grueso

Corresponde a la distribución por tamaños del agregado mediante el proceso de tamizado, que viene a ser el zarandeo del material por medio de mallas de diferentes aberturas; que son de: 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ " y #4 en caso de agregados gruesos. Las Normas NTP 400.012, ASTM C136 y AASHTO T27 detallan el método para la ejecución del ensayo de análisis granulométrico de los agregados gruesos, así mismo, cada gradación está determinada por el huso granulométrico.

Huso granulométrico

Viene a ser una medida numérica asignada a la gradación del agregado siempre que la distribución granulométrica determinada se encuentre en el margen de los parámetros fijados en base a la norma ASTM C33, identificado en función al porcentaje retenido acumulado y el tamaño máximo nominal que mantiene el agregado en estudio, además señala los límites mínimos y máximos para la correspondiente distribución.



2.1.1.3 Agua

Para la utilización de este elemento se deberá dar cumplimiento a lo establecido en la norma NTP 339.088 y ASTM C 109M. Haciendo hincapié en la procedencia y garantía del agua potable.

2.1.2 Propiedades del concreto

2.1.2.1 Propiedades en estado fresco

a) Trabajabilidad

“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 sí midiendo 20 cm y 10 cm los diámetros respectivos, la altura del molde es de 30 cm”.

(Abanto, 1995)

Tabla 2: Consistencia de mezcla del 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: Extraído de (Abanto, F. 1995).

2.1.2.2 Propiedades en estado endurecido

a) Resistencia a la compresión



Corresponde a la mayor resistencia que puede desarrollar una muestra de concreto frente a una carga axial. El cual se establece en base a lo señalado en la norma ASTM C39.

b) Resistencia a la flexión

“Que la resistencia a la flexión trabajabilidad. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6”x6” (150x150 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 algunas ocasiones tanto como el 15 %”. National Ready Mixed Concrete Association, (1991).

2.2 POLIPROPILENO

2.2.1 Definición

Este material es un termoplástico con coloración semicristalina, que proviene de la polimerización del polipropileno propiamente dicho a través de un catalizador estéreo específico, además es ventajoso para el medio ambiente ya que es totalmente reciclable,



debido a que su incineración no tiene efectos adversos en cuanto a la contaminación, y su tecnología de producción es de mínimo impacto ambiental, los cuales son características que lo hacen de mayor relevancia en comparación a otros materiales optativos.

2.2.2 Propiedades del polipropileno

Propiedades Físicas

Densidad: se encuentra en un margen de 0.90 y 0.93 gr/cm³, por esta condición mínima facilita la elaboración de productos ligeros.

Elasticidad: capaz de lograr una eficaz recuperación elástica.

Compatible con el medio: tiene una excelente compatibilidad con el medio.

Reciclable: posee una facilidad de reciclaje.

Resistencia: Su resistencia al impacto es considerable.

2.2.3 Aplicaciones del polipropileno

El consumo anual de este producto ha incrementado en casi 10% durante los últimos años, verificando de tal manera su aceptación en los mercados.

El buen recibimiento de este material está relacionado directamente con sus múltiples bondades, tales como: sus adecuadas propiedades físicas, gran versatilidad y la competitividad económica de su fabricación. Múltiples aspectos considerables respaldan su idoneidad para diversas aplicaciones:

- Densidad reducida.
- Gran versatilidad.



- Elevada rigidez.
- Adecuada dureza y resistente a la abrasión.
- Resistente al calor.
- Excelente resistencia química.

Debido a sus buenas condiciones y propiedades, el polipropileno a través del tiempo ha ido sustituyendo paulatinamente a materiales antes mucho más comerciales como la madera, los metales y el vidrio, además de polímeros de uso diverso, pudiendo emplearlo en, fabricación de prendas o bolsas de polipropileno tejido, enseres domésticos, variedad de botellas, embalajes, tubos, fibras diversas, etc.

2.3 AGREGADO RECICLADO

Este agregado proviene de la reutilización de residuos de demoliciones de construcciones, es decir concreto que ya fue utilizado, pero con un análisis, evaluación y cumplimiento de ciertos estándares de éstos se da la factibilidad de ser utilizados nuevamente (con las exigencias correspondientes según sea el caso), pero esta vez como agregados reciclados.

2.3.1 Manejo de residuos en la actividad de la construcción NTP (400.050).

La base normativa que se aplica a los residuos provenientes de la actividad de la construcción es la NTP 400.050, que vienen a ser todos los residuos que se generan durante el proceso constructivo, así como luego de la demolición, remoción, levantamiento, reforzamiento y/o reparación o adecuación para sustitución de uso generalizado.

Es recomendable considerar la reutilización y reciclaje de estos residuos, en el ámbito de la construcción de obras civiles y carreteras



Así mismo, los residuos peligrosos y de tipo doméstico se sujetan a regulaciones vigentes que no se desarrollan en la NTP 400.050.

PRINCIPIOS GENERALES

La industria de la construcción debe realizar y enfocar sus actividades tomando criterios óptimos para lograr la armonía no solo con el crecimiento económico, sino con la preservación del medio ambiente y el control sanitario de las operaciones, pues ello conlleva a mejorar la calidad de vida del hombre.

Para lograr dicho fin, se deben considerar los siguientes aspectos en el orden mencionado:

1era. Opción: Reducir la cantidad además de los componentes de peligrosidad de estos residuos provenientes de las actividades en el sector construcción.

2da Opción: Reutilizar y reciclar estos residuos obteniendo el máximo provechos posibles.

3ra. Opción: Realizar un tratamiento a los residuos si se amerita, con la finalidad de una disposición final sanitaria y apropiada con el medio ambiente de los residuos que se generan.

COMPONENTES DEL MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN.

Para poder reutilizar y reciclar se debe tomar en cuenta que las exigencias y criterios técnicos sean lo más permisible en los mayores volúmenes de residuos, para dicho fin se debe pretender que estos residuos en consideración presenten las mimas o más similares posibles características al de los materiales de origen. Lo cual se consigue

mediante un proceso de desmontaje selectivo, para luego separarlos y clasificarlos. Las composiciones que no cumplan las condiciones técnicas y ambientales para el reciclaje, deberán seguir un tratamiento en base a las normas correspondientes para su posterior retiro.

a) Proceso de recolección:

Este proceso debe ejecutarse independientemente tomando en consideración el destino de los residuos, es decir, si será reciclado, reutilizado o disposición final en base a las normas técnicas correspondientes.

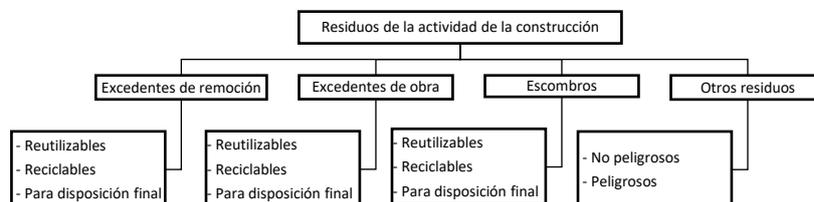
b) Proceso de transporte:

Este proceso se debe llevar a cabo con vehículos y/o equipos en rutas y horarios de acuerdo a lo establecido a las normas.

c) Reutilización y reciclaje de residuos de la construcción:

La Tabla 3 proporciona datos de las diversas fracciones de los residuos, materiales secundarios y sus posibles utilidades en la industria de la construcción.

Tabla 3: Clasificación y opciones de manejo de los residuos de la actividad de la construcción.



Excedentes de remoción	Excedentes de obra	Escombros
Reutilizables Entre otros: Agregados, piedras Tierras con contenido orgánico Reciclables	Entre otros: Cementos y aglomerantes, retazos de hierro. Alambres, piedras, productos cerámicos.	Entre otros: Productos cerámicos, piedras
Entre otros: Bolonería	Entre otros: Concreto sobrante Cascote de ladrillo	Entre otros: Mezcla asfáltica de demolición. Concreto de demolición. Material no bituminoso de demolición de carreteras.



		Material de demolición no clasificado. Mezcla de ladrillo con mortero.
Para disposición final		
Materiales contaminados, otros	Materiales contaminados, otros	Escombros contaminados

FUENTE: Extraído de (NTP. 400.050).

Al obtener las fracciones estas deben pasar por un proceso de tratamiento, con el fin de obtener materiales secundarios óptimos para reciclaje que cumplan con las exigencias técnicas establecidas, garantizando la máxima calidad posible, en cuanto a material por reciclaje.

La Tabla 4 presenta las múltiples opciones de aprovechamiento de los residuos provenientes de la actividad de la construcción, de acuerdo a sus usos y niveles de recomendación.

Tabla 4: Opciones de aprovechamiento de los residuos de la actividad de la construcción.

Fracciones de residuos	Mezcla asfáltica de demolición PNT 400.051		Material no bituminoso de demolición de carreteras PNT 400.052	Concreto de demolición PNT 400.053	Materiales de demolición no clasificados PNT 400.054	Excedentes de demolición PNT 400.055
	Información relevante	Mezcla asfáltica de demolición PNT 400.051	Material no bituminoso de demolición de carreteras PNT 400.052	Concreto de demolición PNT 400.053	Materiales de demolición no clasificados PNT 400.054	Excedentes de demolición PNT 400.055
Procedencia	Carpetas asfálticas	Tratamiento asfáltico superficial	Bases y subbases granulados no tratados de pavimentos	Losas de concreto	Edificaciones, carreteras, canales	Suelos a remover
Procesos de obtención de fracciones de los residuos	Fresado	Levantamiento/fresado	Remoción/fresado	Levantamiento/fresado	Demolición selectiva	Levantamiento
Proceso de obtención de materiales secundarios	-	Chancado	Chancado	Chancado/selección	Chancado/selección	-
Material secundario obtenido	Granulado de asfalto		Granulado no bituminoso de carreteras	Granulado de concreto	Granulado no clasificado	-
Usos	Nivel de recomendación					
Tipo I	Carpeta asfáltica	1				
	Losas de concreto			1		
	Morteros		2			
	Concreto		2			
	Ladrillos		1			
Tipo II	Bases sin aglomerante	2	1	2	2	
	Subbase	2	1	2		
	Capa subrasante	2	1	2	2	
Tipo III	Rellenos no portables	3	3	3	3	1
	Taludes contra ruido	3	3	3	3	1
	Rellenos sanitarios		3	3	3	1
Leyenda:	Tipo I: Opciones con uso de aglomerantes (cemento y asfalto).					
Usos:	Tipo II: Opciones sin necesidad de aglomerantes con mayor exigencia técnica.					
	Tipo III: Opciones sin necesidad de aglomerantes con mínima exigencia técnica.					
Niveles de recomendación:	1: Uso óptimo bajo el criterio de uso de materiales con la opción de mayor exigencia técnica posible.					
	2: Uso posible asumiendo pérdida en el potencial de reciclaje de la obra realizada con este material secundario.					
	3: Opción menos recomendable.					



FUENTE: Extraído de (NTP. 400.050).

2.3.2 Efecto de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto.

Trabajabilidad

Es la propiedad del concreto en estado fresco más crítica cuando este es elaborado con agregados reciclados. Debido a que el asentamiento inicial del concreto en estado fresco se ve afectado por la incorporación de agregados reciclados, se muestra menos trabajable.

Yang, Chung y Ashour (2008), demostraron: “Que la pérdida relativa de asentamiento del concreto fresco contra en tiempo transcurrido, puede ser aproximadamente expresada con la siguiente ecuación”:

$$\frac{SL}{(SL)_i} = Kt + 1$$

Donde:

$(SL)_i$ = Asentamiento inicial en mm medido inmediatamente después del mezclado.

SL = Asentamiento medido a t minutos.

t = Tiempo en minutos.

K = Razón de pérdida de asentamiento en mm/minuto.

Peso unitario



Los agregados reciclados poseen una menor densidad, pero las variantes de densidad no son tan notorias como lo son las de la absorción. La densidad de los agregados mientras menor sea, conllevará a un menor peso unitario.

Hansen T. (1983) señala: “Que un concreto con agregados reciclados posee una densidad 5% menor”.

Exudación

Rahal K. (2007). Señaló: “Que la exudación del concreto disminuye a medida que aumenta el porcentaje de reemplazo de agregado grueso reciclado, debido a que el agua de sangrado es absorbida por la pasta de cemento en la superficie de los agregados”.

Según los resultados obtenidos por Yang et al (2008) sostienen: “Que la exudación en concretos con agregados reciclados de alta absorción, podría empezar a desarrollarse pasadas las dos horas de mezclado, mientras que un concreto con agregado natural, iniciaría el sangrado a los treinta minutos aproximadamente”.

Para evitar fisuras por contracción plásticas producidas por una lenta velocidad de exudación, se debe considerar mucha cautela en cuanto al cuidado en la hidratación del concreto.

2.3.3 Efecto de los agregados reciclados en el comportamiento del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Muñoz J. (1975), afirmó: “Que es posible obtener concretos aceptables de buena calidad usando desechos de concreto como agregado grueso cuya resistencia será del orden de 90% de la que se obtendría con un agregado normal para una relación



agua/cemento determinado. Dicha afirmación se basó en ensayos realizados con un agregado grueso reciclado de 6.06% de absorción”.

Hansen T. (1983) en su investigación titulada “Strength of concrete made from crushed concrete coarse aggregate” sostuvo: “Que técnicamente era factible producir concretos de baja resistencia sin importar la fuente de concreto de la cual se obtuvo el agregado reciclado, y que incluso se podía producir concretos de mayor resistencia que el concreto original, aunque aumentando ligeramente el contenido de cemento”.

Rahal K. (2007), corroborando lo señalado por Muñoz, sostiene: “Que la resistencia a compresión de un concreto usando agregado reciclado grueso, en este caso en base a una absorción de 3.47%, era del orden de 90% de uno hecho con agregado natural”.

Yang, et al. (2008), sostienen: “Que, para concretos reciclados fabricados con agregados de alta absorción, a edades tempranas se alcanzaba solo un 60 a 80% de la resistencia de un concreto normal, lo cual variaba levemente en los siguientes días”.

En su publicación, Romero (2004) señala: “Que la resistencia a la compresión del concreto con agregado reciclado es del orden de un 64% a 100% que la del concreto con agregado convencional, además indica que, el porcentaje de reducción de resistencia se encuentran entre el 5% y el 32%”.

Al evaluar la comparación del comportamiento del concreto elaborado con agregado grueso reciclado proveniente de concreto reciclado y por otro lado agregado grueso procedente de albañilería reciclada, que fueron estudios de diversos autores que sostienen diferentes variaciones entre dichas resistencias en comparación del concreto elaborado de manera convencional, lo cual se detalla en la Tabla 5.

Tabla 5: Reducción de la resistencia al usar agregados reciclados según diversos autores.

FUENTE	REDUCCIÓN DE RESISTENCIA
(Montrone y Quispe, 2007)	5%-20%
(ACI committee 555, 2001)	15%-40%
(Yang et al., 2008)	0%-40%
(Puig, 2003)	15%
(Martínez y Mendoza, 2005)	2%-7%
(Ramamurthy y Gumaste, 1998)	5%-32%
(Frondistou-Yannas, 1981)	0-36%
(ABOU-ZEID, M. et al., 2005)	10%-20%
(Romero, 2004)	0%-30%
(Jorge Muñoz, 1975)	10%
(Rahal, 2007)	10%

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a estos resultados heterogéneos, en la anterior tabla se aprecia una clara diferencia en los resultados, pues en cada caso la proveniencia de los agregados reciclados es diversos.

Con ello se demuestra que el desarrollo de la resistencia del concreto reciclado en comparación al del concreto normal, está en base a las características y propiedades del agregado madre siendo el más importante la absorción.

Yang et al., demostró: “Que, la absorción de los agregados reciclados depende mayormente del contenido de pasta de cemento que se encuentra en la superficie, que implica que la absorción será directamente proporcional al contenido de pasta de cemento”.

A partir de esta propiedad (absorción) se puede realizar la clasificación de los agregados reciclados en base al tipo de concreto en el que es factible su empleo, de tal forma conseguir un comportamiento factible y predecible.

En su investigación Yang, et al. (2008) que fue publicada en el ACI Materials Journal, en base a las Normas Industriales Coreanas para ensayos de concreto realizó una

clasificación de los agregados reciclados, cuyos estándares dividen en tres grupos a los agregados gruesos, y en dos grupos a los finos, de acuerdo al porcentaje de absorción, como se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6: Clasificación de agregados reciclados según Estándares Coreanos

AGREGADO	TIPO	ABSORCIÓN	APLICACIÓN
GRUESO	I	<3%	Concreto Estructural
	II	<5%	Concreto No Estructural
	III	<7%	Concreto No Estructural o filler para construcción de pavimentos.
FINO	I	<5%	Concreto Estructural
	II	<10%	Concreto No Estructural

FUENTE: (Yang, et al.,2008)

Tomando en cuenta esta clasificación, se llevaron a cabo ensayos de agregados reciclados de diferentes características, en varias proporciones como reemplazo del agregado convencional, para luego realizar una comparación con el concreto patrón, cuyos resultados a los que se arribaron se muestran en la Figura 1.

Donde, RGI 30 representa un concreto con un 30% de reemplazo de agregado tipo I.

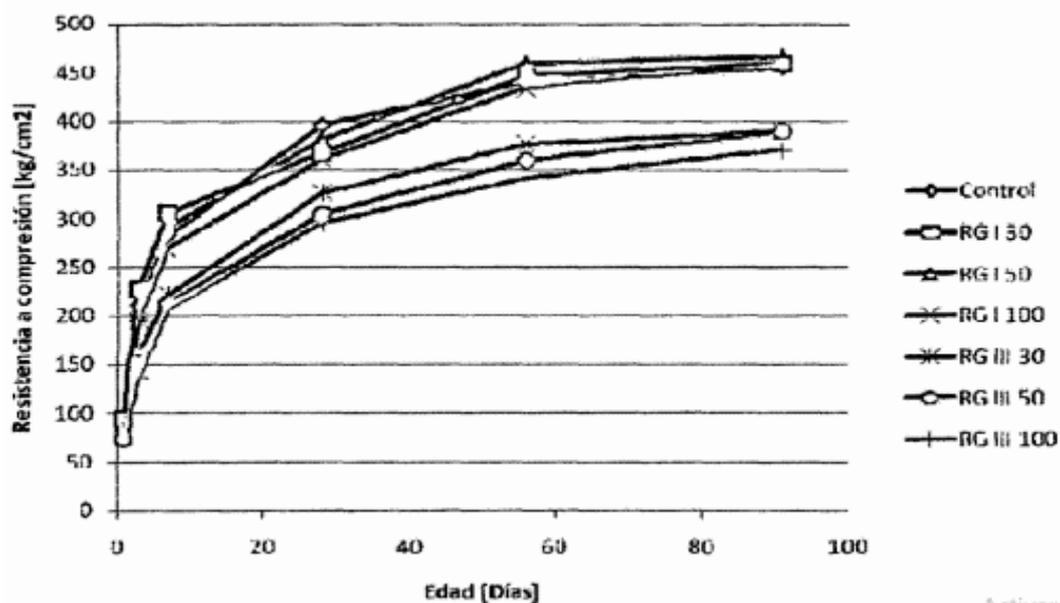


Figura 1. Resistencia a la compresión vs Edad según tipo y porcentaje de reemplazo de agregado.



FUENTE: Young, et al. (2008)

En el gráfico anterior se aprecia que, en el caso de los agregados de baja absorción, a los 28 días la resistencia se reduce disminuye un 10%, sin embargo, transcurridos 60 días, desarrolla y alcanza la resistencia de diseño, evidenciando que el concreto elaborado con agregado reciclado de este tipo no reduce sino demora en desarrollarse. Sin embargo, en caso de agregados de alta absorción, el concreto disminuye su resistencia en 20% a más.

Romero (2004) en su investigación, establece: “Que la resistencia disminuye mínimamente si el reemplazo es hasta en un 40%, debido a que desarrolla casi el 100% del concreto patrón, por otro lado, si el reemplazo es del 100%, se logra un 70% de la resistencia del concreto patrón”.

Módulo de elasticidad

Romero (2004), señala: “Que el módulo de los agregados es incidente sobre el módulo de elasticidad del concreto, concluyendo que el módulo de elasticidad de los agregados reciclados es menor en comparación a los agregados naturales. Habiéndose encontrado que dicho valor en el caso del concreto elaborado con agregados reciclados oscila entre 60% y 100% con respecto al agregado natural”.

Cabe mencionar que, si el reemplazo es solo del agregado grueso, la disminución del módulo de elasticidad es menor, variando entre 10% al 33%.

Muñoz (1975) en su investigación, estableció: “Que el concreto elaborado con agregado grueso reciclado, presenta una disminución del módulo de elasticidad del 25% al 30%”.



Por otro lado, Hansen (1983) determinó: “Que dentro de la categoría de concretos usualmente utilizados en construcciones, el concreto elaborado con agregados gruesos reciclados presentan un módulo de elasticidad del 15 y 30% inferior en comparación al concreto tradicional. Así también, para agregados reciclados de alta absorción, los cuales presentan altos contenidos de pasta de cemento, el módulo de elasticidad llega a ser hasta un 50% inferior al del concreto patrón”.

De acuerdo a las investigaciones de los autores antes mencionados, se aprecia que el comportamiento elástico no está definido, pero se tiene que su magnitud es inferior a la del concreto tradicional.

Lo cual implica que al utilizar concreto reciclado y transformar sus propiedades elásticas, se tiene que atenderse cuidadosamente el cálculo las deformaciones, que por sus condiciones y naturaleza provocan mayores deformaciones.

Contracción

Yang et al. (2008) en su investigación, afirma: “Que en el concreto reciclado la contracción es menor en el transcurso de los 10 primeros días, sin embargo, en los próximos días resultan bastante mayor”.

Según Tavakoli, et al. (1996) señalan: “Que la contracción de secado en el concreto reciclado es mayor en comparación con el concreto elaborado de manera convencional. La dimensión de dicho aumento se sujeta a las características del concreto original, la procedencia, características del agregado reciclado y del concreto reciclado propiamente dicho”.



Lo cual es debido generalmente a la pasta de cemento que se adhiere a la superficie del agregado. La propiedad que nos indica la cantidad de pasta de cemento, es la absorción, por ende, a mayor absorción de los agregados genera mayor contracción.

Hansen (1983) en su investigación, demostró: “Que dicho valor oscila entre 40% y 60% con respecto a la contracción producida por el concreto convencional, y si en caso de hace uso de agregados de alta absorción este porcentaje sería varias veces mayor”.

Permeabilidad

“Que al combinar agregado fino natural y agregado grueso reciclado para la elaboración de concreto, usualmente se incrementa la porosidad del concreto, de manera tal que aumenta su permeabilidad impidiendo una protección apropiada del refuerzo, ante una posible corrosión” (Nagataki et al. Apud Romero, H.).

Romero, H. (2004) afirma: “Que la calidad de la pasta de cemento del concreto inicial adherido al agregado reciclado cumple un rol importante en el desarrollo del nuevo concreto. Al aumentar la relación a/c de un nuevo concreto se logra el aumento de la permeabilidad y la disminución de la adhesión entre el mortero y el agregado reciclado, resultando perjudicial sobre las demás propiedades del concreto”.

2.3.4 Curado del concreto.

En base a la NTP 339.183 2013 que desarrolla la “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”, define: “Que la totalidad de los especímenes deberán realizarse el proceso de curado con humedad a temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, ello durante el tiempo de moldeo hasta realizarse el ensayo.



Así mismo, el almacenamiento durante las primeras 48 horas del proceso de curado se realizará en un ambiente libre de vibración. En el caso de los especímenes desmoldados, el curado húmedo infiere que éstos deberán estar superficialmente libres de agua durante todo el tiempo. Dichas condiciones del proceso de curado se da cumplimiento haciendo uso de cuartos húmedos o tanques de almacenamiento de agua de acuerdo con los requerimientos de la NTP 334.077”.

2.3.4.1 Curado a temperatura ambiente

Es el curado a temperaturas normales del medio ambiente, exponiendo el concreto a cambios extremos, dependiendo de la temperatura del lugar de estudio, y el cambio del mismo en diferentes horarios del día, en zonas frías incluyendo temperaturas bajo 0°C.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio corresponde al tipo EXPLICATIVO, ya que se establece relaciones causa – efecto, al incorporar fibras de polipropileno y agregado grueso reciclado en el concreto $f'c=210$ kg/cm² curado a temperatura ambiente, para posteriormente evaluar el efecto que tiene en la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y trabajabilidad del concreto.

"Este tipo de estudio busca el porqué de los hechos, estableciendo relaciones de causa – efecto". (Hernández, Fernández y Baptista, 2006)

3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño del presente trabajo corresponde al EXPERIMENTAL, debido a que se manipula la variable independiente, que son las fibras de polipropileno, incorporándolos en el concreto $f'c=210$ kg/cm² curado a temperatura ambiente en diferentes proporciones, para analizar el efecto sobre las variables dependientes que son la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y trabajabilidad del concreto.

“El diseño experimental se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes)”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.3 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método que corresponde a este trabajo es CUANTITATIVO, debido a que la manera de realizar la prueba de hipótesis está basada en mediciones numéricas y un análisis estadístico, con la finalidad de desarrollar patrones de comportamiento, además de probar teorías.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo al MTC E 701 que desarrolla la “Toma De Muestras De Concreto Fresco”, indica que de acuerdo a la práctica local se define el número de muestras y el número de bachadas de ensayo, para cada condición del ensayo y para cada edad generalmente se deben elaborar tres o más especímenes, es por ello que se optó por elaborar 3 probetas por cada condición, siendo la población de estudio un total de 135 muestras cilíndricas de concreto para el correspondiente análisis de la resistencia a la compresión, y 135 especímenes prismáticos de concreto para el estudio y evaluación de la resistencia a la flexión, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Detalle de cantidad de muestras para la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto.

ESPECÍMENES		CANTIDAD POR EDAD Y CANTIDAD DE FIBRAS DE POLIPROPILENO								
		Sin fibras de polipropileno			Con 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno			Con 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno		
		7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	(CN100%).	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CN75%+CR25%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CN50%+CR50%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CN25%+CR75%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CR100%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	(CN100%).	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CN75%+CR25%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CN50%+CR50%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CN25%+CR75%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(CR100%)	3	3	3	3	3	3	3	3	3

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Así mismo para cada grupo de control se tomó tres muestras para controlar el asentamiento de la mezcla, el cual se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8: Detalle de la cantidad de muestras para medir el asentamiento.

ESPECÍMENES	CANTIDAD POR EDAD Y CANTIDAD DE FIBRAS DE POLIPROPILENO		
	Sin fibras de polipropileno	Con 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	Con 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno
(CN100%).	3	3	3
(CN75%+CR25%)	3	3	3
(CN50%+CR50%)	3	3	3
(CN25%+CR75%)	3	3	3
(CR100%)	3	3	3

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En el caso de la cantidad de fibras de polipropileno incorporadas en el concreto de resistencia $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado en diferentes porcentajes para cada grupo de control y curados a temperatura ambiente, obedeció a la ficha técnica de este material Sikafiber PE (ANEXO 13), mostrando la dosificación recomendada, indicando que este material es factible utilizarlo para todo tipo de concretos que alcancen hasta una resistencia de $f'c =300$ kg/cm², debiendo usarse una cantidad de 600 gr por m³ de concreto, y en el caso de 1.2 kg/m³ obedeció a las consideraciones de investigaciones realizadas, que evalúan la influencia de éstos aditivos a temperaturas de congelamiento, de acuerdo a Núñez L. y Mamani F.(2017), consideran dicha incorporación a razón de 0.6 kg/m³, utilizando cantidades de 0.6 kg/m³, 1.2 kg/m³, 1.8 kg/m³ y 2.4 kg/m³.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 9: Matriz de Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Variable Independiente Fibras de polipropileno	Aditivo termoplástico que se utilizará en la mezcla.	Se realizó la dosificación de las fibras de polipropileno (kg/m ³) en 0.6 kg/m ³ y 1.2 kg/m ³ de acuerdo a la ficha técnica de este material y a la revisión de literatura, para luego pesarlos e incorporarlos en el concreto.	Cálculo y peso de las fibras de polipropileno.	Dosificación de las fibras de polipropileno (kg/m ³)	Nominal: (kg/m ³)	Cuantitativas, estadística. Revisión de Literatura, instrumentos mecánicos, herramientas manuales y observación directa.
Variable dependiente Propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado	En estado fresco del concreto la trabajabilidad de este, y en estado endurecido la resistencia a la compresión y flexión del concreto.	Se realizaron los ensayos necesarios de los agregados para posteriormente realizar con dichos datos el diseño de mezclas para cada grupo de control, se realizó el control del asentamiento (3" - 4") del concreto en estado fresco para cada uno de los grupos de prueba, luego de elaboradas las probetas y ser curados a temperatura ambiente, a una edad de 7, 14 y 28 días, se sometieron al ensayo de resistencia a la compresión y flexión, para determinar la resistencia desarrollada y realizar el análisis correspondiente.	Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%. Resistencia a la flexión del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%. Trabajabilidad del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.	Ensayo de Resistencia a la compresión. (kg/cm ²) Ensayo de Resistencia a la flexión (kg-f/cm ²) Control del asentamiento (Slump 3"-4")	Nominal: (kg/cm ²), (kg-f/cm ²), (pulg)	Cuantitativas, estadística. Revisión de Literatura, instrumentos mecánicos, herramientas manuales y observación directa.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Se han utilizado técnicas cuantitativas además de técnicas estadísticas para el análisis de los resultados registrados.

3.6.1 Descripción de instrumentos

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis documental con la información recopilada de los autores considerados en los antecedentes, los cuales obtuvieron datos y resultados mediante pruebas físicas en laboratorios.

3.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos a utilizar en la presente investigación son las siguientes:

Revisión de literatura: Consistió en la revisión y selección para su posteriormente organizar la información idónea para la investigación, ello con el objeto de conocer y establecer conceptos básicos acerca de las fibras de polipropileno y los agregados reciclados, además de basarnos y tomar como punto de partida investigaciones, propuestas y conclusiones de algunos autores.

Instrumentos mecánicos: Debido a que los valores de los ensayos del concreto son datos exactos, para poder determinarlos se utilizaron equipos de compresión y flexión, además de la balanza para la dosificación de los materiales, una máquina mezcladora para la elaboración del concreto.

Herramientas manuales: Para el cálculo de las propiedades del concreto se han utilizado una serie de herramientas manuales como: cinta métrica, cucharones, martillo de goma, el cono de Abrams, varillas, moldes cilíndricos y prismáticos.

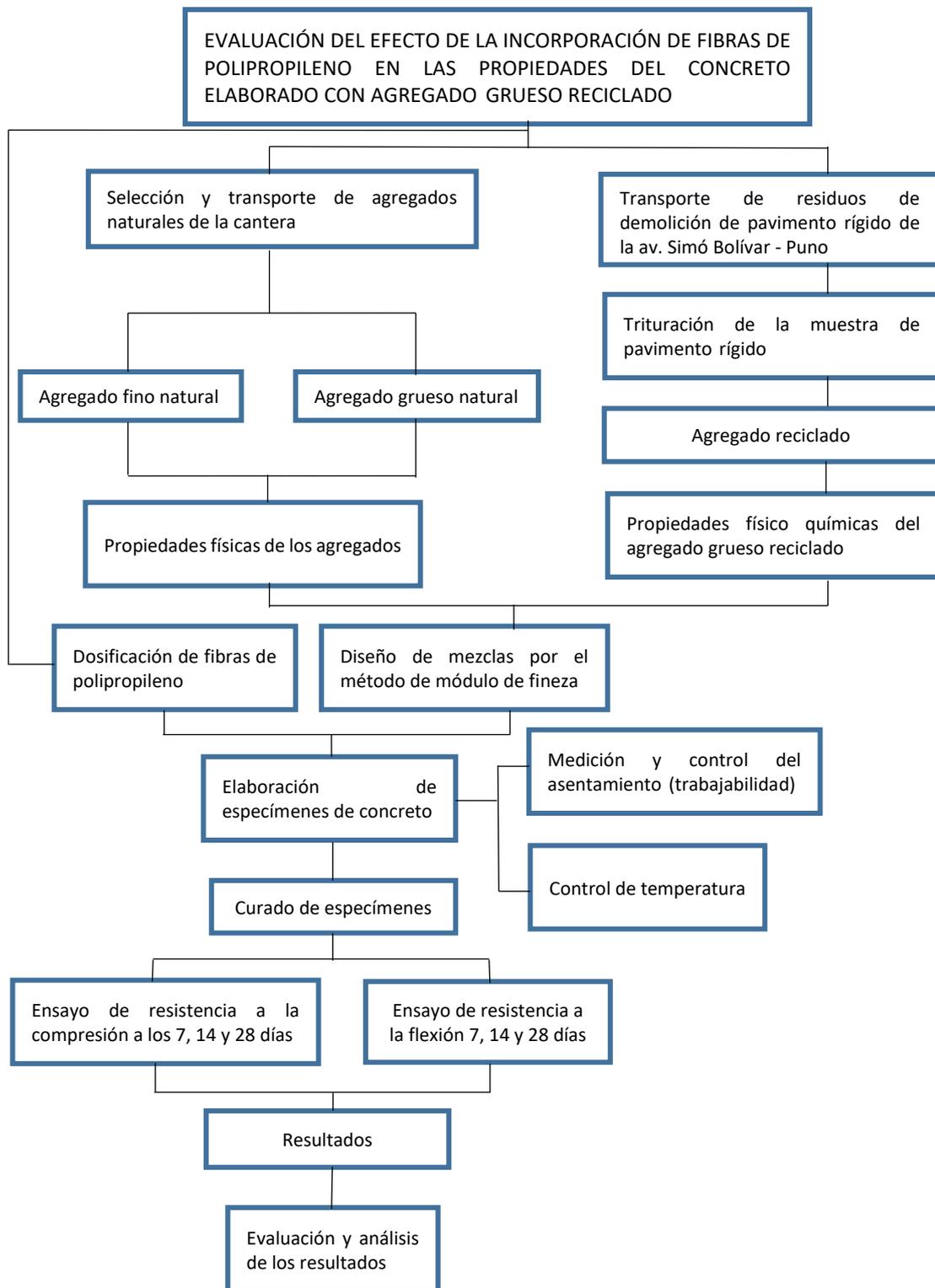


Observación directa: Técnica por la cual se detectó y visualizó los tipos de falla presentados en las muestras después de los ensayos de resistencia, como grietas u otros indicadores que pueden mostrar la probable ocurrencia de fenómenos en los especímenes de concreto, además se utilizó la inspección visual para la verificación de la trabajabilidad del concreto.

3.6.3 Descripción de procedimiento y análisis

Se seleccionó la información obtenida por los autores con respecto a los ensayos del concreto incorporados con agregado grueso reciclado y fibras de polipropileno a los 7, 14 y 28 días. Después de obtener los resultados se utilizó em software Microsoft Office Excel 2016 para el análisis correspondiente (análisis estadístico y prueba de hipótesis). Para poder llevar a cabo el análisis estadístico, con el registro de información obtenidas en los ensayos de resistencia a compresión y resistencia a flexión, se establecieron los intervalos de clase, marcas de clase, frecuencia absoluta, la media, mediana y moda, para determinar la varianza, desviación estándar y coeficiente de variación, con estos datos se elaboraron el histograma de frecuencias, distribución de la campana de Gauss y la distribución normal para poder realizar la prueba de hipótesis, comenzando por los valores de interés de los resultados a ,os que se llegaron en el análisis estadístico de la distribución de frecuencias para valores agrupados, para luego establecer las hipótesis nulas e hipótesis alternas de la investigación, y finalmente realizar la comparación entre el estadístico de prueba y el nivel de significancia, para que de acuerdo a ello aceptar la hipótesis nula o la hipótesis alternativa.

3.7 PROCEDIMIENTO





3.8 ANÁLISIS DE DATOS

Se lleva a cabo un análisis descriptivo de los datos, presentando el registro de datos obtenidos a partir de las propiedades de los agregados considerando el promedio de tres ensayos para cada grupo de prueba.

Dichos análisis de los resultados registrados en los ensayos de resistencia (compresión y flexión) de los 5 grupos en consideración (CN100%, CN75%+CR25%, CN50%+CR 50%, CN25%+CR75%, CR100%), se realizaron a través de tablas y gráficos, los cuales fueron evaluados y se realizó un análisis comparativo con respecto al concreto patrón, en base a los objetivos establecidos para realizar la comprobación de la hipótesis.

3.9 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS

3.9.1 Ubicación y descripción de la cantera de los agregados naturales.

Los agregados naturales (grueso y fino) empleados para fines de esta investigación provienen de la cantera Cutimbo, por su mayor accesibilidad, cercanía y buena calidad, razón por la cual la mayoría de las obras civiles de la localidad de Puno consideran los agregados de esta cantera.

El material de la cantera Cutimbo presenta condiciones que proporcionan un agregado de forma redonda (canto rodado) provocado por la fuerza hidráulica, la acción erosiva de las aguas pluviales y el acarreo de estos minerales., ello porque en su mayoría son de origen sedimentario.



Cantera Cutimbo

La cantera Cutimbo, por el lugar donde se ubica nos faculta saber el acceso al material que posee, además del predominio en el mercado y su utilización en la ciudad de Puno, las características que presenta son las siguientes:

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	: 4m.
Estrato Orgánico	: 5cm.
Over	: 3%.
Área aproximada	: 15000 m ²
Potencia Bruta	: (Área Aproximada x Profundidad) 60000 m ³ .
Desbroce	: (Área Aproximada x Estrato Orgánico) 750 m ³ .
Over	: 1800 m ³ .
Potencia Efectiva	: (Potencia Bruta – Over – Desbroce) 57450 m ³ .

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Tabla 10: Coordenadas UTM de la 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 2. Ubicación de Cantera Cutimbo - Ciudad de Puno.

3.9.2 Procedencia de los agregados reciclados (demolición de pavimento rígido).

Los agregados reciclados son provenientes de la demolición de pavimento rígido, de la Av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno, los cuales posteriormente fueron triturados para su respectivo análisis. Recolección de pavimento rígido desechado de la Av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno.



Figura 3. Recolección de pavimento rígido desechado de la Av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno.

3.10 DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO

Para efectuar los objetivos de este estudio, se detalló cada uno de los componentes del concreto, pues con dicha información es posible realizar la combinación en proporciones óptimas en base las especificaciones requeridas (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y trabajabilidad), para así lograr un desarrollo adecuado frente a las condiciones de su exposición.

El diseño de mezclas se ejecutó en base al método de Módulo de fineza, con el fin de conseguir una adecuada combinación de los agregados de acuerdo a sus módulos de fineza.

Respecto a la resistencia a la compresión de diseño se ha considerado 210 kg/cm² a los 28 días de edad, ello debido a que es considerada la resistencia mínima planteada para el caso de elementos estructurales.

Tabla 11: Secuencia del diseño de mezcla: Método del Módulo de Fineza.

DISEÑO DE MEZCLA	
	(Método: Módulo de Fineza)
	Resistencia Promedio Requerida.
Datos Iniciales	Selección del Tamaño Máximo o Tamaño Máximo Nominal.
	Selección del Asentamiento.
Datos Externos (Tablas)	Determinación del Volumen Unitario de Agua.
	Selección de Contenido de Aire.
	Selección de la relación A/C.
	Factor Cemento.
Datos Obtenidos	Volumen Absoluto de Pasta.
	Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados.
	Volúmenes Absolutos de Agregados.
Diseño Final	Diseño por volúmenes absolutos
	Corrección por humedad

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



3.10.1.1 *Módulo de fineza de los agregados gruesos y finos.*

“Que el indicador del grosor promedio del agregado es el módulo de fineza, sin embargo, no establece la constancia de su granulometría. Además, su importancia es mayor aun, debido a que también es un indicador directo sobre la repercusión en la plasticidad, además de la cantidad de agua y hasta la cantidad de cemento, el valor de este módulo de fineza se obtiene a partir de la suma de los porcentajes de material acumulados retenidos de las mallas standard, que corresponden hasta la malla N.º 100, posteriormente dividiendo luego este valor entre 100. Determinar un alto módulo de fineza del agregado grueso, indica un alto porcentaje de material retenido en las mallas de mayor abertura, por ende, teniendo una menor superficie específica que abastecer se presentará una reducción de la cantidad de pasta de cemento” (Zapata, 2007).

3.10.2 Los materiales

3.10.2.1 *Materiales cementantes.*

Para el desarrollo del estudio en mención se vio por conveniente utilizar el Cemento Portland tipo IP (ASTM C150) marca RUMI, debido a la generalidad de su uso para obras sin especificaciones particulares, así mismo por la comercialidad de la marca en la localidad de Puno.

Según Huaranca (2015) sostiene: “Que respecto al peso específico del cemento portland tipo IP (ASTM C150) marca RUMI se consideró 2.99 gr/cm³”.

3.10.2.2 *Agregados*

Respecto a los agregados naturales (fino y grueso) son provenientes de la cantera Cutimbo, y el agregado grueso reciclado es proveniente de la demolición del pavimento

rígido de la Av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno, que para su uso en la investigación pasó por un proceso de chancado manual, el tamaño estándar del agregado grueso se basa a la gradación N°57 (ASTM C 33), cuyas características se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: Propiedades de los agregados naturales y agregado grueso reciclado.

Propiedades	A. Fino Natural	A. Grueso Natural	A. Grueso Reciclado
Tamaño Máximo	N°4	1 ½"	1 ½"
Tamaño Máximo Nominal	-	1"	1"
Peso Específico (gr/cm ³)	2.35	2.40	2.20
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)	1.423	1.422	1.050
Peso Unitario Compactado (gr/cm ³)	1.584	1.615	1.236
Contenido de Humedad (%)	1.90	1.62	2.88
Absorción (%)	5.21	3.58	7.27
Módulo de Fineza	3.06	6.92	7.21

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.10.2.2.1 Propiedades Químicas del agregado reciclado.

Resultados de análisis de la muestra:

Cloruros: Norma AASHTO T291 – NTP 339.117

Sulfatos: Método Turdimétrico - Reactivo H193751-01

Tabla 13: Resultados del análisis químico del agregado grueso reciclado.

ELEMENTOS ANALIZADOS		MUESTRA DE AGREGADO
Descripción de Ensayos		Concreto triturado de pavimento rígido
pH		9.01
Conductividad eléctrica C.E.	mS	0.70
Sólidos disueltos totales	ppt	0.36
Cloruros (como Cl ⁻)	ppm	225.50
Sulfatos (como SO ₄ ⁻)	mg/L	150.00

FUENTE: ANEXO 12

3.10.2.3 *Agua*

El desarrollo del estudio en mención se realizó en el Laboratorio de Construcciones de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por tanto, el agua utilizada fue el agua potable que llega a las instalaciones de dicho laboratorio.

3.10.2.4 *Fibras de polipropileno*

Este aditivo empleado corresponde a la marca SIKA FIBER PE, cuyos datos técnicos se especifica en la Ficha Técnica de este material, el cual se encuentran en el ANEXO 13, los porcentajes de fibras de polipropileno empleados fueron determinados de acuerdo a la ficha técnica de este producto, y se fueron añadiendo en esa misma proporción de acuerdo a las investigaciones de diversos autores.

3.10.3 Diseño de mezcla $f'c$ 210 kg/cm² – Método: Módulo de fineza

Para ejecutar dicho proceso, la secuencia fue la siguiente:

a) Cálculo de la resistencia promedio

Al no contar con una base de datos de la desviación estándar. Para hallar dicha resistencia, se utilizó la Tabla 14.

Tabla 14: Resistencia Promedio.

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

FUENTE: Extraído de (Riva, E., 1992).

Entonces, para el desarrollo de esta investigación, cuya resistencia de diseño corresponde a 210 kg/cm², de acuerdo a la tabla anterior corresponde a un factor de 84 kg/cm², resultando para este caso una resistencia promedio de 294 kg/cm².

b) Tamaño máximo Nominal del agregado.

Para fines de la presente investigación se ha considerado el TMN correspondiente a 1", por tal motivo el tamaño máximo corresponde a 1 ½".

c) Selección de la medida del asentamiento.

Debido a que uno de nuestros objetivos se basa en garantizar una adecuada trabajabilidad, el diseño de mezcla se realizó con una consistencia plástica, teniendo un revenimiento de 3" a 4".

d) Volumen unitario del agua

Para el cálculo de este valor, se basa en los valores establecidos por el ACI 211 presentados en la Tabla 15.

Tabla 15: Volumen unitario de agua.

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	6"
	Concretos sin aire incorporado							
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---

FUENTE: Extraído de (Riva, E., 1992).

Entonces, para el caso en análisis considerando el asentamiento en un rango de 3" a 4", un TMN de 1", rigiéndonos en la anterior tabla el valor del volumen unitario es de 193 l/m³.



e) Selección del contenido del aire

Para seleccionar el valor del contenido de aire en porcentaje, se consideró los valores presentadas en la Tabla 16.

Tabla 16: Contenido de aire atrapado.

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: Extraído de (Riva, E., 1992).

De acuerdo a la tabla anterior, para nuestro caso de 1" como TMN corresponde un 1.5% de aire atrapado en la mezcla.

f) Relación agua / cemento

Para garantizar la durabilidad del concreto, las condiciones de exposición son fundamentales, en ese sentido la elección de la relación a/c se rige al mismo, basados en los valores de la Tabla 17.

En vista de que el presente estudio se lleva a cabo en la ciudad de Puno, que presenta bajas temperaturas, por ende, el concreto está expuesto deshielo y fases de congelamiento en condición húmeda, de acuerdo a la tabla anterior el valor de relación a/c corresponde a un valor de 0.50.

Tabla 17: Relación agua – cemento (a/c).

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	
Expuesto a agua de mar	0.45	260
Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concreto expuesto a congelamiento y deshielo en condición húmeda		
Sardineles, cunetas y secciones delgadas	0.45	300
Otros elementos	0.50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina, o rocío de esta agua. Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.45	325

FUENTE: Extraído de (Riva, E., 1992).

g) Cálculo del factor cemento

Este valor se determina mediante la siguiente expresión:

$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.50} = 386.00 \text{ kg/m}^3$$

h) Cálculo del volumen absoluto de pasta

Calculamos los volúmenes unitarios de los componentes de la pasta mediante la siguiente relación:

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{P.e del cemento}} = \frac{386.00 \text{ kg/m}^3}{2850 \text{ kg/m}^3} = 0.135$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P.e del agua}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$

Tabla 18: Volúmenes absolutos de pasta.

Volumen absoluto de pasta	
Cemento	0.135
Agua	0.193
Aire	0.015
Volumen absoluto	0.343

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

i) Cálculo del volumen absoluto del agregado

El agregado como compuesto de la mezcla, su volumen absoluto es determinado mediante la siguiente expresión:

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.343 = 0.657$$

j) Cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados

Calculado el valor del volumen absoluto de los agregados, es necesario determinar el valor de los volúmenes absolutos de los agregados independientemente. Para lo cual se realiza el cálculo del módulo de fineza de la combinación de agregados (m), en base a la Tabla 19.

Tabla 19: Módulo de fineza de la combinación de los agregados.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados, que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/m³ indicados.			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

FUENTE: Extraído de (Riva, E., 1992).



La Tabla 19 muestra los diversos valores de módulo de fineza que corresponden a la combinación de los agregados (m), los cuales proporcionan condiciones óptimas de trabajabilidad respecto a contenidos de cemento expresados en bolsas/m³.

Para el diseño de mezcla de la presente investigación, se tiene:

$$N^{\circ} \text{ de bolsas de cemento por m}^3 = \frac{\text{Factor cemento}}{\text{Peso de la bolsa}} = \frac{386.00}{42.5} = 9.08$$

Entonces, interpolando valores según la anterior tabla se tiene para un valor de 9.08 bolsas/m³ de concreto el módulo de fineza de la combinación de agregados corresponde a m=5.496.

k) Cálculo del valor R_f.

Este valor se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$R_f = 100 * \frac{(mg - m)}{(mg - mf)} = 100 * \frac{(6.92 - 5.496)}{(6.92 - 3.06)} = 36.85\%$$

Donde:

R_f : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

mg : Módulo de fineza del agregado grueso.

mf : Módulo de fineza del agregado fino.

l) Cálculo de volúmenes absolutos del agregado.

Con los valores obtenidos, seguidamente se tiene los volúmenes absolutos del agregado fino como del agregado grueso, mediante la siguiente expresión:



$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = R_f * \text{Vol. abs. del agregado}$$

$$\text{Vol. abs. del agregado fino} = 0.3685 * 0.657 = 0.242$$

Entonces:

$$\text{Vol. abs. del agregado grueso} = 0.657 - 0.242 = 0.415$$

m) Cálculo de los pesos secos del agregado.

Agregado fino

$$\text{Peso seco del a. fino} = \text{Vol. abs. a. fino} * P. e. \text{ del a. fino}$$

$$\text{Peso seco del a. fino} = 0.242 * 2350 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 569.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Agregado grueso

$$\text{Peso seco del a. grueso} = \text{Vol. abs. a. grueso} * P. e. \text{ del a. grueso}$$

$$\text{Peso seco del a. fino} = 0.415 * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 994.06 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

n) Diseño de mezcla final.

Tabla 20: Diseño de mezcla final.

	Pesos secos (Kg/m ³)	Corrección por humedad	Corrección por absorción	Pesos corregidos (Kg/m ³)	Proporciones del diseño de mezcla en peso por bolsa
Cemento	386.00			386.00	1.00
Agregado fino	569.33	10.82 l.	29.68 l.	580.14	1.50
Agregado grueso	994.06	16.06 l.	35.54 l.	1010.12	2.62
Agua	193.00			231.34	25.47

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Por motivos de eliminar posibles errores de medición, se consideró la dosificación en peso.

3.10.3.1 *Diseño de mezcla $f'c$ 210 kg/cm² – Método: Módulo de fineza para la combinación de agregados gruesos naturales y agregados gruesos reciclados en diferentes porcentajes.*

a) Cálculo del valor R_f

Para los casos en que se añadió y reemplazó el a.g reciclado en lugar de a.g natural en proporciones de 25%, 50%, 75% y 100%, el valor teórico del módulo de fineza de la combinación de agregado grueso natural y reciclado se consideró proporcional a la cantidad o porcentaje de incorporación de los mismos, dicho procedimiento para cada caso se encuentra en el los ANEXOS 3, 4, 5, 6, y 7, y se resume en la Tabla 21.

Tabla 21: Resultados de R_f y R_g para los diferentes grupos de control.

DESCRIPCIÓN	$f'c$	R_f	R_g
CN 100%	210 kg/cm ²	0.3685	0.6315
CN 75% + CR 25%	210 kg/cm ²	0.3800	0.6200
CN 50% + CR 50%	210 kg/cm ²	0.3910	0.6090
CN 25% + CR 75%	210 kg/cm ²	0.4017	0.5983
CR 100%	210 kg/cm ²	0.4120	0.5880

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

b) Cálculo de volúmenes absolutos del agregado.

El desarrollo para calcular el volumen absoluto de los agregados, es como se detalló en el ítem (I) del anterior apéndice, dichos resultados se muestran en el los ANEXOS 3, 4, 5, 6, y 7, y se resume en la Tabla 22.

Tabla 22: Resultados del volumen absoluto de los agregados para los diferentes grupos de control.

DESCRIPCIÓN	Volumen absoluto del A. Fino	Volumen absoluto del A. Grueso
CN 100%	0.242	0.415
CN 75% + CR 25%	0.250	0.407
CN 50% + CR 50%	0.257	0.400
CN 25% + CR 75%	0.264	0.393
CR 100%	0.271	0.386

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

c) Cálculo de los pesos secos del agregado.

El procedimiento para calcular este valor, es como se detalló en el ítem (m) del anterior apéndice, dichos resultados se muestran en los ANEXOS 3, 4, 5, 6, y 7, y se resume en la Tabla 23.

Tabla 23: Resultados de los pesos secos de los agregados para los diferentes grupos de control.

DESCRIPCIÓN	Peso Seco del A. Fino	Peso Seco del A. Grueso
CN 100%	569.33	994.06
CN 75% + CR 25%	587.09	956.21
CN 50% + CR 50%	604.09	919.85
CN 25% + CR 75%	620.62	884.63
CR100%	636.53	850.67

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

d) Diseño de mezcla final.

En base al registro de valores obtenidos en los anteriores ítems, se realizó las correcciones por humedad y por absorción, para poder determinar la dosificación en peso, los cuales se detallan en el los ANEXOS 3, 4, 5, 6, y 7, y se resume en la Tabla 24.

Tabla 24: Diseños de mezcla final para los diferentes grupos de control.

	Materiales	Pesos secos (Kg/m³)	Corrección por humedad	Corrección por absorción	Pesos corregidos (Kg/m³)	Proporciones del diseño de mezcla en peso por bolsa
CN 100%	Cemento	386.00			386.00	1.00
	Agregado fino	569.33	10.82 l.	29.68 l.	580.14	1.50
	Agregado grueso	994.06	16.06 l.	35.54 l.	1010.12	2.62
	Agua	193.00			231.34	25.47
CN 75%+ CR25%	Cemento	386.00			386.00	1.00
	Agregado fino	587.09	11.15 l.	30.60 l.	598.25	1.50
	Agregado grueso	956.21	18.48 l.	43.02 l.	974.69	2.62
	Agua	193.00			236.99	25.47
CN 50%+ CR50%	Cemento	386.00			386.00	1.00
	Agregado fino	604.09	11.48 l.	31.49 l.	615.57	1.50
	Agregado grueso	919.85	20.70 l.	49.88 l.	940.54	2.62
	Agua	193.00			242.19	25.47
CN 25%+ CR75%	Cemento	386.00			386.00	1.00
	Agregado fino	620.62	11.79 l.	32.35 l.	632.41	1.50
	Agregado grueso	884.63	22.71 l.	56.14 l.	907.34	2.62
	Agua	193.00			246.99	25.47
CR 100%	Cemento	386.00			386.00	1.00
	Agregado fino	636.53	12.09 l.	33.18 l.	648.63	1.68
	Agregado grueso	850.67	24.54 l.	61.85 l.	875.21	2.27
	Agua	193.00			251.40	27.68

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.10.4 Diseño de mezcla según los grupos de prueba

En cuanto se tiene culminado el diseño, indicado el procedimiento a detalle y obtenidos las dosificaciones de los materiales, se procede al cálculo en peso de cada uno de los componentes requeridos para una mezcla de concreto para elaborar las probetas propuestas, para el caso de los cilíndricos de 6" x 12", y para el caso de los prismáticos de 6" x 6" x 20", que se someterán a los ensayos de resistencia compresión y flexión respectivamente.

Además, la adición de las fibras de polipropileno de 19mm, se realizó en 0.6 y 1.2 kg/m³ de concreto, en las diferentes combinaciones de agregado grueso natural y reciclado, conforme se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25: Diseños de mezcla final con y sin incorporación de fibras de polipropileno para los diferentes grupos de prueba.

	Materiales	Sin fibras de polipropileno (Kg/m ³)	Con 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno (Kg/m ³)	Con 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno (Kg/m ³)
CN 100%	Cemento	386.00	386.00	386.00
	Agregado fino	580.14	580.14	580.14
	Agregado grueso	1010.12	1010.12	1010.12
	Agua	231.34	231.34	231.34
	Fibra de Polipropileno	0.00	0.60	1.20
CN 75% +CR 25%	Cemento	386.00	386.00	386.00
	Agregado fino	598.25	598.25	598.25
	Agregado grueso	974.69	974.69	974.69
	Agua	236.99	236.99	236.99
	Fibra de Polipropileno	0.00	0.60	1.20
CN 50% +CR 50%	Cemento	386.00	386.00	386.00
	Agregado fino	615.57	615.57	615.57
	Agregado grueso	940.54	940.54	940.54
	Agua	242.19	242.19	242.19
	Fibra de Polipropileno	0.00	0.60	1.20
CN 25% +CR 75%	Cemento	386.00	386.00	386.00
	Agregado fino	632.41	632.41	632.41
	Agregado grueso	907.34	907.34	907.34
	Agua	246.99	246.99	246.99
	Fibra de Polipropileno	0.00	0.60	1.20
CR 100%	Cemento	386.00	386.00	386.00
	Agregado fino	648.63	648.63	648.63
	Agregado grueso	875.21	875.21	875.21
	Agua	251.40	251.40	251.40
	Fibra de Polipropileno	0.00	0.60	1.20

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.11 ELABORACIÓN DEL CONCRETO

Culminado el diseño de mezcla, prosigue elaborar el concreto propiamente dicho de acuerdo a las dosificaciones antes calculadas, que será vertido en formas cilíndricas y



prismáticas para la ejecución de los ensayos en consideración para dar cumplimiento al objeto del presente estudio, cuyo proceso está basado en la norma ASTM C31 y es como sigue:

- En primer lugar, se debe disponer con los materiales necesarios para elaborar el concreto, seguidamente se pesa de acuerdo a la dosificación, para el caso del polipropileno se utiliza la balanza de precisión para una mayor exactitud, debido a que este material es el que se encuentra en evaluación para el caso de la investigación.
- Disponer cada uno de los equipos y materiales a utilizar, asegurar los moldes cilíndricos y prismáticos y la mezcladora.
- Para la primera mezcla, se introdujo a la mezcladora el total de los agregados y parcialmente el agua, luego se incorporó el cemento y las fibras de polipropileno (según el caso) y luego el agua restante; siendo el ciclo de mezclado 2 minutos aproximadamente.
- NOTA: Se pudo apreciar que para los casos de mezclado que se incorporaba el aditivo fue necesario prolongar el tiempo de mezclado, ello con el fin de lograr una mejor distribución de este material en la mezcla de concreto, según las recomendaciones que se indica en la ficha técnica del producto.
- Seguidamente con la ayuda del equipo de cono de Abrams, se verifica el asentamiento de la mezcla, posterior a ello se procede con el vaciado de la mezcla en cada uno de los moldes cilíndricos y prismáticos.



Figura 4. Dosificación de materiales por peso.



Figura 5. Preparación del concreto con mezcladora eléctrica.

3.11.1 Instrumentos utilizados

- Balanza.
- Moldes cilíndricos - ASTM C31.
- Moldes prismáticos - ASTM C293.

- Mezcladora.
- Varilla lisa de 5/8”.
- Herramientas manuales.

3.11.2 Elaboración de probetas cilíndricas

Este proceso se realizó en base en la normativa de ASTM C31 / C31M – 03A cuyas medidas son de 6” de diámetro y 12” de altura. El vaciado se realizó en tres capas iguales con 25 golpes distribuidos en cada una, ello con el fin de evitar vacíos en las probetas, el apisonado se realizó con una varilla lisa de 5/8”.

3.11.3 Elaboración de probetas prismáticas

El procedimiento fue realizado en base a la normativa de ASTM C293 - 02, cuyas medidas son 6” x 6” de sección y 20” de longitud. El vaciado se realizó en dos capas con 30 golpes cada una de ellas (1 golpe por cada 2 pulg² según normativa), cuya finalidad es eliminar los vacíos en las probetas, el apisonado se realizó con una varilla lisa de 5/8”.



Figura 6. Vaciado de concreto en moldes cilíndricos y prismáticos.

3.11.4 Curado de los especímenes

La totalidad de los especímenes fueron colocados en dos pozas de curados ubicados dentro del Laboratorio de Construcciones de la E.P de Ingeniería Civil-UNA Puno, en las cuales se mantuvieron sumergidas para su curado durante 7, 14 y 28 días según lo establecido.

El curado en todos los casos se realizó a temperatura ambiente, que de acuerdo a los datos del SENAMHI en el transcurso de los meses de marzo y abril del 2021 que fue la etapa de curado, se registraron temperaturas que variaron desde -2°C hasta 18°C .



Figura 7. Curado a temperatura ambiente de probetas cilíndricas y prismáticas.



Figura 8. Probetas extraídas de la poza de curado.



3.12 ENSAYOS REALIZADOS

3.12.1 Ensayos en estado fresco del concreto

En el proceso del vaciado de concreto en cada uno de los moldes, es necesario realizar los ensayos en estado fresco del concreto, ello con el objetivo de controlar el asentamiento de la mezcla del concreto, el cual es un parámetro esencial en cuanto a trabajabilidad se refiere.

3.12.1.1 *Ensayo de revenimiento o asentamiento en el cono de Abrams (ASTM-C143).*

Este ensayo fue ejecutado en base a la norma ASTM-C143.

“Que 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)

Equipos utilizados

- Varilla lisa de 5/8”.
- Equipo de cono de Abrams.

Descripción del proceso

- En primer lugar, se fija la base metálica previamente humedecida en una superficie plana, para evitar movimiento se pisa las aletas del molde cónico que se encuentran en ambos extremos. Luego se realiza el vaciado de una capa de concreto en el molde hasta ocupar aproximadamente la

- tercera parte del volumen del mismo, para luego con una varilla lisa se realiza el apisonado aplicando 25 golpes que se distribuyen de manera uniforme.
- A continuación, se procede a verter la segunda capa aplicando el procedimiento antes mencionado, aproximadamente hasta la tercera parte del volumen, de tal forma que la varilla se introduzca en el nivel inmediato inferior.
 - La última capa se llena de manera colmatada, para posteriormente alinear cuando se termine la consolidación, luego cuidadosamente se retira el molde en forma vertical.
 - Una vez retirado el molde la mezcla de concreto moldeado se asentará, y con apoyo de la varilla y una cinta métrica registramos la medida de altura del molde con respecto a la altura ya asentada de la mezcla fresca, a la cual se denominará Slump.
 - NOTA: El tiempo estimado del proceso de la operación en de 2 minutos, en el cual está incluido el desmoldeo que no excede los 5 segundos.



Figura 9. Ensayo de cono de Abrams.



3.12.1.2 *Temperatura Interna del concreto*

La temperatura es relevante durante el fraguado del concreto, además es incidente en el desarrollo de la resistencia que vaya a alcanzar.

En base a la ASTM C1064 se registró la temperatura del concreto durante el fraguado (cinco primeras horas), verificando la variación de temperatura.

Equipos/Materiales utilizados

- Tubo de PVC de $D = \frac{1}{2}$ ", H=15cm
- Termómetro.

Descripción del proceso

- Luego de compactar el concreto en los moldes cilíndricos y prismáticos, se coloca un tubo de PVC de $D = \frac{1}{2}$ ", H=15cm en la parte céntrica de la muestra, y seguidamente dentro del tubo colocamos el termómetro para realizar el control de la temperatura interna.
- El termómetro estará midiendo la temperatura hasta que ésta sea invariable, registrando la hora, además de la lectura del termómetro.
- La duración de esta operación es de 5 horas consecutivas.

Para dicho proceso se tomaron 9 lecturas para cada grupo de control, cada cierto tiempo (15', 30', 45', 1h, 2h, 3h, 4h, 5h, 6h).



3.12.2 Ensayos en estado endurecido del concreto

3.12.2.1 *Ensayo de la resistencia a la compresión*

Su ejecución fue de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM C39, el cual consiste en aplicar en la parte superior del espécimen una carga axial, manteniendo constancia, hasta que se produzca la ruptura o falla de la probeta, de tal forma conocer el valor de la resistencia a la compresión, que resulta de dividir la máxima carga aplicada entre el área promedio de la probeta previo a la ruptura del espécimen.

“El ensayo de resistencia a compresión es empleado por su facilidad de ejecución, además al incrementarse esta resistencia, se muestra la mejoría de la mayoría de propiedades del concreto. La resistencia a la compresión del concreto es resultante de la carga máxima para una unidad de área de cada espécimen, antes de ocasionar la falla por compresión (agrietamiento, rotura)”. (Abanto Castillo, 1994)

El valor de la resistencia a la compresión de una muestra cilíndrica, está dado por la siguiente relación:

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}; A = \frac{\pi\phi^2}{4}$$

Donde:

$f'c$: Resistencia de rotura a la compresión del concreto. (kg/cm²).

P : Carga de rotura (kg).

ϕ : Diámetro de la probeta cilíndrica (cm).

A : Área promedio de la probeta (cm²).

Equipos utilizados

- Equipo de prueba.
- Placas de acero.
- Argollas de neopreno.



Figura 10. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.



Figura 11. Muestras cilíndricas después del ensayo de resistencia a la compresión.



3.12.2.1.1 Tipos de fractura en probetas ensayadas a compresión

Los tipos de fracturas típicos producidos durante el ensayo de resistencia a la compresión para probetas cilíndricas, se muestran en la Figura 12 que corresponden a los siguientes:

La falla tipo 1 (cónica), se presenta al alcanzar una carga de compresión correctamente aplicada sobre una muestra cuya preparación fue adecuada, entonces la falla es ideal.

La falla tipo 2 (cónica y dividida), producida en muestras que presentan en la cara de aplicación de carga, una forma convexa, además que contiene rugosidades en el plato de refrentado y deficiencias en el material.

La falla tipo 3 (columnar), esta falla se ocasiona en especímenes que presentan en la cara de aplicación de carga, una forma convexa, además por concavidad del plato de cabeceo o convexidad en una de las placas de carga y deficiencias en el material.

La falla tipo 4 (transversal o diagonal), ocasionado generalmente debido a que las caras de aplicación de carga están ubicadas en el límite de desviación (perpendicularidad).

La falla tipo 5, es ocasionado al generarse concentraciones de esfuerzos que se ubican en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga, así como por deformación de la placa de carga rugosidades en el plato en el que se realiza el refrentado, por deformación de la placa de carga y deficiencia del material de refrentado,

La falla tipo 6, se ocasiona en muestras que tienen una cara de aplicación de carga de forma cóncava, a ello añadido la concavidad de una de las placas de carga y deficiencias del material de refrentado.

De acuerdo a la norma ASTM C39, se pueden presentar los siguientes tipos de falla presentadas en la Figura 12.

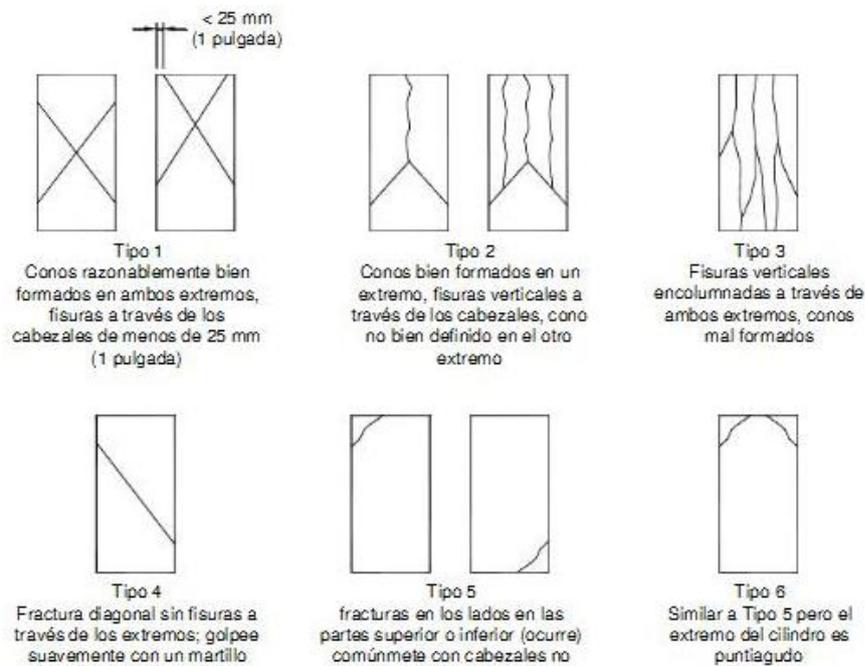


Figura 12. Tipos de falla de cilindros de prueba, ASTM C39.

3.12.2.2 *Ensayo de resistencia a la flexión, con carga puntual en el centro de la luz.*

Se realiza para conocer el módulo de ruptura de las muestras de concreto, para lo cual se realiza la aplicación de carga en el punto central. Con el cual se garantiza valores de resistencia a la flexión considerablemente mayores que el método C78 que describe: “Ensayo de resistencia a la flexión, con dos cargas puntuales en los límites del tercio central de la luz del ensayo”.

Para determinar este módulo, se hace uso de la relación siguiente:

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

Donde:

R : Módulo de ruptura (MPa).

P : Carga máxima aplicada, indicada por la máquina de ensayo (N).

L : Luz o longitud entre soportes (mm).

b : Ancho promedio del espécimen (mm).

d : Espesor promedio del espécimen (mm).

Equipos utilizados

- La máquina de ensayo para conocer la resistencia a la flexión, presenta un mecanismo encargado de la aplicación de fuerzas sin interrupción, que contiene un bloque de aplicación de carga y dos de soporte para el espécimen a ensayar.



Figura 13. *Máquina de ensayo de resistencia a la compresión utilizado.*

Descripción del proceso

- En primer lugar, se marca unas líneas en las probetas prismáticas a una medida de 1” desde el borde del espécimen en dirección al centro del mismo, ello con el objeto de asegurar una fijación adecuada y para centrarlo sobre los bloques de soporte.
- Seguidamente determinar si existe vacíos entre la muestra y los bloques de aplicación de carga y soporte, si fuera el caso, puede usarse el esmerilado, el cabeceo, o la aplicación de bandas de cuero a manera de calzas.
- Se aplica la fuerza, asegurándose la aplicación perpendicular a la cara de la muestra sin excentricidad, verificando que se mantenga la longitud del tramo y posición central de la muestra.



Figura 14. *Proceso de rotura a flexión del espécimen de concreto.*



Figura 15. Espécimen de concreto después de la falla o ruptura.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ENSAYOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO

“La prueba estándar de asentamiento o Slump (ASTM C143), ha sido usada por muchos años para medir la consistencia del concreto en estado plástico. Esta prueba tomada en laboratorio es considerada razonablemente precisa, sin embargo, existen numerosas desventajas en el desarrollo de esta prueba en el campo, siendo uno de ellos el tiempo requerido para realizar la prueba. El método de prueba estándar del cono de Abrams está además sujeto a diferencias personales en el muestreo, rigidez y suavidad de la base, amortiguamiento del aparato, llenado de cono, compactación, enrasado de cono y selección del punto en el cual el Slump es medido”. (Claude, 1957)

4.1.1 Ensayos de asentamiento en el cono de Abrams (ASTM-C143)

4.1.1.1 Interpretación de resultados

En la Tabla 26 se muestra los valores de los asentamientos para los diferentes grupos de control, que corresponde a tres especímenes por grupo, obteniendo un promedio de los mismos para garantizar un resultado más representativo y determinar para cada grupo si la trabajabilidad es óptima.

Tabla 26: Valores de asentamiento para los grupos de control.

DESCRIPCIÓN	Fibras de Polipropileno	Denotación	FECHA DE MOLDEO	MEDIDAS (mm)			ASENTAMIENTO EN EL CONO DE ABRAMS	
				1°	2°	3°	Medición Promedio (mm.)	(")
Concreto con Agregado Grueso Natural 100%	-	CN 100%	17/03/2021	96	93	91	93	3.67
Concreto con Agregado Grueso Natural 75%+Agregado Grueso Reciclado 25%	-	CN75%+CR25%	31/03/2021	82	78	80	80	3.15
Concreto con Agregado Grueso Natural 50%+Agregado Grueso Reciclado 50%	-	CN50%+CR50%	29/03/2021	70	65	68	68	2.66
Concreto con Agregado Grueso Natural 25%+Agregado Grueso Reciclado 75%	-	CN25%+CR75%	30/03/2021	54	58	50	54	2.13
Concreto con Agregado Grueso Reciclado 100%	-	CR 100%	25/03/2021	40	39	43	41	1.60
Concreto con Agregado Grueso Natural 100%	+ 0.6 kg/m3 polipropileno	CN 100%+0.6 P	22/03/2021	74	70	69	71	2.80
Concreto con Agregado Grueso Natural 75%+Agregado Grueso Reciclado 25%	+ 0.6 kg/m3 polipropileno	CN75%+CR25%+0.6 P	31/03/2021	64	60	63	62	2.45
Concreto con Agregado Grueso Natural 50%+Agregado Grueso Reciclado 50%	+ 0.6 kg/m3 polipropileno	CN50%+CR50%+0.6 P	29/03/2021	55	50	58	54	2.14
Concreto con Agregado Grueso Natural 25%+Agregado Grueso Reciclado 75%	+ 0.6 kg/m3 polipropileno	CN25%+CR75%+0.6 P	30/03/2021	48	46	42	45	1.78
Concreto con Agregado Grueso Reciclado 100%	+ 0.6 kg/m3 polipropileno	CR 100%+0.6 P	25/03/2021	37	34	38	36	1.43
Concreto con Agregado Grueso Natural 100%	+ 1.2 kg/m3 polipropileno	CN 100%+1.2 P	22/03/2021	52	48	49	50	1.96
Concreto con Agregado Grueso Natural 75%+Agregado Grueso Reciclado 25%	+ 1.2 kg/m3 polipropileno	CN75%+CR25%+1.2 P	31/03/2021	46	40	42	43	1.68
Concreto con Agregado Grueso Natural 50%+Agregado Grueso Reciclado 50%	+ 1.2 kg/m3 polipropileno	CN50%+CR50%+1.2 P	29/03/2021	39	38	36	38	1.48
Concreto con Agregado Grueso Natural 25%+Agregado Grueso Reciclado 75%	+ 1.2 kg/m3 polipropileno	CN25%+CR75%+1.2 P	30/03/2021	30	35	33	33	1.29
Concreto con Agregado Grueso Reciclado 100%	+ 1.2 kg/m3 polipropileno	CR 100%+1.2 P	25/03/2021	28	25	30	28	1.09

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a los datos obtenidos, podemos apreciar que el asentamiento del concreto elaborado con agregado grueso natural al 100%, que es el mayor de todos, es de 3.67", si está comprendido dentro del rango propuesto que es de 3" a 4", dando cumplimiento al asentamiento de diseño de mezcla, de tal forma garantizando una adecuada consistencia plástica y óptima trabajabilidad; así mismo, la cantidad de fibras

de polipropileno incorporadas en el concreto con y sin agregado grueso reciclado es inversamente proporcional al asentamiento, el cual se presenta en la Figura 16.

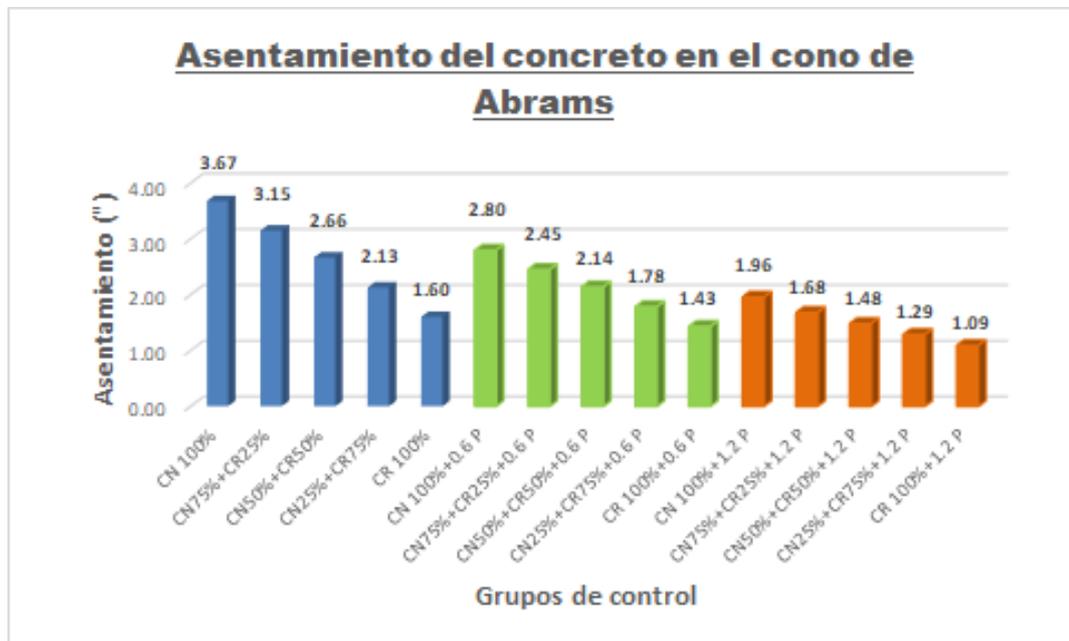


Figura 16. Resultados del asentamiento en los grupos de prueba propuestos.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la Figura 16 se aprecia en los resultados, que en cuanto aumenta la proporción de fibra de polipropileno incorporado al concreto, se presenta una disminución considerable del asentamiento, además a mayor incremento de agregado grueso reciclado, el asentamiento también presenta disminución, así se tiene que: El concreto convencional (CN 100%) desarrolló mayor asentamiento correspondiente a 3.67", mientras que el extremo inferior fue el grupo CR100%+1.2P, con un asentamiento de 1.09", siendo poco trabajable éste último.

Por otro lado, en la Tabla 27 se presenta la variación de asentamiento en porcentaje con respecto al concreto elaborado con agregado natural al 100% sin adición de fibras de polipropileno.

Tabla 27: Variación de asentamiento en porcentaje con respecto al concreto elaborado con agregado natural al 100% sin adición de fibras de polipropileno.

DESCRIPCIÓN	Fibras de Polipropileno (Kg/m ³)	Variación (%) con respecto al CN 100%
CN 100%	-	-
CN75%+CR25%	-	-14.29%
CN50%+CR50%	-	-27.50%
CN25%+CR75%	-	-42.14%
CR 100%	-	-56.43%
CN 100%	+ 0.6	-23.93%
CN75%+CR25%	+ 0.6	-33.21%
CN50%+CR50%	+ 0.6	-41.79%
CN25%+CR75%	+ 0.6	-51.43%
CR 100%	+ 0.6	-61.07%
CN 100%	+ 1.2	-46.79%
CN75%+CR25%	+ 1.2	-54.29%
CN50%+CR50%	+ 1.2	-59.64%
CN25%+CR75%	+ 1.2	-65.00%
CR 100%	+ 1.2	-70.36%

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la Figura 17, de acuerdo a los datos obtenidos y al análisis de los mismos, se presenta unas curvas de correlación de asentamientos en los grupos de prueba en base a la cantidad de fibra de polipropileno incorporada, los cuales son cinco, de acuerdo a los porcentajes de agregado grueso reciclado, con 0 kg/m³, 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ de adición de este aditivo.

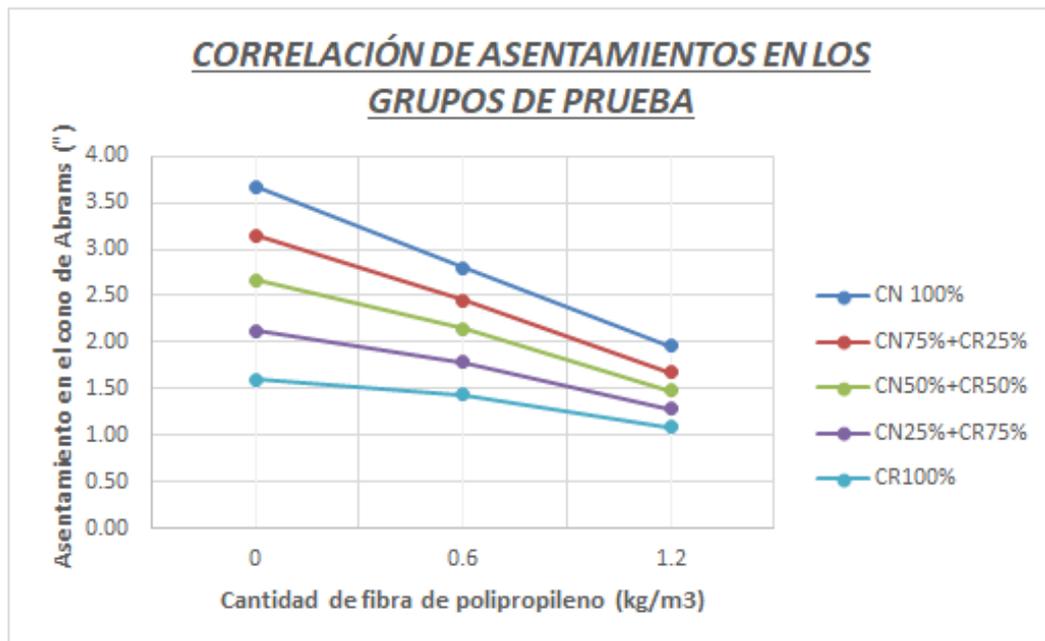


Figura 17. Correlación de asentamiento en el cono de Abrams con respecto a la adición de fibras de polipropileno en los grupos de control elaborados con agregado grueso reciclado.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base al análisis de los resultados obtenidos, se muestra que la adición de fibras de polipropileno en el concreto $f'c$ 210 kg/cm² elaborado con 0%,25%,50%,75% y 100% de agregado grueso reciclado, produce una reducción considerable en el asentamiento, variando de un 23.93% hasta un 70.36%, de acuerdo a la proporción de fibra y agregado grueso reciclado, siendo así “no mejora su trabajabilidad”, rechazándose así la cuarta hipótesis específica.

4.1.2 Temperatura interna (ASTM C1064)

4.1.2.1 Interpretación de resultados.

En la Tabla 28 se muestra los datos de la temperatura registrada en diferentes tiempos para los grupos de control:

Tabla 28: Registro de temperatura del concreto fresco para los diferentes grupos de control.

Descripción	Fibras de polipropileno	Temperatura (°C)									T° Max.	T° Min.	Max. Variación	Promedio
		15'	30'	45'	1h	2h	3h	4h	5h	6h				
CN 100%	0.0 kg/m ³	15.7	16.0	16.4	16.7	16.8	17.2	17.3	17.0	17.1	17.3	15.7	1.6	1.7
	0.6 kg/m ³	15.8	16.0	16.1	16.5	16.9	17.2	17.5	17.3	17.1	17.5	15.8	1.7	
	1.2 kg/m ³	15.8	16.1	16.3	16.8	17.0	17.2	17.5	17.4	17.2	17.5	15.8	1.7	
	Temperatura Promedio	15.8	16.0	16.3	16.7	16.9	17.2	17.4	17.2	17.1				
CN75%+CR25%	0.0 kg/m ³	16.9	17.2	17.5	17.9	18.2	18.5	18.7	18.6	18.4	18.7	16.9	1.8	1.8
	0.6 kg/m ³	17.0	17.3	17.6	18.0	18.2	18.5	18.8	18.7	18.6	18.8	17.0	1.8	
	1.2 kg/m ³	16.8	17.0	17.3	17.9	18.4	18.7	18.6	18.5	18.4	18.7	16.8	1.9	
	Temperatura Promedio	16.9	17.2	17.5	17.9	18.3	18.6	18.7	18.6	18.5				
CN50%+CR50%	0.0 kg/m ³	17.7	18.2	18.7	19.2	19.7	20.0	19.9	19.8	19.7	20.0	17.7	2.3	2.4
	0.6 kg/m ³	17.8	18.4	18.6	19.3	19.7	20.2	20.1	19.9	19.8	20.2	17.8	2.4	
	1.2 kg/m ³	17.8	18.3	18.7	19.6	19.9	20.3	20.1	20.0	19.9	20.3	17.8	2.5	
	Temperatura Promedio	17.8	18.3	18.7	19.4	19.8	20.2	20.0	19.9	19.8				
CN25%+CR75%	0.0 kg/m ³	17.8	18.2	18.6	19.0	19.6	20.3	20.1	19.7	19.6	20.3	17.8	2.5	2.6
	0.6 kg/m ³	17.8	18.3	18.5	19.2	20.0	20.3	20.2	20.0	19.8	20.3	17.8	2.5	
	1.2 kg/m ³	17.7	18.4	18.8	19.5	20.0	20.4	20.2	19.9	19.7	20.4	17.7	2.7	
	Temperatura Promedio	17.8	18.3	18.6	19.2	19.9	20.3	20.2	19.9	19.7				
CR100%	0.0 kg/m ³	18.6	19.0	19.2	20.0	20.5	21.0	21.2	21.0	20.8	21.2	18.6	2.6	2.7
	0.6 kg/m ³	18.7	19.1	19.4	20.2	20.8	21.1	21.4	21.2	21.0	21.4	18.7	2.7	
	1.2 kg/m ³	18.7	19.0	19.1	19.8	20.4	21.0	21.5	21.4	21.2	21.5	18.7	2.8	
	Temperatura Promedio	18.7	19.0	19.2	20.0	20.6	21.0	21.4	21.2	21.0				

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.1.2.1.1 Variación de temperatura de los diferentes grupos de control de acuerdo a la cantidad de incorporación de fibras de polipropileno.

VARIACIÓN DE TEMPERATURA DEL CN 100% CON Y SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO

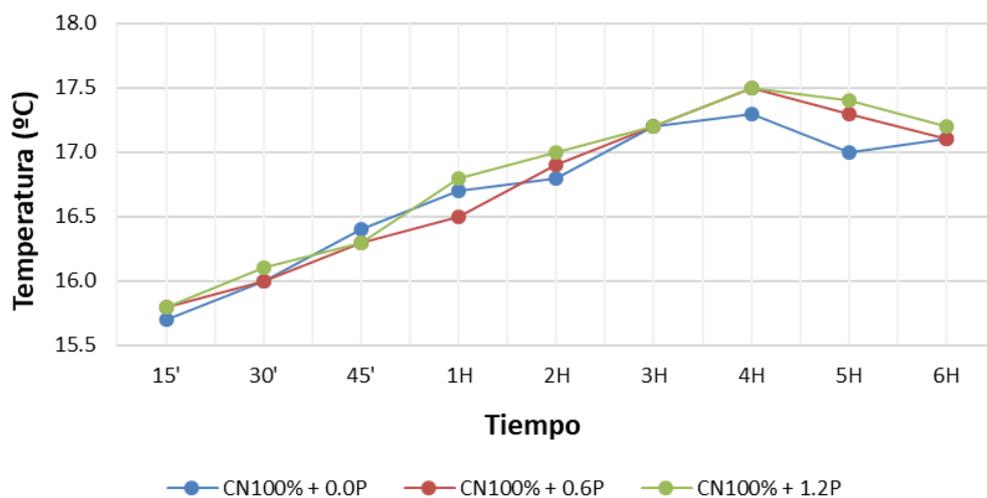


Figura 18. Variación de temperatura del CN 100% con y sin fibras de polipropileno.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

VARIACIÓN DE TEMPERATURA DEL CN 75% + CR 25% CON Y SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO

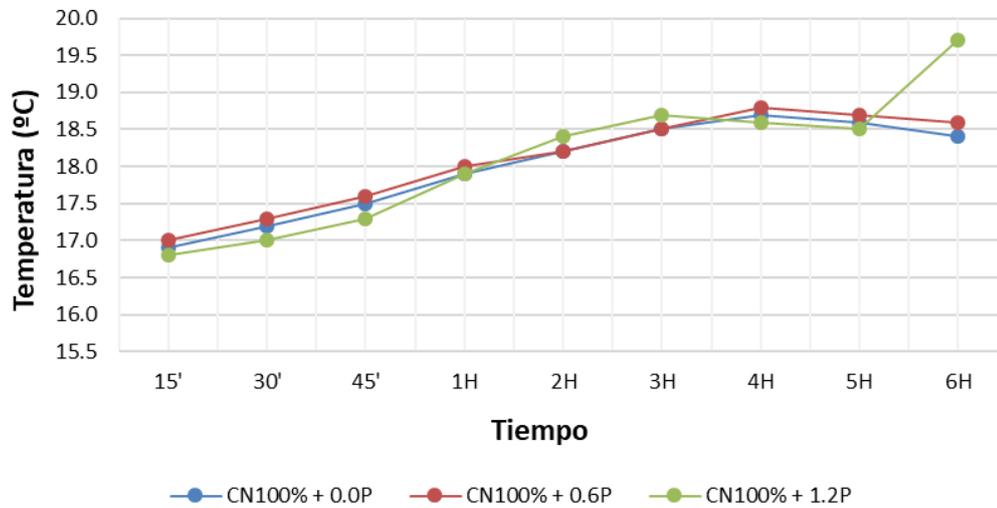


Figura 19. Variación de temperatura del CN 75% + CR 25% con y sin fibras de polipropileno.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

VARIACIÓN DE TEMPERATURA DEL CN 50% + CR 50% CON Y SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO

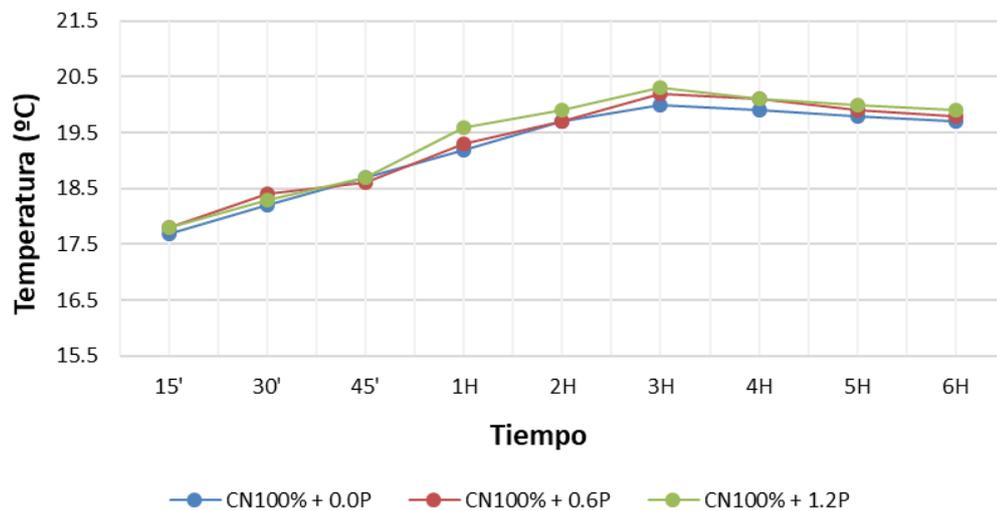


Figura 20. Variación de temperatura del CN 50% + CR 50% con y sin fibras de polipropileno.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

VARIACIÓN DE TEMPERATURA DEL CN 25% + CR 75% CON Y SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO

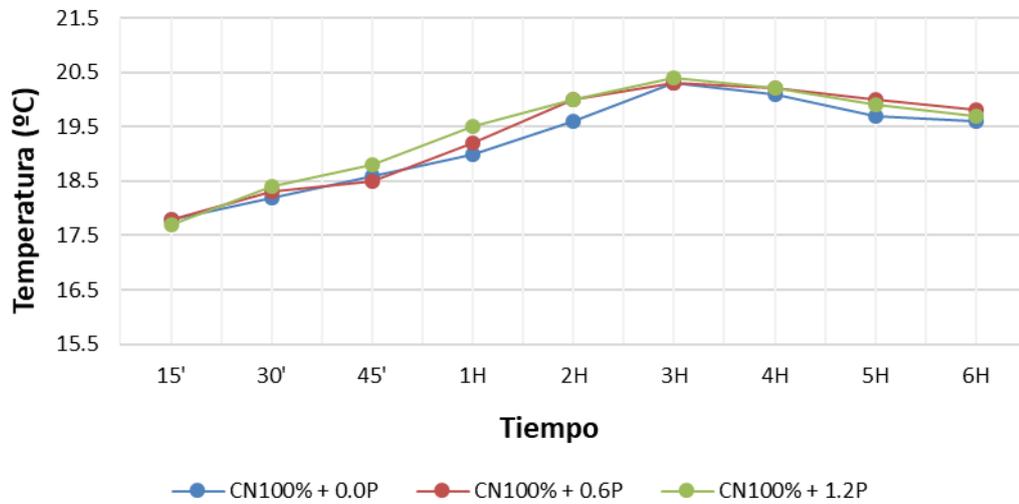


Figura 21. Variación de temperatura del CN 25% + CR 75% con y sin fibras de polipropileno.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

VARIACIÓN DE TEMPERATURA DEL CR 100% CON Y SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO

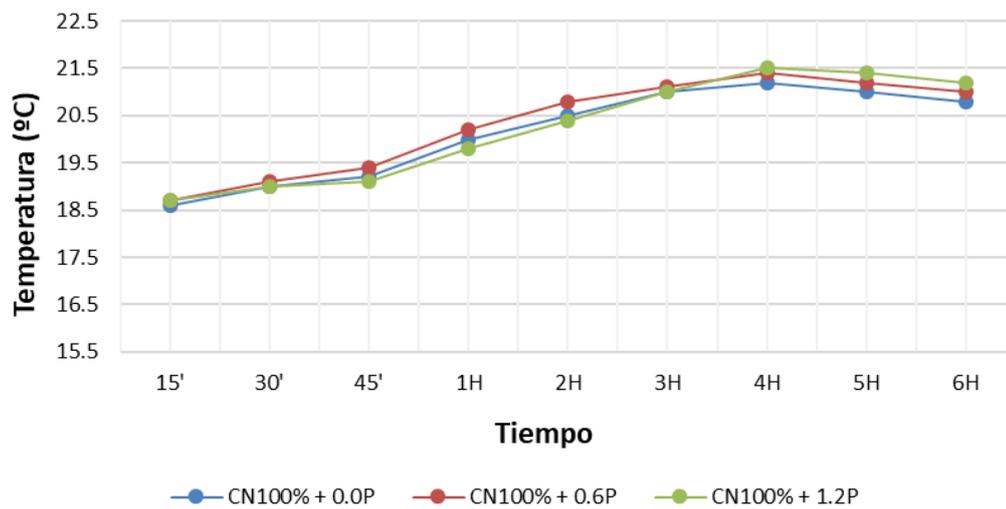


Figura 22. Variación de temperatura del CR 100% con y sin fibras de polipropileno.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Referente a la variación de temperatura registrados en los grupos de prueba (CN100%, CN75%+CR25%, CN50%+CR50%, CN25%+CR75%, CR100%), con incorporación de fibras de polipropileno. De acuerdo a los gráficos se observa que las curvas son bastante cercanas, incluso sobrepuestas y cruzadas, lo cual indica que la incorporación de este aditivo no tiene incidencia sobre la variación de temperatura, por lo tanto, no influye en gran magnitud en el calor de hidratación del concreto.

4.1.2.1.2 Variación de temperatura de los diferentes grupos de control de acuerdo a la cantidad de agregado grueso reciclado incorporado.

Debido a la mínima variación de temperatura al adicionar fibras de polipropileno, se ha considerado el promedio de dichas temperaturas para realizar la comparación de los diferentes grupos de control de acuerdo a la cantidad de o porcentaje de agregado grueso incorporado.

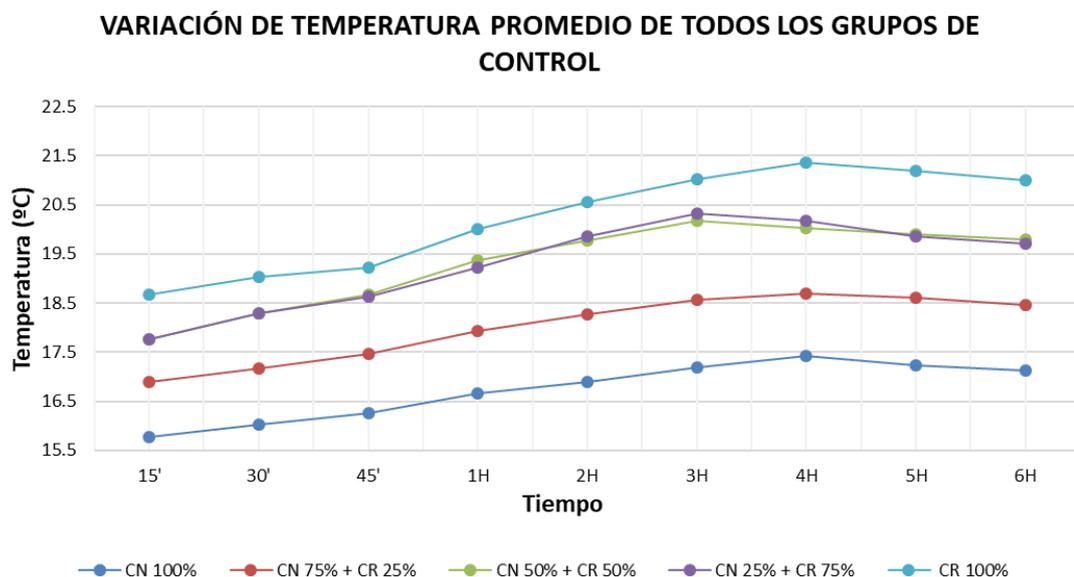


Figura 23. Variación de temperatura promedio de todos los grupos de control de acuerdo al porcentaje de agregado grueso incorporado.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

La Figura 23 presenta curvas dispersas, observando mayor temperatura al incrementar el porcentaje de a.g reciclado, indicando que su adición resulta influyente sobre la variación de temperatura, por lo tanto, en el calor de hidratación del concreto.

4.1.3 Temperatura de curado

La temperatura de curado fue a temperatura ambiente, es decir, no se utilizó ningún método para controlar y mantener la temperatura de curado en un margen de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ como lo establece la NTP 339.183, sino sumergidos en pozas de curado a temperaturas de -2°C hasta 18°C (temperatura ambiente en la ciudad de Puno), dichos datos de acuerdo a SENAMHI.

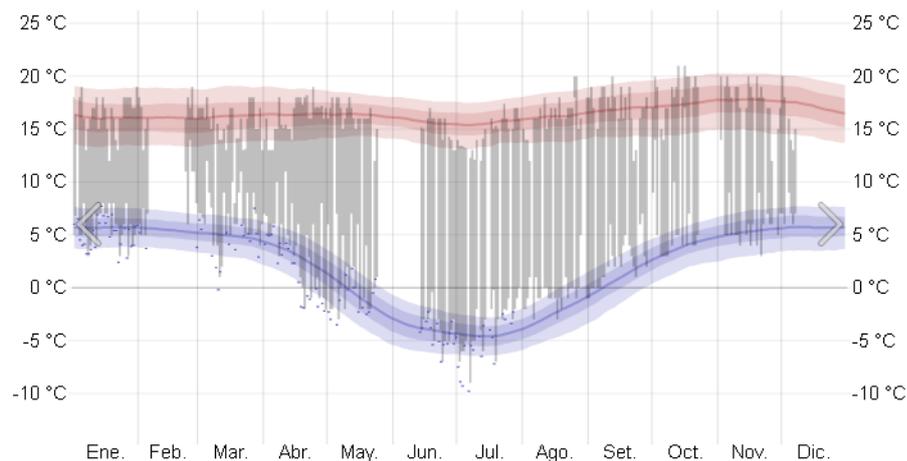


Figura 24. Datos históricos de temperatura en Puno en 2021 (SENAMHI).

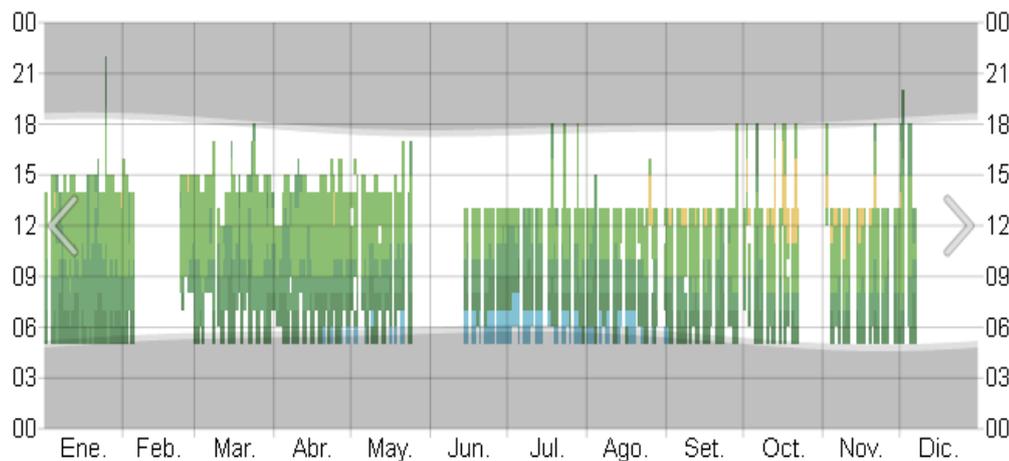


Figura 25. Temperatura por hora en 2021 en Puno (SENAMHI).

De acuerdo a los datos proporcionados por SENAMHI, datos históricos de temperatura en Puno en 2021 y datos de temperatura por hora en 2021 en Puno, las temperaturas máximas, mínimas y promedio que se desarrollaron entre los meses de marzo y abril del 2021 (periodo de curado) para cada grupo de prueba de la presente investigación fueron las que se presenta en la Tabla 29, donde se puede apreciar que la temperatura de curado durante los primeros 7 días de edad ha variado desde 5°C hasta 18°C, y las temperaturas promedio para cada caso oscilan entre 9.4°C y 11.2°C.

Tabla 29: Datos históricos de temperatura en Puno, Marzo – abril 2021 (SENAMHI), durante los primeros 7 días de curado para cada grupo de control.

MUESTRA	FIBRAS DE POLIPROPILENO (Kg/m ³)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TEMP. MÁX.	TEMP. MIN	TEMP. PROMEDIO
CN100%	0.0	17/03/2021	24/03/2021	5°C	17°C	10.8°C
	0.6	22/03/2021	29/03/2021	5°C	18°C	10.9°C
	1.2	22/03/2021	29/03/2021	5°C	18°C	10.9°C
CN75%+CR25%	0.0	31/03/2021	07/04/2021	5°C	16°C	9.4°C
	0.6	31/03/2021	07/04/2021	5°C	16°C	9.4°C
	1.2	31/03/2021	07/04/2021	5°C	16°C	9.4°C
CN50%+CR50%	0.0	29/03/2021	05/04/2021	5°C	17°C	9.9°C
	0.6	29/03/2021	05/04/2021	5°C	17°C	9.9°C
	1.2	29/03/2021	05/04/2021	5°C	17°C	9.9°C
CN25%+CR75%	0.0	30/03/2021	06/04/2021	5°C	17°C	9.8°C
	0.6	30/03/2021	06/04/2021	5°C	17°C	9.8°C
	1.2	30/03/2021	06/04/2021	5°C	17°C	9.8°C
CR100%	0.0	25/03/2021	01/04/2021	5°C	18°C	10.9°C
	0.6	23/03/2021	30/03/2021	5°C	18°C	11.2°C
	1.2	25/03/2021	01/04/2021	5°C	18°C	10.9°C

FUENTE: Registros de SENAMHI.

En la Tabla 30 de acuerdo a los datos históricos de temperatura en Puno, marzo – abril 2021 (SENAMHI), se aprecia que la temperatura de curado en todos los grupos de control durante los primeros 14 días de edad ha variado desde 3°C hasta 18°C, y las temperaturas promedio para cada caso oscilan entre 9.7°C y 10.9°C.

Tabla 30: Datos históricos de temperatura en Puno, Marzo – abril 2021 (SENAMHI), durante los primeros 14 días de curado para cada grupo de control.

MUESTRA	FIBRAS DE POLIPROPILENO (Kg/m ³)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TEMP. MÁX.	TEMP. MIN	TEMP. PROMEDIO
CN100%	0.0	17/03/2021	31/03/2021	5°C	18°C	10.9°C
	0.6	22/03/2021	05/04/2021	5°C	18°C	10.5°C
	1.2	22/03/2021	05/04/2021	5°C	18°C	10.5°C
CN75%+CR25%	0.0	31/03/2021	14/04/2021	3°C	16°C	9.8°C
	0.6	31/03/2021	14/04/2021	3°C	16°C	9.8°C
	1.2	31/03/2021	14/04/2021	3°C	16°C	9.8°C
CN50%+CR50%	0.0	29/03/2021	12/04/2021	3°C	18°C	9.8°C
	0.6	29/03/2021	12/04/2021	3°C	18°C	9.8°C
	1.2	29/03/2021	12/04/2021	3°C	18°C	9.8°C
CN25%+CR75%	0.0	30/03/2021	13/04/2021	3°C	18°C	9.7°C
	0.6	30/03/2021	13/04/2021	3°C	18°C	9.7°C
	1.2	30/03/2021	13/04/2021	3°C	18°C	9.7°C
CR100%	0.0	25/03/2021	08/04/2021	5°C	18°C	10.1°C
	0.6	23/03/2021	06/04/2021	5°C	18°C	10.4°C
	1.2	25/03/2021	08/04/2021	5°C	18°C	10.1°C

FUENTE: Registros de SENAMHI.

En la Tabla 31 se muestra que la temperatura de curado durante los primeros 28 días de edad ha variado desde -2°C hasta 18°C, y las temperaturas promedio para cada caso oscilan entre 9.8°C y 10.4°C.

Tabla 31: Datos históricos de temperatura en Puno, Marzo – abril 2021 (SENAMHI), durante los primeros 28 días de curado para cada grupo de control.

MUESTRA	FIBRAS DE POLIPROPILENO (Kg/m ³)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TEMP. MIN.	TEMP. MAX.	TEMP. PROMEDIO
CN100%	0.0	17/03/2021	14/04/2021	3°C	18°C	10.4°C
	0.6	22/03/2021	19/04/2021	3°C	18°C	10.3°C
	1.2	22/03/2021	19/04/2021	3°C	18°C	10.3°C
CN75%+CR25%	0.0	31/03/2021	28/04/2021	-2°C	18°C	9.8°C
	0.6	31/03/2021	28/04/2021	-2°C	18°C	9.8°C
	1.2	31/03/2021	28/04/2021	-2°C	18°C	9.8°C
CN50%+CR50%	0.0	29/03/2021	26/04/2021	-2°C	18°C	9.9°C
	0.6	29/03/2021	26/04/2021	-2°C	18°C	9.9°C
	1.2	29/03/2021	26/04/2021	-2°C	18°C	9.9°C
CN25%+CR75%	0.0	30/03/2021	27/04/2021	-2°C	18°C	9.8°C
	0.6	30/03/2021	27/04/2021	-2°C	18°C	9.8°C
	1.2	30/03/2021	27/04/2021	-2°C	18°C	9.8°C
CR100%	0.0	25/03/2021	22/04/2021	-2°C	18°C	10.2°C
	0.6	23/03/2021	20/04/2021	0°C	18°C	10.3°C
	1.2	25/03/2021	22/04/2021	-2°C	18°C	10.2°C

FUENTE: Registros de SENAMHI.

En los datos anteriores de las temperaturas de curado a las cuales fueron sometidos las muestras de concreto a 7, 14 y 28 días, se registran temperaturas incluso bajo cero, teniendo repercusión en las propiedades del concreto. Con el objeto de conocer en qué medida el curado a temperatura ambiente en la ciudad de Puno repercute sobre la resistencia del concreto, la Tabla 32 es en la que se muestra y compara resultados de investigaciones anteriores en la región de Puno, que se realizaron con el curado a temperatura como se establece en la NTP 339.183 ($23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), para un concreto $f'c=210$ kg/cm², con agregados naturales provenientes de la Cantera Cutimbo en todos los casos, como lo es en el presente estudio.

En la Tabla 32 se muestra que, el concreto convencional a los 28 días, reduce su resistencia desde un 0.1% hasta 4.5% con respecto a las otras investigaciones, pudiendo concluir que el curado a temperatura ambiente repercutió de manera negativa en el normal desarrollo de la resistencia del concreto.

Tabla 32: Resultados promedio de resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm² de investigaciones desarrolladas en la ciudad de Puno, con agregados provenientes de la cantera Cutimbo y con proceso de curado de acuerdo a normativa.

Resultados promedio de resistencia a la compresión de investigaciones elaborados con resistencia de diseño $f'c=210$ kg/cm ²						
Días de curado	Investigación actual (Concreto elaborado con agregado natural al 100%)	Huaquisto Cáceres Samuel y Belizario Quispe Germán (2018)	Huaquisto Cáceres Samuel y Quenta Flores Darwin (2021)	Isidro Percca Guillermo (2016)	Ruelas Paredes Erick (2014)	Lipa Mamani Florentino (2020)
28 días	213 kg/cm ² (101.4%)	221 kg/cm ² (105.2%)	219 kg/cm ² (104.3%)	217.1 kg/cm ² (103.4%)	213.2 kg/cm ² (101.5%)	222.4 kg/cm ² (105.9%)

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



4.2 ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO

4.2.1 Comparación de la resistencia a compresión

Obtenido los valores de resistencia a la compresión en la totalidad de grupos de prueba en estudio, mediante el análisis estadístico; se muestra la evolución de la resistencia del concreto a los 7, 14 y 28 días en la Figura 26 y Figura 27, de todos los grupos de control, con las combinaciones propuestas (CN100%, CN100%+0.6P, CN100%+1.2P, CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P, CN75%+CR25%+1.2P, CN50%+CR50%, CN50%+CR50%+0.6P, CN50%+CR50%+1.2P, CN25%+CR75%, CN25%+CR75%+0.6P, CN25%+CR75%+1.2P, CR100%, CR100%+0.6P y CR100%+1.2P), curado a una temperatura ambiente .

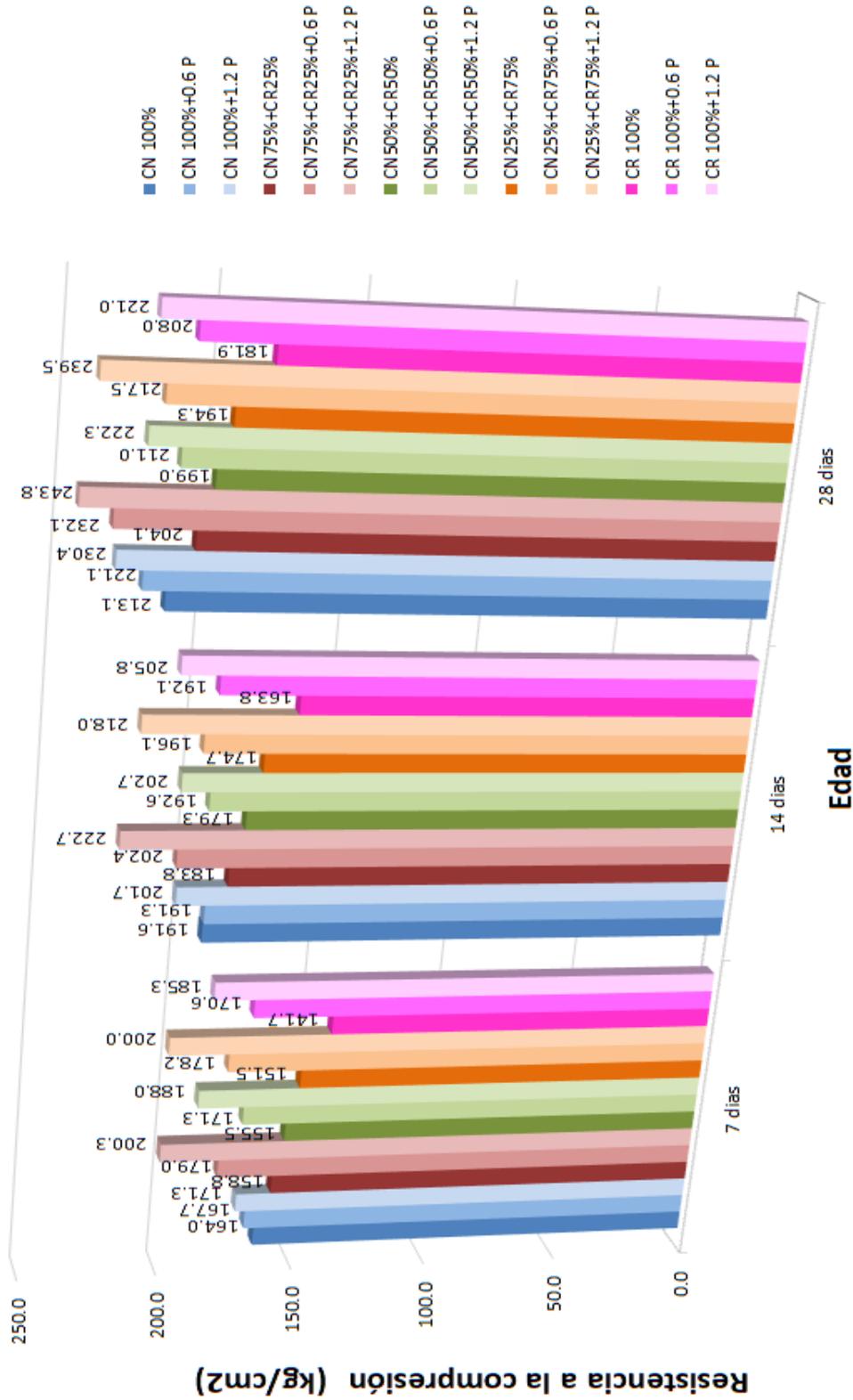


Figura 26. Evolución de la resistencia a la compresión para todos los grupos de prueba propuestos curados a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

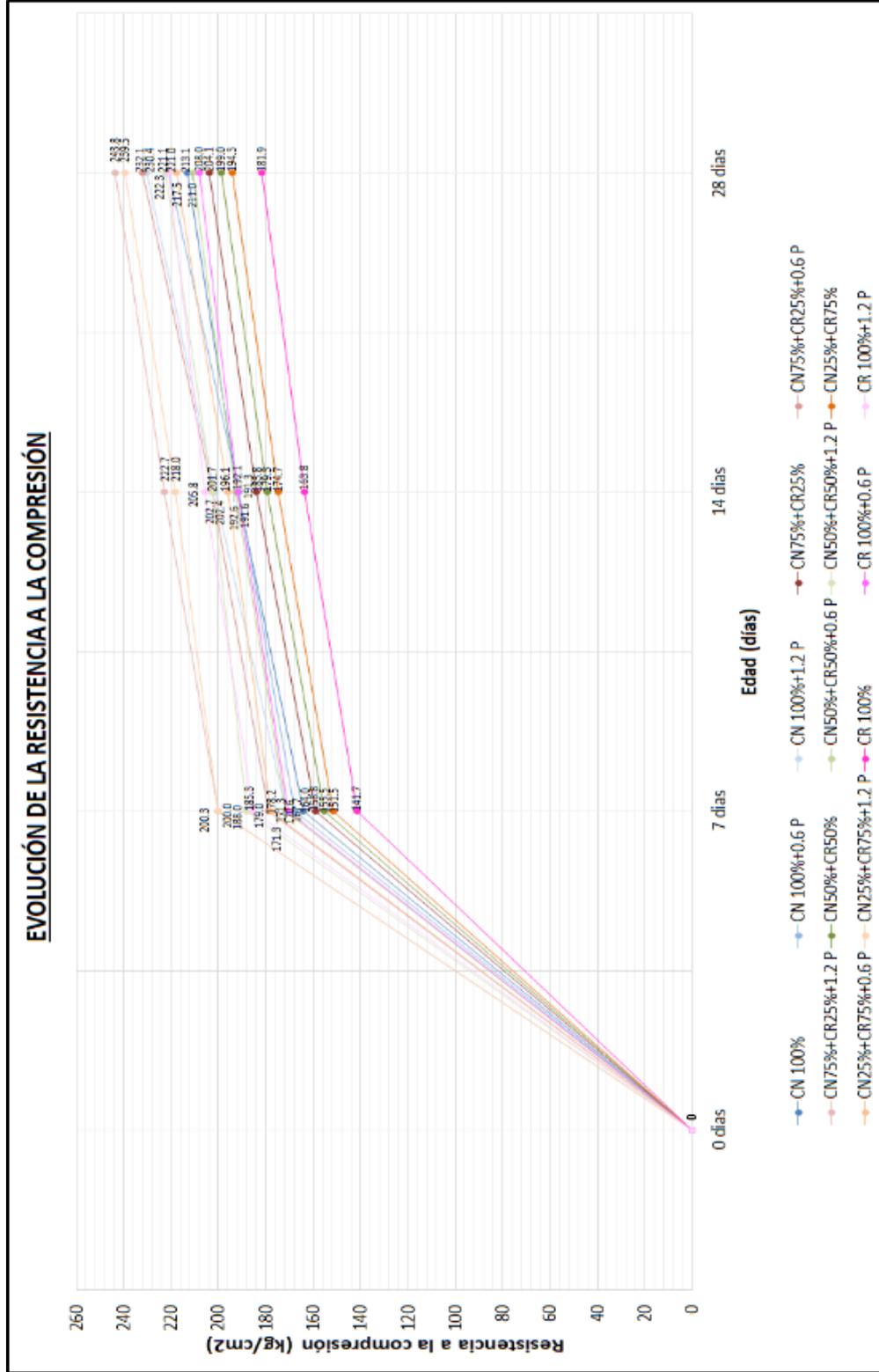


Figura 27. Curvas de evolución de la resistencia a la compresión para todos los grupos de prueba propuestos curados a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



En base al análisis de datos de la Figura 27, se evidencia que el concreto realizado con agregado grueso natural al 100% (CN100%) a los 28 días, curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=3^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=10.4^{\circ}\text{C}$, desarrolla una resistencia a la compresión de 213.1 kg/cm^2 (101.5%), alcanzando la resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 , así mismo, los grupos CN100%+0.6P y CN100%+1.2P, curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=3^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=10.3^{\circ}\text{C}$, la resistencia a la compresión alcanzadas a los 28 días fueron superiores en 3.8 % y 8.1 % respectivamente, con referencia al concreto convencional sin fibras.

Respecto al concreto fabricado con el 100% de agregado grueso reciclado (CR100%) a los 28 días de edad, con un curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=10.2^{\circ}\text{C}$, desarrolla una resistencia a la compresión de 181.9 kg/cm^2 (86.6%), no alcanzando la resistencia de diseño que es 210 kg/cm^2 , así mismo, para los grupos CR100%+0.6P y CR100%+1.2P, curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=10.3^{\circ}\text{C}$, la resistencia a la compresión alcanzadas a los 28 días fueron superiores en 14.3% y 21.5% respectivamente en comparación de los que no llevan fibras (CR100%), en este caso solo el concreto elaborado con agregado grueso reciclado adicionado con fibras de polipropileno en 1.2 kg/m^3 cumple con la resistencia de diseño, alcanzando 221.0 kg/cm^2 .

Por otro lado, los grupos que presentan combinaciones de los agregados gruesos tanto naturales como reciclados en porcentajes de: CN75%+CR25%, CN50%+CR50% y CN25%+CR75%, curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=9.8^{\circ}\text{C}$ a los 28 días, se presentó una disminución en la resistencia a la compresión al aumentar agregado grueso reciclado, sin embargo, al incorporar fibras de polipropileno en 0.6 y 1.2 kg/m^3 y curados a la misma temperatura para los casos antes



mencionados, hubo una compensación debido a que al adicionar fibras se presentó incremento en la resistencia a la compresión, con ello se logró cumplir con la resistencia de diseño, alcanzando 243.8 kg/cm², 222.3 kg/cm² y 239.5 kg/cm² respectivamente según los grupos de las combinaciones antes mencionadas.

4.2.1.1 Interpretación de datos: CN100% - CN 100%+0.6P y CN 100%+1.2P curado a temperatura ambiente.

La resistencia promedio desarrollada por el concreto elaborado con agregado grueso natural al 100% (CN 100%) a los 7 días, es de 164 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN100%+0.6P, desarrolló una resistencia promedio de 167.7 kg/cm², siendo 2.26% mayor con respecto al CN 100%; así mismo, el concreto CN 100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN100%+1.2P), desarrolló una resistencia promedio de 171.3 kg/cm², siendo 4.49% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.5°C.

La resistencia promedio alcanzada por el concreto elaborado con agregado grueso natural al 100% (CN 100%) a los 14 días, es de 191.6 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN100%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 191.3 kg/cm², siendo 0.16% menor con respecto al CN 100%; así mismo, el concreto CN 100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN100%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 201.7 kg/cm², siendo 5.24% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.5°C.

La resistencia promedio alcanzada por el concreto elaborado con agregado grueso natural al 100% (CN 100%) a los 28 días, es de 213.1 kg/cm²; por otro lado, el mismo

concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN100%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 221.1 kg/cm², siendo 3.74% mayor con respecto al CN 100%; así mismo, el concreto CN 100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN100%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 230.4 kg/cm², siendo 8.10% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=3°C, máx.=18°C y promedio=10.3°C.

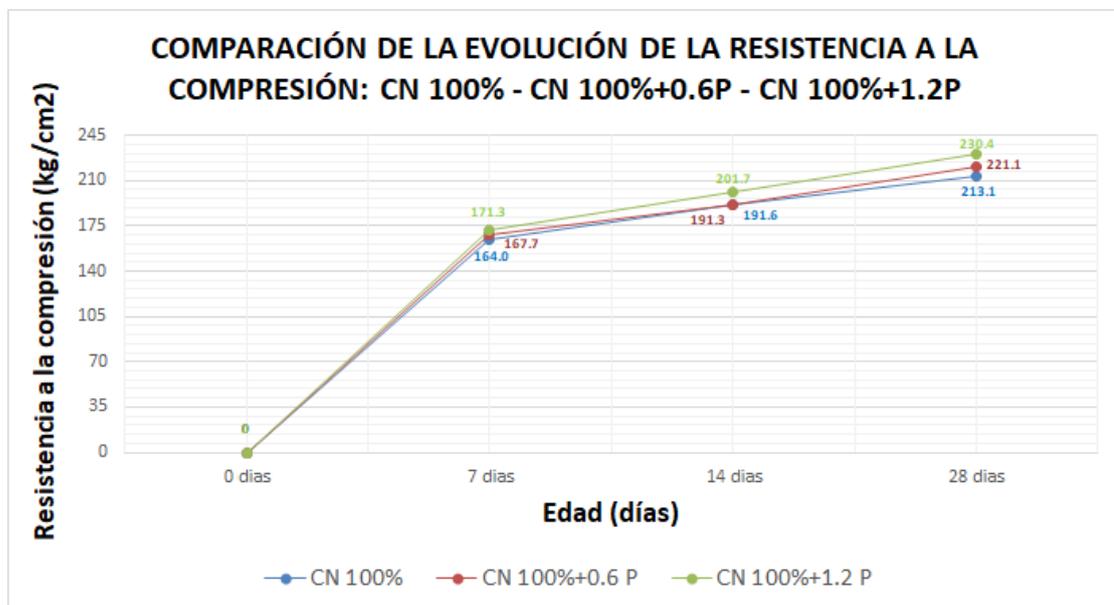


Figura 28. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN100% - CN100%+0.6P – CN100%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la Figura 28 se puede deducir que, de la comparación entre el Concreto tradicional (CN100%) , CN 100%+0.6P y CN 100%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, se tiene que la proporción óptima es el CN100%+1.2P, logrando la resistencia a la compresión más alta entre los tres grupos, presentando una resistencia promedio de 230.4 kg/cm², además de haber sido curado a una temperatura ambiente de min=3°C, máx.=18°C y promedio=10.3°C.



4.2.1.2 Interpretación de datos: $CN75\%+CR25\%$ - $CN75\%+CR25\%+0.6P$ y $CN75\%+CR25\%+1.2P$) curado a temperatura ambiente.

La resistencia promedio desarrollada por el $CN75\%+CR25\%$ a los 7 días , corresponde a 158.8 kg/cm^2 ; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m^3 ($CN75\%+CR25\%+0.6P$) desarrolló una resistencia promedio de 179.0 kg/cm^2 , siendo 12.70% mayor con respecto al $CN75\%+CR25\%$; así mismo, el concreto $CN75\%+CR25\%$ y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m^3 ($CN75\%+CR25\%+1.2P$) desarrolló una resistencia promedio de 200.3 kg/cm^2 , siendo 26.13% mayor con respecto al $CN75\%+CR25\%$, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=5^\circ\text{C}$, $\text{máx.}=18^\circ\text{C}$ y $\text{promedio}=10.5^\circ\text{C}$.

La resistencia promedio alcanzada por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 75% + Agregado grueso reciclado al 25% ($CN75\%+CR25\%$) a los 14 días, es de 183.8 kg/cm^2 ; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m^3 ($CN75\%+CR25\%+0.6P$) desarrolló una resistencia promedio de 202.4 kg/cm^2 , siendo 10.14% mayor con respecto al $CN75\%+CR25\%$; así mismo, el concreto $CN75\%+CR25\%$ y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m^3 ($CN75\%+CR25\%+1.2P$) desarrolló una resistencia promedio de 222.7 kg/cm^2 , siendo 21.15% mayor con respecto al $CN75\%+CR25\%$, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=5^\circ\text{C}$, $\text{máx.}=18^\circ\text{C}$ y $\text{promedio}=10.5^\circ\text{C}$.

La resistencia promedio alcanzada por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 75% + Agregado grueso reciclado al 25% ($CN75\%+CR25\%$) a los 28 días, es de 204.1 kg/cm^2 ; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m^3 ($CN75\%+CR25\%+0.6P$) desarrolló una resistencia promedio de 232.1 kg/cm^2 , siendo 13.75% mayor con respecto al $CN75\%+CR25\%$; así mismo, el concreto

CN75%+CR25% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN75%+CR25%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 243.8 kg/cm², siendo 19.45% mayor con respecto al CN75%+CR25%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

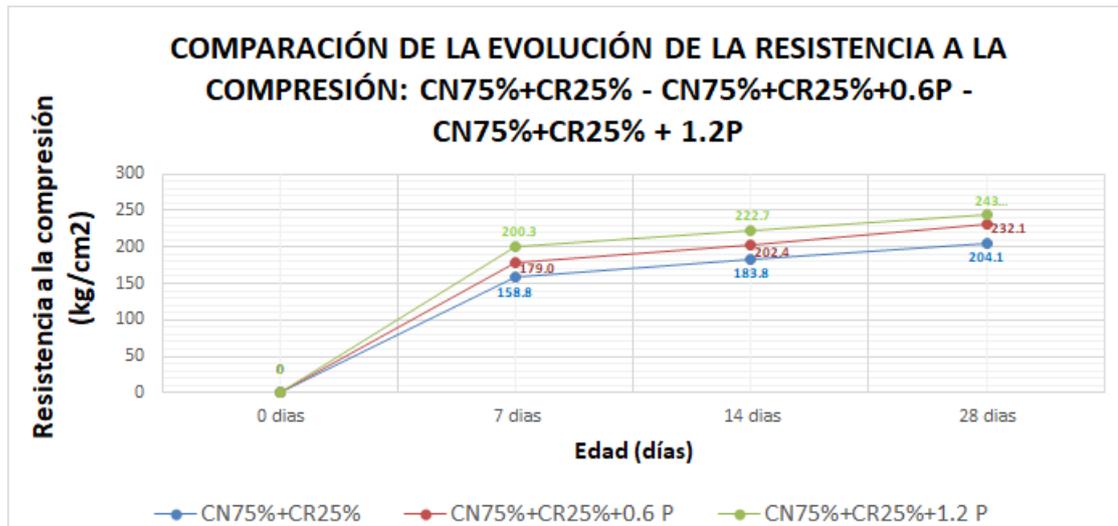


Figura 29. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN75%+CN25% - CN75%+CN25%+0.6P - CN75%+CN25%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Referente a la Figura 29 se puede deducir que, de la comparación entre el concreto CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P y CN75%+CR25%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN75%+CR25%+1.2P, logrando la resistencia a la compresión más alta entre los tres grupos, desarrollando una resistencia promedio de 243.8 kg/cm², además de haber sido curado a una temperatura ambiente de min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.



4.2.1.3 Interpretación de datos: CN50%+CR50% - CN50%+CR50%+0.6P y CN50%+CR50%+1.2P curado a temperatura ambiente.

La resistencia promedio desarrollada por el concreto CN50%+CR50% a los 7 días, alcanza 155.5 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN50%+CR50%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 171.3 kg/cm², siendo 10.21 % mayor con respecto al CN50%+CR50%; así mismo, el concreto CN50%+CR50% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN50%+CR50%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 188.0 kg/cm², siendo 20.93% mayor con respecto al CN50%+CR50%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=3°C, máx.=16°C y promedio=9.8°C.

La resistencia promedio alcanzada por el CN50%+CR50% a los 14 días, alcanza 179.3 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN50%+CR50%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 192.6 kg/cm², siendo 7.38 % mayor con respecto al CN50%+CR50%; así mismo, el concreto CN50%+CR50% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN50%+CR50%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 202.7 kg/cm², siendo 13.01% mayor con respecto al CN50%+CR50%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=3°C, máx.=16°C y promedio=9.8°C.

La resistencia promedio alcanzada por el CN50%+CR50% a los 28 días, alcanza 199.0 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN50%+CR50%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 211.0 kg/cm², siendo 6.03 % mayor con respecto al CN50%+CR50%; así mismo, el concreto CN50%+CR50% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN50%+CR50%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 222.3 kg/cm², siendo 11.73% mayor con respecto al

CN50%+CR50%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y promedio= 9.9°C .

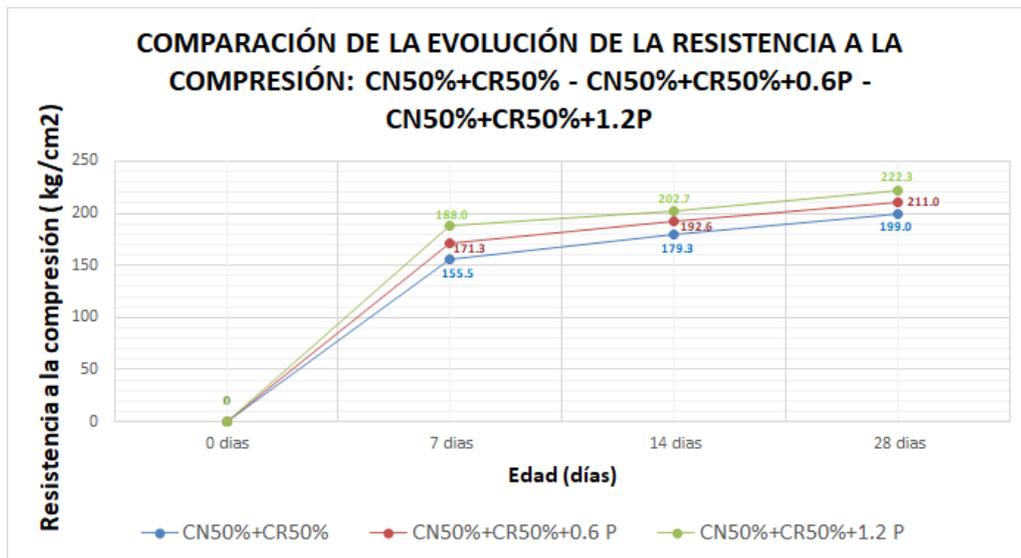


Figura 30. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN50%+CN50% - CN50%+CN50%+0.6P - CN50%+CN50%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la Figura 30 se puede deducir que, de la comparación entre el Concreto CN50%+CR50%, CN50%+CR50%+0.6P y CN50%+CR50%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN50%+CR50%+1.2P, logrando la resistencia a la compresión más alta entre los tres grupos, cuya resistencia promedio es de 222.3 kg/cm², además de haber sido curado a una temperatura ambiente de $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y promedio= 9.9°C .

4.2.1.4 Interpretación de datos: CN25%+CR75% - CN25%+CR75%+0.6P y CN25%+CR75%+1.2P) curado a temperatura ambiente.

La resistencia promedio desarrollada por el CN25%+CR75% a los 7 días, alcanzó 151.5 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³



(CN25%+CR75%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 178.2 kg/cm², siendo 17.63 % mayor con respecto al CN25%+CR75%; así mismo, el concreto CN25%+CR75% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN25%+CR75%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 200.0 kg/cm², siendo 32.04% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=3°C, máx.=18°C y promedio=9.7°C.

La resistencia promedio alcanzada por el CN25%+CR75% a los 14 días, fue de 174.7 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN25%+CR75%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 196.1 kg/cm², siendo 12.21% mayor con respecto al CN25%+CR75%; así mismo, el concreto CN25%+CR75% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN25%+CR75%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 218.0 kg/cm², siendo 24.76% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=3°C, máx.=18°C y promedio=9.7°C.

La resistencia promedio alcanzada por el CN25%+CR75% a los 28 días, fue de 194.3 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CN25%+CR75%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 217.5 kg/cm², siendo 11.92% mayor con respecto al CN25%+CR75%; así mismo, el concreto CN25%+CR75% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CN25%+CR75%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 239.5 kg/cm², siendo 23.22% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

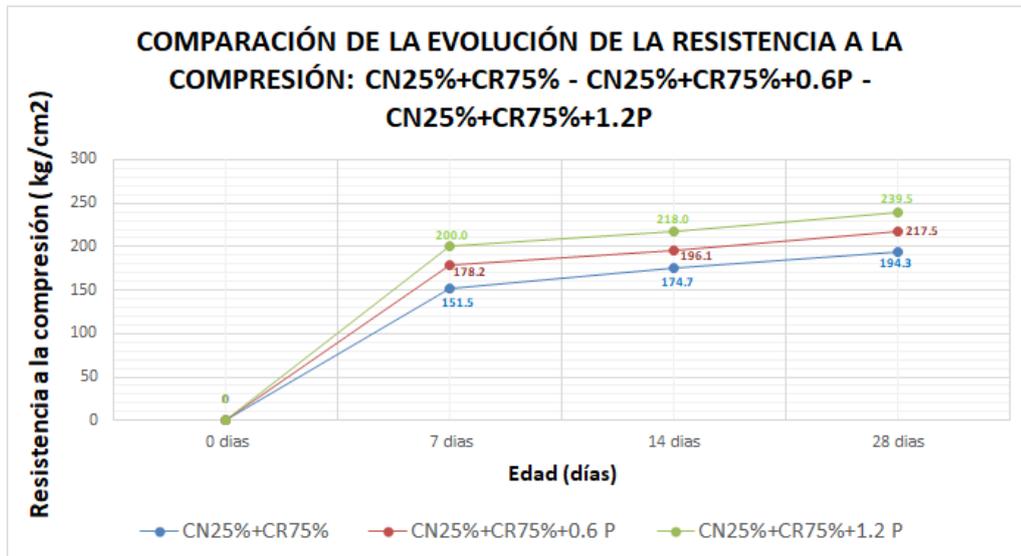


Figura 31. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CN25%+CN75% - CN25%+CN75%+0.6P - CN25%+CN75%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la Figura 31 se puede deducir que, de la comparación entre el Concreto CN25%+CR75%, CN25%+CR75%+0.6P y CN25%+CR75%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN25%+CR75%+1.2P, logrando la resistencia a la compresión más alta entre los tres grupos, alcanzando una resistencia promedio de 239.5 kg/cm², además de haber sido curado a una temperatura ambiente de min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

4.2.1.5 Interpretación de datos: CR100% - CR100%+0.6P y CR100%+1.2P curado a temperatura ambiente.

La resistencia promedio desarrollada por el concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 100% (CR100%) a los 7 días, alcanzó 141.7 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CR100%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 170.6 kg/cm², siendo 20.42% mayor con respecto al CR 100%; así mismo, el concreto CR 100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³



(CR100%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 185.3 kg/cm², siendo 30.82% mayor con respecto al CR 100%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.1°C.

La resistencia promedio alcanzada por el concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 100% (CR100%) a los 14 días, fue de 163.8 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CR100%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 192.1 kg/cm², siendo 17.23% mayor con respecto al CR 100%; así mismo, el concreto CR 100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CR100%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 205.8 kg/cm², siendo 25.62% mayor con respecto al CR 100%, en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.1°C.

La resistencia promedio alcanzada por el concreto elaborado con A.G reciclado al 100% (CR100%) , en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.1°C. a los 28 días, fue de 181.9 kg/cm²; por otro lado, el mismo concreto y a la misma edad añadido con 0.6 kg/m³ (CR100%+0.6P) desarrolló una resistencia promedio de 208.0 kg/cm², siendo 14.35% mayor con respecto al CR 100%; así mismo, el concreto CR 100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ (CR100%+1.2P) desarrolló una resistencia promedio de 221.0 kg/cm², siendo 21.50% mayor con respecto al CR 100%. en todos los casos curado a una temperatura ambiente de min=-2°C, máx.=18°C y promedio=10.2°C.

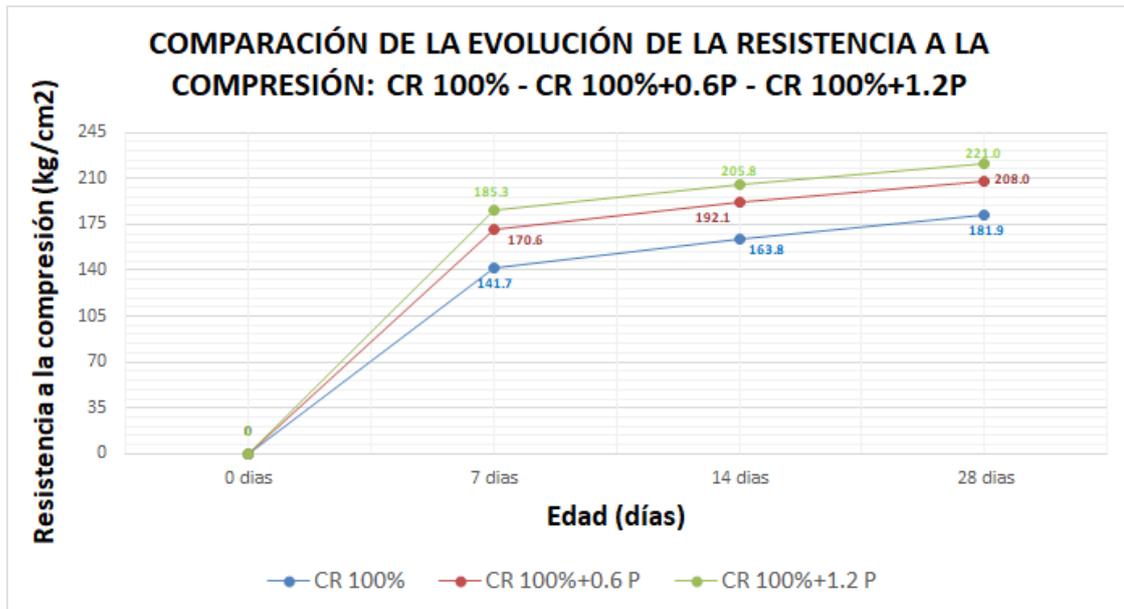


Figura 32. Comparación de la evolución de la resistencia a la compresión CR100%-CR100% + 0.6P – CR100% + 1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la Figura 32 se puede deducir que, de la comparación entre el concreto producido con agregado grueso reciclado al 100% (CR100%), el CR100%+0.6P y CR100%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CR100%+1.2P, logrando la resistencia a la compresión más alta entre los tres grupos, alcanzando una resistencia promedio de 221.0 kg/cm², además de haber sido curado a una temperatura ambiente de min=-2°C, máx.=18°C y promedio=10.2C.

Conclusión parcial: Analizados los datos del ensayo de resistencia a la compresión desarrollados en cada grupo de prueba, se concluye que, de los grupos de prueba sin incorporación de fibras de polipropileno (solo combinación de agregados naturales y reciclado en diferentes proporciones), curado a una temperatura ambiente, el grupo que mayor resistencia alcanza es el CN 100% cumpliendo con la resistencia de diseño, y el CR 100% curado a una temperatura ambiente es el que menor resistencia alcanza, no



cumpliendo con la resistencia de diseño, disminuyendo un 15% de la resistencia con respecto al concreto elaborado con agregado grueso natural al 100%, además de los grupos elaborados con la combinación de ambos agregados, se concluye que al incrementar el agregado grueso reciclado en la mezcla, se presenta una disminución de la resistencia del concreto.

Así mismo, podemos concluir que, la adición de este aditivo en cantidades de 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ y curado a temperatura ambiente, mejoran la resistencia a la compresión en todos los casos que se incorporaron agregado grueso reciclado en 25%, 50% y 75%, desde un 3.7% hasta un 14.4% con respecto a la resistencia desarrollada por el CN100%; además con la adición de estas fibras, el CR 100% +1.2P curado a temperatura ambiente alcanzó $f'_c=221.0$ kg/cm².

Siendo de ese modo, se concluye que, el CR 100% curado a temperatura ambiente no alcanza la resistencia de diseño, no aceptándose la primera hipótesis específica planteada, que indica que la incorporación de agregados reciclados influye de manera positiva sobre las propiedades del concreto de resistencia $f'_c=210$ kg/cm² curado a temperatura ambiente, así mismo, la adición de fibras de polipropileno en cantidades de 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ incide en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado curado del mismo modo, aceptándose así la segunda hipótesis específica planteada.

Finalmente, en cuanto se refiere a la resistencia a la compresión del concreto fabricado con agregado grueso reciclado en 25%, 50%, 75% y 100% incorporado con fibras de polipropileno en 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ curado a temperatura ambiente, podemos concluir que, la combinación óptima fue el CN75%+CR25%+1.2P, debido a que fue el que mayor resistencia a la compresión desarrolló a los 28 días, cuya resistencia



promedio corresponde a 243.8 kg/cm², sin embargo, cabe mencionar que las combinaciones de CN75%+CR25%+0.6P, CN50%+CR50%+0.6P, CN50%+CR50%+1.2P, CN25%+CR75%+0.6P, CN25%+CR75%+1.2P y CR100%+1.2P también superaron la resistencia de diseño 210 kg/cm², alcanzando 232.1 kg/cm², 211.0 kg/cm², 222.3 kg/cm², 217.5 kg/cm², 239.5 kg/cm² y 221.0 kg/cm² respectivamente.

Por otro lado, todos los grupos de control elaborados con agregados reciclados sin incorporación de fibras de polipropileno y curados a temperatura ambiente (CN75%+CR25%, CN50%+CR50%, CN25%+CR75%, CR100%), no alcanzaron la resistencia de diseño 210kg/cm², disminuyendo desde un 2.8% hasta un 13.4% respecto a éste, pues se desarrolló menor resistencia a la compresión a mayor porcentaje de agregado reciclado, siendo no recomendables por no alcanzar la resistencia de diseño requerida.

4.2.2 Tipos de falla presentados en el ensayo de resistencia a la compresión

Las fallas promedio presentadas en las probetas ensayadas a la resistencia a la compresión que fueron curados a temperatura ambiente son del tipo 5 en su mayoría, lo cual implica que se generan concentraciones de esfuerzos ubicados en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga, o por motivos de déficit en el material de refrendado o plato de la máquina de compresión, así mismo por presentarse rugosidades en el plato en el que se realiza la deformación de la placa de carga.

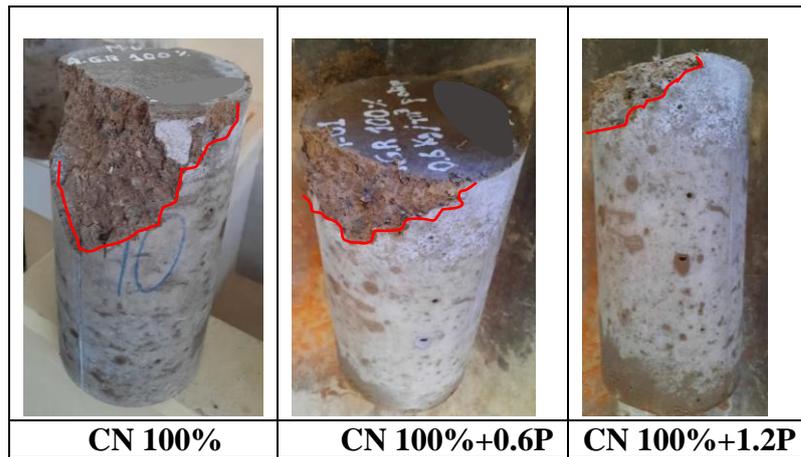


Figura 33. Falla de especímenes elaborados con CN 100%, CN100%+0.6P, CN100%+1.2P curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a los 28 días de edad.

Los especímenes elaborados de manera convencional, sin y con adición de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ curados a temperatura ambiente a los 28 días de edad, presentan un tipo de falla 5, con fracturas en la parte superior, además se puede apreciar en la anterior imagen el agrietamiento y porosidad que se generan en los especímenes, debido a su exposición a ambientes variables, las probetas de éste grupo muestran un nivel muy bueno de conservación al ser sometidas al ensayo a compresión, pues mantienen su forma física y cohesión del concreto.

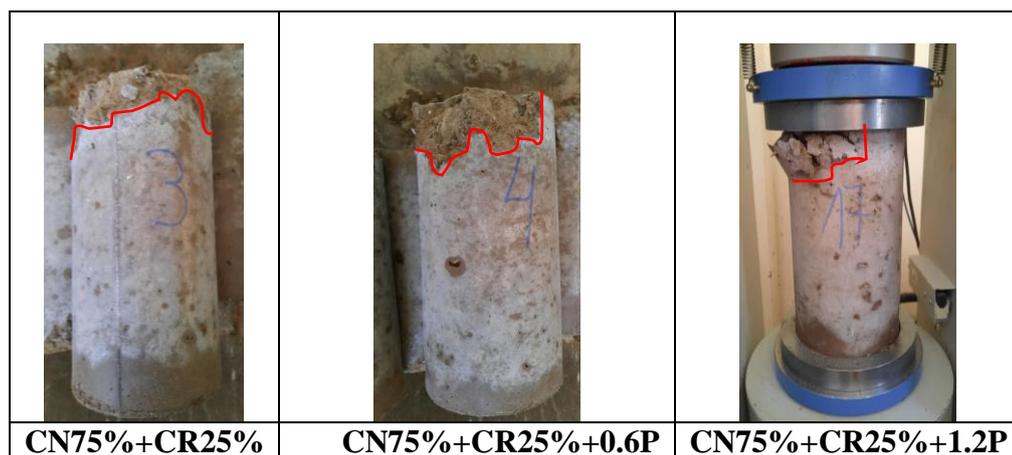


Figura 34. Falla de especímenes elaborados CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P, CN75%+CR25%+1.2P con curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a los 28 días de edad.

Los especímenes de los grupos CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P y CN75%+CR25%+1.2P curados a temperatura ambiente hasta los 28 días, presentan un tipo de falla 5, con fracturas en la parte superior, además se puede apreciar en la anterior imagen el agrietamiento y porosidad que se generan en los especímenes, debido a su exposición a ambientes variables, las probetas de este grupo muestran un nivel muy bueno de conservación al ser sometidas al ensayo a compresión, pues mantienen su forma física y cohesión del concreto.

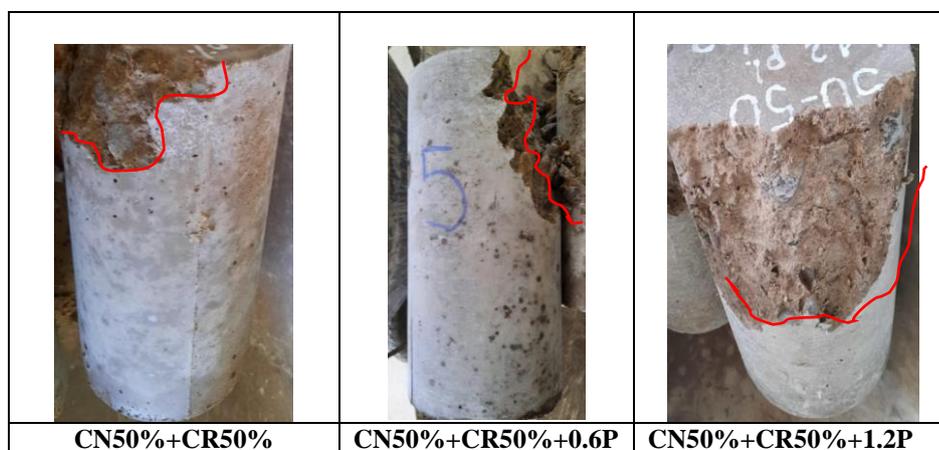


Figura 35. Falla de especímenes elaborados con CN50%+CR50%, CN50%+CR50%+0.6P, CN50%+CR50%+1.2P curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a los 28 días de edad.

Los especímenes correspondientes a los grupos CN50%+CR50%, CN50%+CR50%+0.6P y CN50%+CR50%+1.2P curados a temperatura ambiente a los 28 días, presentan un tipo de falla 5, la falla termina en la mitad de la probeta aproximadamente añadido de un desprendimiento de concreto en la parte superior de la probeta, además se puede apreciar en la anterior imagen el agrietamiento y porosidad, debido a su exposición a ambientes variables, las probetas de este grupo muestran un nivel bueno de conservación al ser sometidas al ensayo a compresión, pues mantienen su forma física y cohesión del concreto.

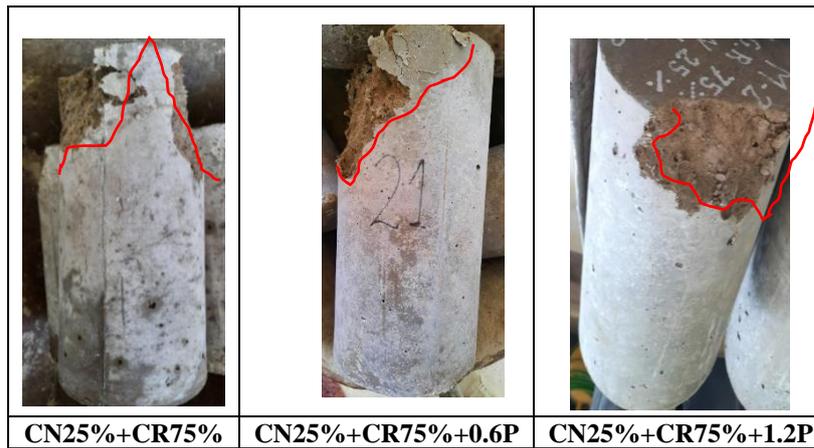


Figura 36. Falla de especímenes elaborados con CN25%+CR75%, CN25%+CR75%+0.6P, CN25%+CR75%+1.2P curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a los 28 días de edad.

Los especímenes correspondientes a los grupos CN25%+CR75%, CN25%+CR75%+0.6P y CN25%+CR75%+1.2P curados a temperatura ambiente a los 28 días, presentan fracturas en la parte superior, evidenciando un tipo de falla 6 en el primer caso y un tipo de falla 5 en el segundo y tercer caso, debido a que el ángulo de fractura es inferior a los 45°, así mismo, se puede inferir la existencia de concentraciones de esfuerzos en puntos sobresalientes de las caras de aplicación de carga, pudiendo haberse ocasionado por déficit en el material de cabeceo, además se puede apreciar en la anterior imagen el agrietamiento y porosidad que se producen en los especímenes, debido a que estos se exponen a ambientes variables.

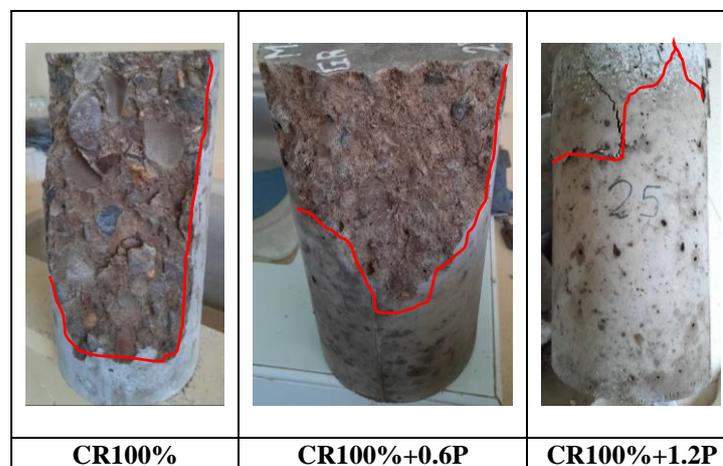


Figura 37. Falla de especímenes elaborados con CR100%, CR100%+0.6P, CR100%+1.2P curados a temperatura ambiente sometidos a compresión a los 28 días.



Los especímenes correspondientes a los grupos de CR100%, CR100%+0.6P y CR100%+1.2P curados a temperatura ambiente a los 28 días de edad, el primer y segundo caso presentan una falla tipo 2 (cónica y dividida), debido a que la forma de las fallas se presenta más crítica, pues se aprecia mayor desprendimiento. Según Park y Paulay (1988) dicho fenómeno, es producido debido a que los especímenes ensayados, no logran absorber la liberación de energía de deformación de la máquina de ensayo al disminuir la carga pasado el esfuerzo máximo, por otro lado, en el tercer caso se aprecia un tipo de falla 6, con fractura en la parte superior, además se puede apreciar en la anterior imagen el agrietamiento y porosidad que se generan en los especímenes, debido a que estos son expuestos a ambientes variables, éste grupo muestra un nivel muy bueno de conservación al ser ensayadas, por mantener su forma física y cohesión del concreto.

En todos los grupos de control se presentaron porosidad en los especímenes por su exposición a ambientes cambiantes, durante el desarrollo de este estudio la temperatura de curado a temperatura ambiente, varió desde -2°C hasta un 18°C , repercutiendo en las propiedades del concreto, pues al someterse a ciclos de congelamiento y viceversa el agua presente en los poros del concreto endurecido durante periodos determinados, este expande su volumen generando grandes esfuerzos de tracción en el concreto, produciendo fractura debido a su baja resistencia a la tracción, lo cual conlleva a generar grietas o fisuras que busca liberar las tensiones que se producen.

En general, las probetas de los grupos de control a los que se incorporó fibras de polipropileno, muestran mayor nivel de conservación, con respecto a pérdida de concreto, cohesión y pérdida de forma original, en relación a los especímenes elaborados sin fibras de polipropileno. Las muestras elaboradas con agregado grueso natural al 100%, muestran fallas más frágiles, por otro lado, a las que se incorporó fibras de polipropileno



presentan una falla dúctil, en el caso de la incorporación de los agregados gruesos reciclados, a mayor cantidad la falla fue más frágil. El nivel de conservación de los especímenes, está en relación al porcentaje de incorporación de dicho aditivo y agregado grueso reciclado en el concreto.

4.2.3 Comparación de la resistencia a la flexión

Obtenido los valores desarrollados del módulo de ruptura “R” para todos los grupos de prueba considerados; se muestra en las Figura 38 y Figura 39, la evolución del módulo de ruptura a los 7, 14 y 28 días, con las combinaciones propuestas: CN100%, CN100%+0.6P, CN100%+1.2P, CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P, CN75%+CR25%+1.2P, CN50%+CR50%, CN50%+CR50%+0.6P, CN50%+CR50%+1.2P, CN25%+CR75%, CN25%+CR75%+0.6P, CN25%+CR75%+1.2P, CR100%, CR100%+0.6P y CR100%+1.2P, en todos los casos curados a temperatura ambiente.

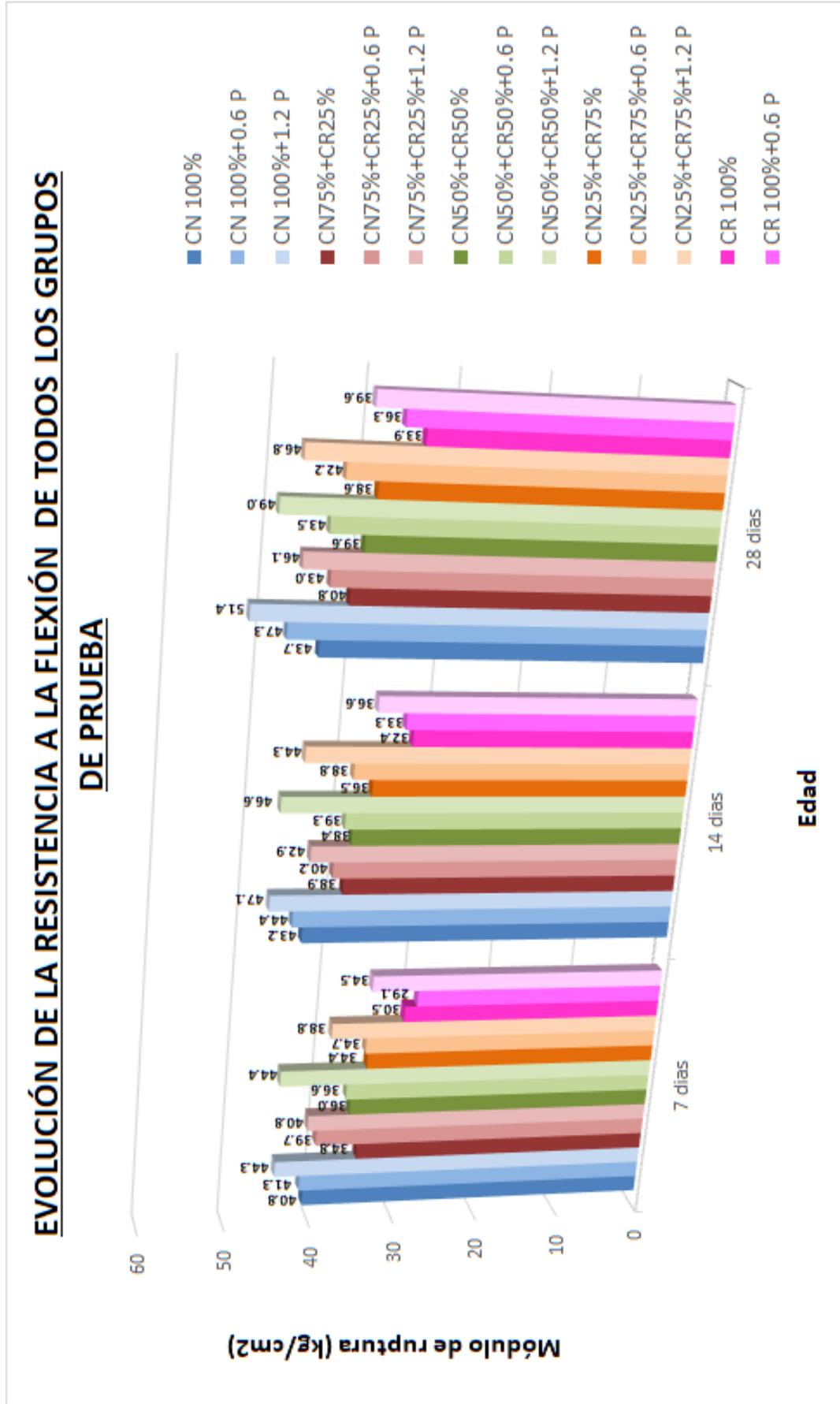


Figura 38. Evolución de la resistencia a la flexión de todos los grupos de control propuestos curados a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

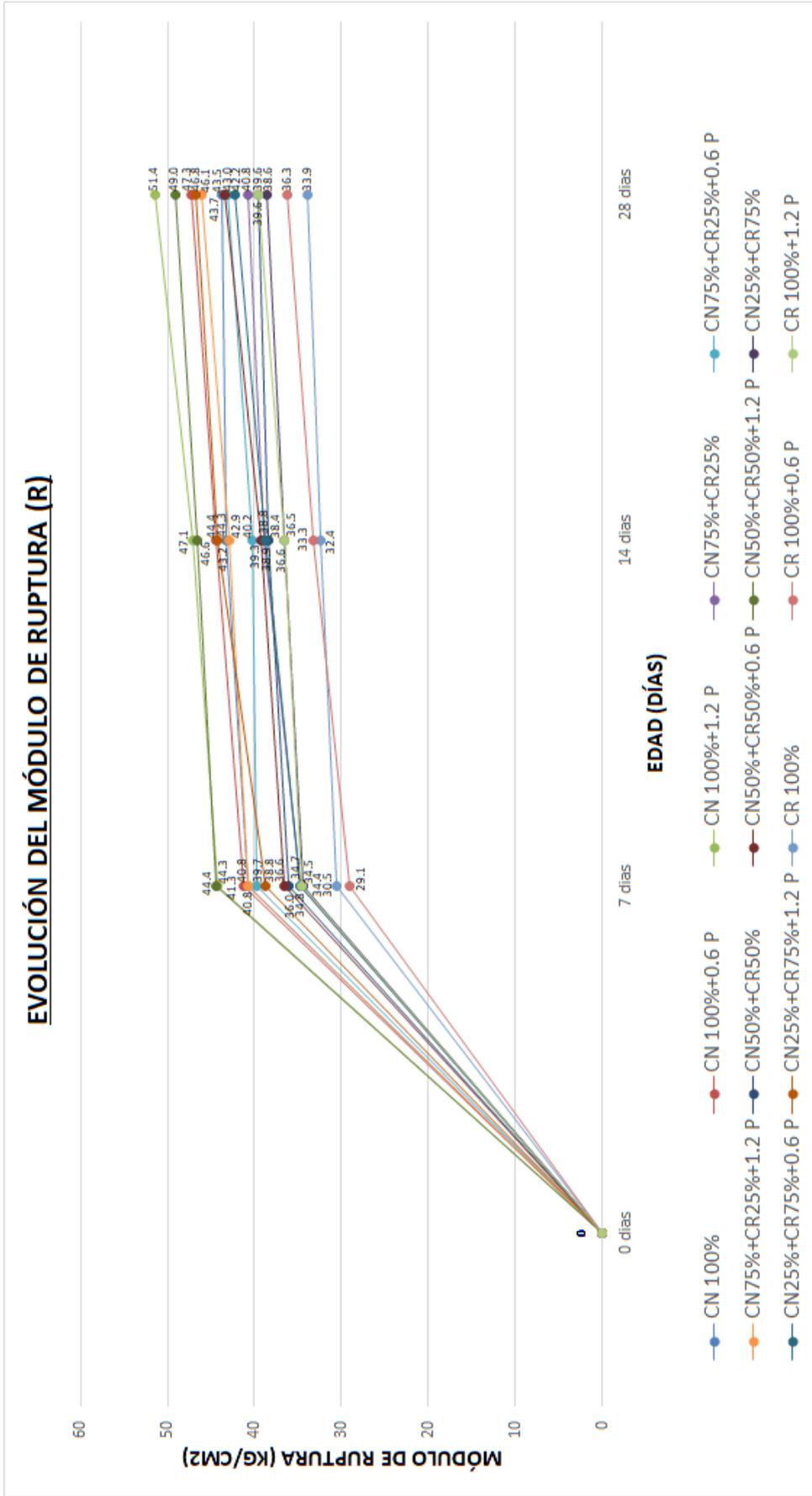


Figura 39. Curvas de evolución de la resistencia a la flexión para los grupos de prueba propuestos curados a temperatura ambiente.
FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.



En base a la Figura 38 y Figura 39, podemos apreciar que, el concreto fabricado con agregado grueso natural al 100% (CN100%), curado a una temperatura ambiente $\text{min}=3^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=10.4^{\circ}\text{C}$ a los 28 días alcanza un módulo de ruptura de 43.7 kg/cm^2 , así también es propicio afirmar que los especímenes (prismáticos) correspondientes a los grupos CN100%+0.6P y CN100%+1.2P curados a la misma temperatura ambiente, el módulo de ruptura (R) alcanzado a los 28 días fueron superiores a comparación de los que no llevan fibras.

Así mismo, el concreto fabricado con A.G reciclado al 100% (CR100%) curado a una temperatura ambiente $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=10.2^{\circ}\text{C}$ a los 28 días alcanza un módulo de ruptura (R) de 33.9 kg/cm^2 , así mismo, para el caso de las probetas (prismáticas) correspondientes a los grupos CR100%+0.6P y CR100%+1.2P, el módulo de ruptura desarrollado a los 28 días fueron superiores en comparación de los que no llevan fibras.

En referencia a los grupos con combinaciones de los a.g naturales y reciclados en porcentajes de: CN75%+CR25%, CN50%+CR50% y CN25%+CR75%, curados a una temperatura ambiente $\text{min}=-2^{\circ}\text{C}$, $\text{máx.}=18^{\circ}\text{C}$ y $\text{promedio}=9.8^{\circ}\text{C}$, el módulo de ruptura fue disminuyendo a medida que el agregado grueso reciclado aumentaba, sin embargo, con la incorporación de fibras de polipropileno para los casos antes mencionados, hubo una compensación debido a que la adición de fibras aumentaba el módulo de ruptura.

4.2.3.1 Interpretación de datos: CN100% - CN 100%+0.6P y CN 100%+1.2P curados a temperatura ambiente.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto producido con agregado grueso natural al 100% (CN 100%) a los 7 días, corresponde a 40.8 kg/cm^2 ; por otro lado el CN100%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 41.3 kg/cm^2 ,



siendo 1.30% mayor con respecto al CN100%; así mismo, el concreto CN100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de dicho aditivo (CN100%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 44.3 kg/cm², siendo 8.51% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.5°C.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 100% (CN 100%) a los 14 días, corresponde a 43.2 kg/cm²; por otro lado el CN100%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 44.4 kg/cm², siendo 2.75% mayor con respecto al CN100%; así mismo, el concreto CN100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN100%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 47.1 kg/cm², siendo 8.95% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.5°C.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 100% (CN 100%) a los 28 días, corresponde a 43.7 kg/cm²; por otro lado el CN100%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 47.3 kg/cm², siendo 8.39% mayor con respecto al CN100%; así mismo, el concreto CN100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN100%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 51.4 kg/cm², siendo 17.76% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=18°C y promedio=10.3°C.

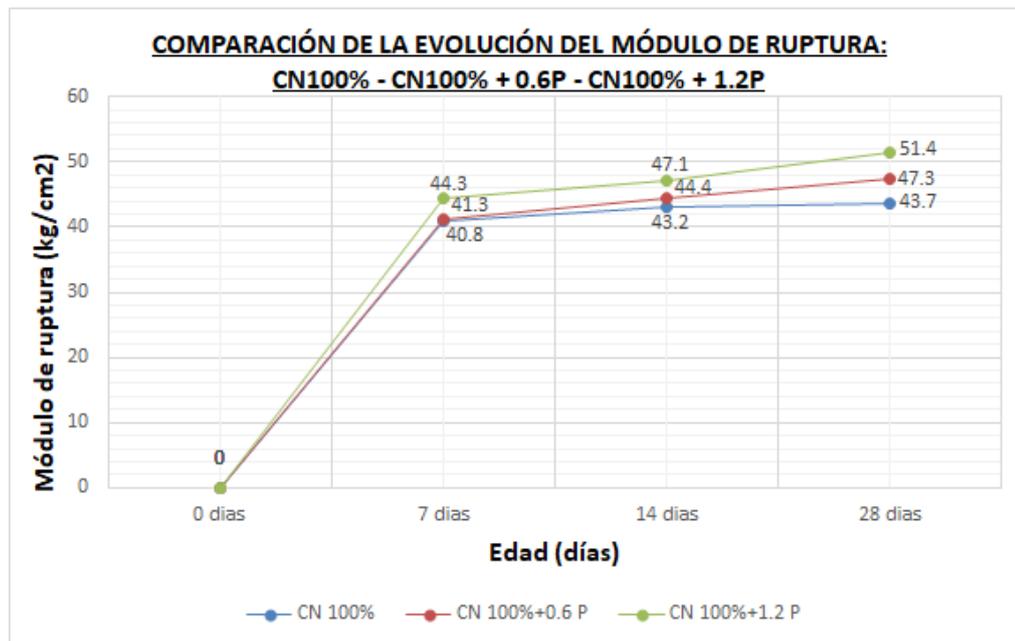


Figura 40. Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN100% - CN100%+0.6P - CN100%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la Figura 40 se puede deducir que, de la comparación entre el CN100%), CN 100%+0.6P y CN 100%+1.2P curados a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN100%+1.2P, logrando el módulo de ruptura (R) más alta entre los tres grupos, con un módulo de ruptura promedio de 51.4 kg/cm², siendo 17.76% mayor con respecto al CN 100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=18°C y promedio=10.3°C.

4.2.3.2 Interpretación de datos: CN75%+CR25% - CN75%+CR25%+0.6P y CN75%+CR25%+1.2P curados a temperatura ambiente.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 75% + agregado grueso reciclado al 25% (CN75%+CR25%) a los 7 días, corresponde a 34.8 kg/cm²; por otro lado el CN75%+CR25%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 39.7 kg/cm², siendo 14.18% mayor con



respecto al CN75%+CR25%; así mismo, el concreto CN75%+CR25% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo(CN75%+CR25%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 40.8 kg/cm², siendo 17.29% mayor con respecto al CN75%+CR25%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=16°C y promedio=9.8°C.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 75% + agregado grueso reciclado al 25% (CN75%+CR25%) a los 14 días, corresponde a 38.9 kg/cm²; por otro lado el CN75%+CR25%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 40.2 kg/cm², siendo 3.29% mayor con respecto al CN75%+CR25%; así mismo, el concreto CN75%+CR25% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN75%+CR25%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 42.9 kg/cm², siendo 10.15% mayor con respecto al CN75%+CR25%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=16°C y promedio=9.8°C.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso natural al 75% + agregado grueso reciclado al 25% (CN75%+CR25%) a los 28 días, es de 40.8 kg/cm²; por otro lado el CN75%+CR25%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 43.0 kg/cm², siendo 5.45% mayor con respecto al CN75%+CR25%; así mismo, el concreto CN75%+CR25% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN75%+CR25%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 46.1 kg/cm², siendo 13.08% mayor con respecto al CN75%+CR25%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

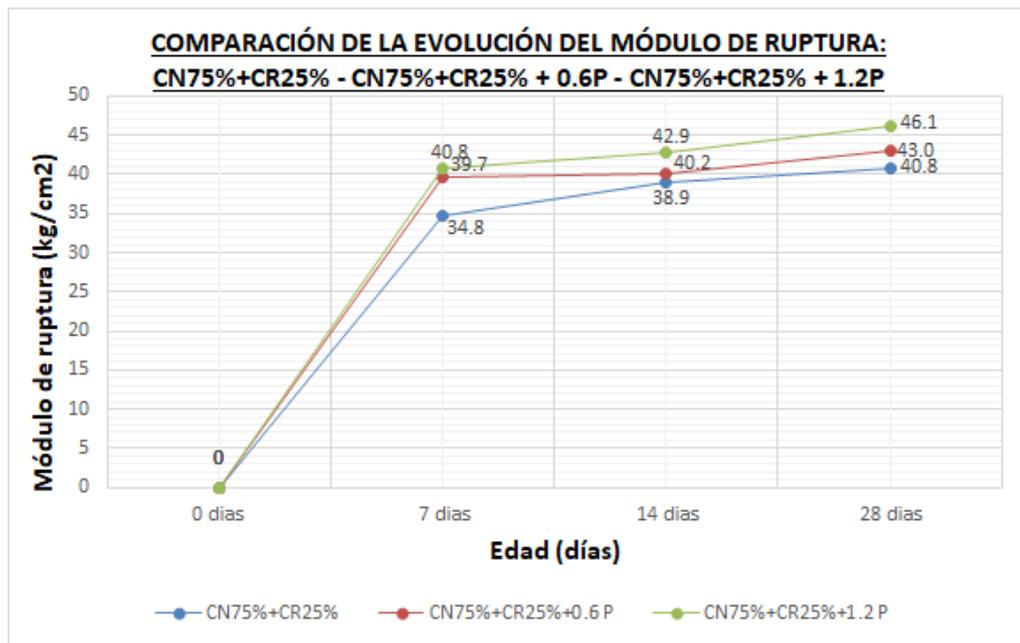


Figura 41. Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN75%+CR25% - CN75%+CR25%+0.6P - CN75%+CR25%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la figura 41 se puede deducir que, de la comparación entre el CN75%+CR25%, CN75%+CR25%+0.6P y CN75%+CR25%+1.2P curados a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN75%+CR25%+1.2P, desarrollando el módulo de ruptura (R) más alto entre los tres grupos, con un módulo de ruptura promedio de 46.1 kg/cm², siendo 13.08% mayor con respecto al CN75%+CR25%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

4.2.3.3 Interpretación de datos: CN50%+CR50% - CN50%+CR50%+0.6P y CN50%+CR50%+1.2P curado a temperatura ambiente.

El módulo de ruptura (R) promedio desarrollado por CN50%+CR50% a los 7 días, corresponde a 36.0 kg/cm²; por otro lado el CN50%+CR50%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 36.6 kg/cm², siendo 1.45% mayor con respecto al



CN50%+CR50%; así mismo, el concreto CN50%+CR50% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN50%+CR50%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 44.4 kg/cm², siendo 23.18% mayor con respecto al CN50%+CR50%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

El módulo de ruptura (R) promedio desarrollado por el CN50%+CR50% a los 14 días, corresponde a 38.4 kg/cm²; por otro lado el CN50%+CR50%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 39.3 kg/cm², siendo 2.32% mayor con respecto al CN50%+CR50%; así mismo, el concreto CN50%+CR50% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN50%+CR50%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 46.6 kg/cm², siendo 21.38% mayor con respecto al CN50%+CR50%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

El módulo de ruptura (R) promedio desarrollado por el CN50%+CR50% a los 28 días, corresponde a 39.6 kg/cm²; por otro lado el CN50%+CR50%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 43.5 kg/cm², siendo 9.76% mayor con respecto al CN50%+CR50%; así mismo, el concreto CN50%+CR50% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN50%+CR50%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 49.0 kg/cm², siendo 23.74% mayor con respecto al CN50%+CR50%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.9°C.

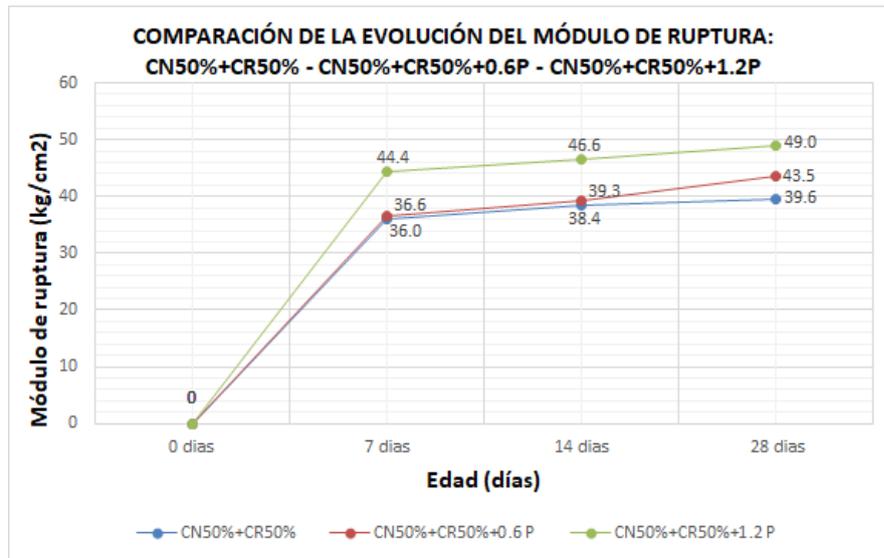


Figura 42. Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN50%+CR50% - CN50%+CR50%+0.6P - CN50%+CR50%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a la Figura 42 se puede deducir que, de la comparación entre el CN50%+CR50%, CN50%+CR50%+0.6P y CN50%+CR50%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN50%+CR50%+1.2P, desarrollando el módulo de ruptura (R) más alta entre los tres grupos, con un módulo de ruptura promedio de 49.0 kg/cm², siendo 23.74% mayor con respecto al CN50%+CR50%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.9°C.

4.2.3.4 Interpretación de datos: CN25%+CR75% - CN25%+CR75%+0.6P y CN25%+CR75%+1.2P curado a temperatura ambiente.

El módulo de ruptura (R) promedio desarrollado por el CN25%+CR75% a los 7 días, corresponde a 34.4 kg/cm²; por otro lado el CN25%+CR75%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 34.7 kg/cm², siendo 0.87% mayor con respecto al CN25%+CR75%; así mismo, el concreto CN25%+CR75% y a la misma edad añadido



con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN25%+CR75%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 38.8 kg/cm², siendo 12.79% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=18°C y promedio=9.7°C.

El módulo de ruptura (R) promedio desarrollado por el CN25%+CR75% a los 14 días, corresponde a 36.5 kg/cm²; por otro lado el CN25%+CR75%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 38.8 kg/cm², siendo 6.05% mayor con respecto al CN25%+CR75%; así mismo, el concreto CN25%+CR75% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN25%+CR75%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 44.3 kg/cm², siendo 21.18% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=3°C, máx.=18°C y promedio=9.7°C.

El módulo de ruptura (R) promedio desarrollado por el CN25%+CR75% a los 28 días, corresponde a 38.6 kg/cm²; por otro lado el CN25%+CR75%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 42.2 kg/cm², siendo 9.23% mayor con respecto al CN25%+CR75%; así mismo, el concreto CN25%+CR75% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CN25%+CR75%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 46.8 kg/cm², siendo 21.00% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

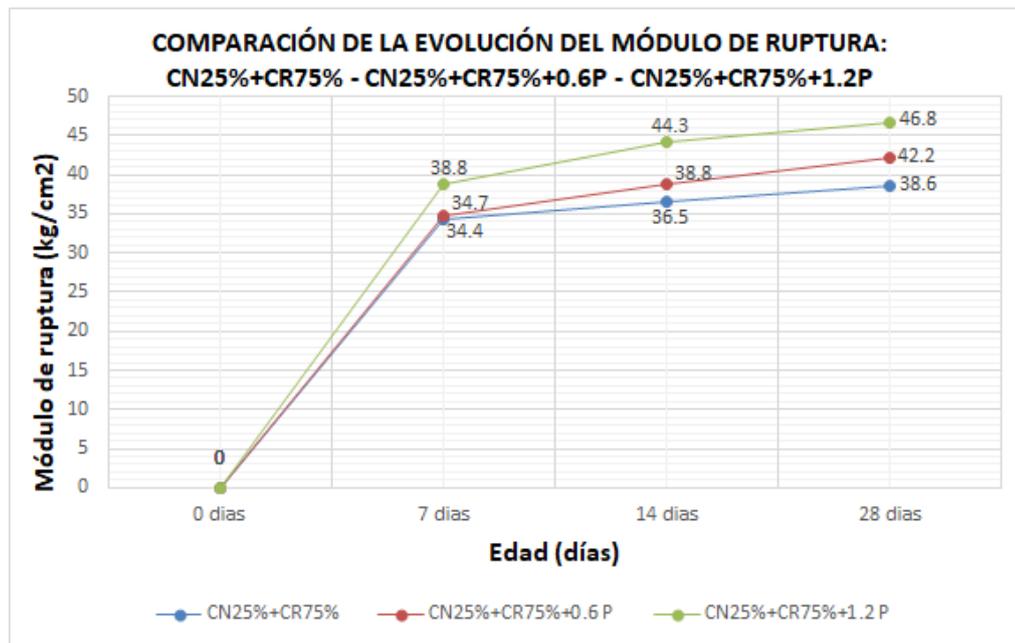


Figura 43. Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CN25%+CR75% - CN25%+CR75%+0.6P - CN25%+CR75%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

En base a la Figura 43 se puede deducir que, de la comparación entre el CN25%+CR75%, CN25%+CR75%+0.6P y CN25%+CR75%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CN25%+CR75%+1.2P, logrando la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) más alta entre los tres grupos, con un módulo de ruptura promedio de 46.8 kg/cm², siendo 21.00% mayor con respecto al CN25%+CR75%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=9.8°C.

4.2.3.5 Interpretación de datos: CR100% - CR100%+0.6P y CR100%+1.2P curado a temperatura ambiente.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso reciclado al 100% (CR100%) a los 7 días, corresponde a 30.5 kg/cm²; por otro lado el CR100%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 29.1



kg/cm², siendo 4.56% menor con respecto al CR100%; así mismo, el concreto CR100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CR100%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 34.5 kg/cm², siendo 13.10% mayor con respecto al CR100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.1°C.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso reciclado al 100% (CR100%) a los 14 días, corresponde a 32.4 kg/cm²; por otro lado el CR100%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 33.3 kg/cm², siendo 2.74% mayor con respecto al CR100%; así mismo, el concreto CR100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CR100%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 36.6 kg/cm², siendo 12.92% mayor con respecto al CR100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=5°C, máx.=18°C y promedio=10.1°C.

El módulo de ruptura (R) promedio alcanzado por el concreto fabricado con agregado grueso reciclado al 100% (CR100%) a los 28 días, corresponde a 33.9 kg/cm²; por otro lado el CR100%+0.6P desarrolló un módulo de ruptura promedio de 36.3 kg/cm², siendo 6.91% mayor con respecto al CR100%; así mismo, el concreto CR100% y a la misma edad añadido con 1.2 kg/m³ de este aditivo (CR100%+1.2P) desarrolló un módulo de ruptura promedio de 39.6 kg/cm², siendo 16.82% mayor con respecto al CR100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=10.2°C.

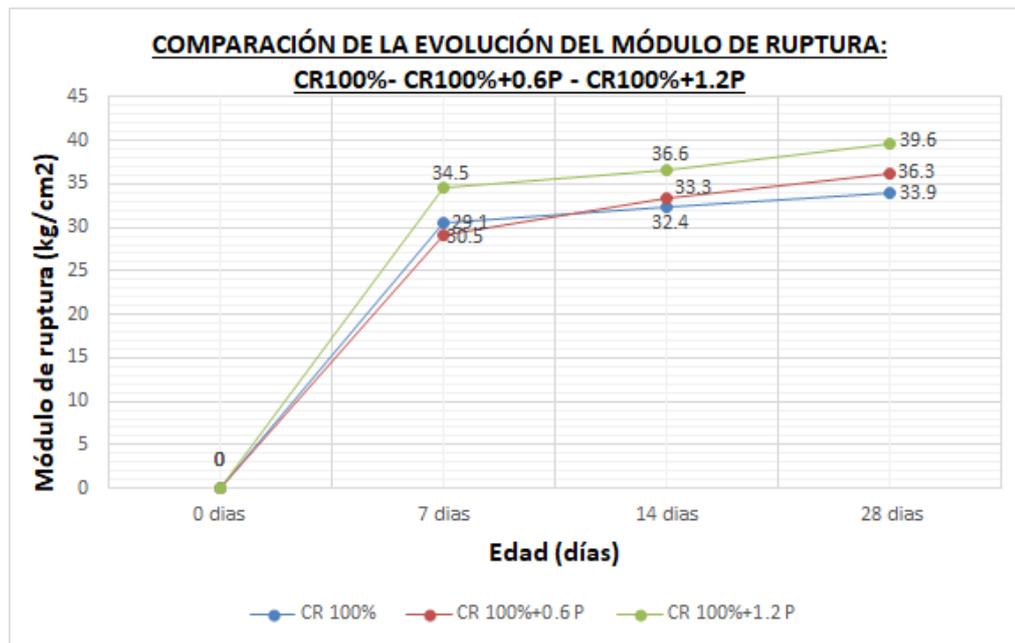


Figura 44. Comparación de la evolución de la resistencia a la flexión CR100% - CR100%+0.6P – CR100%+1.2P curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

De acuerdo a la Figura 44 se puede deducir que, de la comparación entre el CR100%, CR100%+0.6P y CR100%+1.2P curado a temperatura ambiente a los 28 días de edad, la proporción óptima es el CR100%+1.2P, desarrollando el módulo de ruptura (R) más alto entre los tres grupos, con un módulo de ruptura promedio de 39.6 kg/cm², siendo 16.82% mayor con respecto al CR100%, en todos los casos curados a una temperatura ambiente min=-2°C, máx.=18°C y promedio=10.2°C.

Conclusión parcial: Analizados los resultados del ensayo de resistencia a la flexión para cada grupo de prueba, se concluye que, de los grupos de prueba sin incorporación de fibras de polipropileno (solo combinación de agregados naturales y reciclado en diferentes proporciones) y curados a temperatura ambiente, el concreto fabricado con A.G natural al 100% es el que mayor módulo de ruptura alcanza y el concreto elaborado con A.G reciclado al 100% presenta una menor resistencia a la flexión, disminuyendo un 22.41% el módulo de ruptura con respecto al concreto elaborado con agregado grueso



natural al 100%, además de los grupos elaborados con la combinación de agregado grueso natural y reciclado, se concluye que a mayor proporción de agregado grueso reciclado, menor es el módulo de ruptura desarrollado por el concreto.

De acuerdo a los datos obtenidos, se concluye que, la incorporación de fibras de polipropileno en proporciones de 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ y curado a temperatura ambiente a los 28 días, mejoran el desarrollo de la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) en todos los grupos de prueba, desde un 5.56% hasta un 17.62% con respecto a la resistencia desarrollada por el concreto fabricado con A.G natural al 100% y A.F natural (CN100%).

Por ende, al añadir fibras de polipropileno en cantidades de 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ se presenta un claro incremento en la resistencia a la flexión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con a.g reciclado curado a temperatura ambiente, aceptándose así la tercera hipótesis específica.

Finalmente, respecto a la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) del concreto elaborado con agregado grueso reciclado en 25%, 50%, 75% y 100% incorporado con fibras de polipropileno en cantidades de 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ curado a temperatura ambiente, podemos concluir que, la combinación más óptima fue el concreto elaborado con 50% de A. natural y 50% de A. reciclado añadido con 1.2 kg/m³ de fibras (CN50%+CR50%+1.2P), debido a que fue el que mayor resistencia a la flexión (módulo de ruptura) desarrolló a los 28 días, alcanzando una resistencia promedio de 49.0 kg-f/cm².

Así mismo, todos los grupos de control elaborados con agregados reciclados sin incorporación de fibras de polipropileno y curados a temperatura ambiente (CN75%+CR25%, CN50%+CR50%, CN25%+CR75%, CR100%), fueron los que menor resistencia a la flexión (módulo de ruptura) alcanzaron, disminuyendo desde un 6.6%

hasta un 22.4% en comparación al concreto convencional (CN100%), siendo el caso del concreto elaborado con a.g reciclado al 100% (CR100%) el inferior, de ese modo no siendo recomendables su aplicación sin el aditivo en consideración por disminuir la resistencia a la flexión (módulo de ruptura) de manera considerable con respecto a un concreto convencional (CN100%).

4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Consistió en la obtención del coeficiente de variación y la desviación estándar para cada grupo de prueba de la presente investigación, en nuestro caso tres por grupo, seguidamente se evaluará los parámetros estadísticos según lo establecido en la Tabla 33.

Tabla 33: Valores de dispersión en el control de concreto.

DISPERSIÓN TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (kg/cm ²)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
CONCRETO EN OBRA	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
CONCRETO EN LABORATORIO	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6

DISPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
CONCRETO EN OBRA	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
CONCRETO EN LABORATORIO	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

FUENTE: Extraído de (Pasquel Carvajal, 1999)

Los datos de resistencia a la compresión y flexión fueron obtenidos de los datos registrados en el laboratorio que se verifican en el ANEXO 8 y ANEXO 9 respectivamente, la cantidad de especímenes para cada grupo de control fueron de tres a los 28 días de edad.

En base a los datos obtenidos (ANEXO 10), se tienen las siguientes interpretaciones del coeficiente de variación y desviación estándar de los grupos de prueba sometidos al ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, presentadas en la Tabla 34.

Tabla 34: Interpretación del coeficiente de variación y desviación estándar de los diferentes grupos de control sometidos al ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE CONTROL	INTERPRETACIÓN
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN100% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 0.47 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN100%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 0.90 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN100%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 0.43 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN75%+CR25% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 3.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.46 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN75%+CR25%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 0.86 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal de escasa dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN75%+CR25%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 3.46 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.46 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del Concreto CN50%+CR50% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.01 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal de escasa dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN50%+CR50%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.31 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.09 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal de escasa dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN50%+CR50%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.31 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.04 se considera excelente, debido a que está por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal de escasa dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN25%+CR75% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 4.62 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 2.36 se considera muy bueno, debido a que se encuentra en un rango de 2.0 a 3.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coeficiente de variación y desviación estándar del CN25%+CR75%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 5.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 2.29 se considera muy bueno, debido a que se encuentra en un rango de 2.0 a 3.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.

“...continuación”.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE CONTROL	INTERPRETACIÓN
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN25%+CR75%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 3.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.25 se considera excelente, debido a que se encuentra por muy debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CR100% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.10 se considera excelente, debido a que se encuentra por muy debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CR100%+ 0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 3.46 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación que corresponde a 1.66 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CR100%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 0.90 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Así mismo se tienen las siguientes interpretaciones para cada grupo de control a los 28 días de curado, presentadas en la Tabla 35, para el caso del ensayo de resistencia a la flexión.

Tabla 35: Interpretación del coeficiente de variación y desviación estándar de los diferentes grupos de control sometidos al ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días de edad.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE CONTROL	INTERPRETACIÓN
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN100% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.58 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.32 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN100%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 3.00 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 6.19 se considera deficiente, debido a que sobrepasa 6.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN100%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.15 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 2.24 se considera muy bueno, debido a que se encuentra en un rango de 2.0 a 3.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con mínima dispersión.



“...continuación”.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE CONTROL	INTERPRETACIÓN
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN75%+CR25% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.29 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 0.71 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN75%+CR25%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.15 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 2.68 se considera muy bueno, debido a que se encuentra en un rango de 2.0 a 3.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN75%+CR25%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	Interpretación: De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 2.17 se considera muy bueno, debido a que se encuentra en un rango de 2.0 a 3.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del Concreto CN50%+CR50% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.29 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 0.73 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN50%+CR50%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 2.0 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 4.62 se considera suficiente, debido a que se encuentra en un rango de 4.0 a 5.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN50%+CR50%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.58 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.17 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN25%+CR75% –28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.58 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.49 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN25%+CR75%+0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.15 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 2.74 se considera muy bueno, debido a que se encuentra en un rango de 2.0 a 3.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CN25%+CR75%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.58 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.23 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CR100% – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.58 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.69 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.
Coefficiente de variación y desviación estándar del CR100%+ 0.6P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 1.15 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 3.18 se considera bueno, debido a que se encuentra en un rango de 3.0 a 4.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.



“...continuación”.

DESCRIPCIÓN DEL GRUPO DE CONTROL	INTERPRETACIÓN
Coefficiente de variación y desviación estándar del CR100%+1.2P – 28 días curado a temperatura ambiente.	De acuerdo a los datos obtenidos, para el presente grupo de control se califica la desviación estándar como excelente debido a que 0.58 es inferior a 14.1, y el coeficiente de variación correspondiente a 1.44 se considera excelente, debido a que se encuentra por debajo de 2.0. Así mismo, según la Campana de Gauss, se infiere que los resultados se adecúan a una distribución normal con escasa dispersión.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.4 PRUEBA DE HIPÓTESIS

El objetivo de esta prueba es demostrar si las fibras de polipropileno influyen de manera positiva o negativa sobre las propiedades del concreto elaborados con reemplazo de agregado grueso reciclado en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% curados a temperatura ambiente, conociéndose en base a los datos registrados en el laboratorio, para dicho fin se realizará la comparación de cada grupo de control a los 28 días con referencia al concreto convencional (CN100%).

En base a los datos obtenidos (ANEXO 11), se tiene las interpretaciones y conclusiones de las hipótesis nulas, hipótesis alternas y las conclusiones para cada grupo de control transcurridos los 28 días, presentadas en la Tabla 36 en caso del ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 36: Resumen de la prueba de hipótesis de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días.

	Hipótesis Nula	Hipótesis alterna	Est.pr ueba	Conclusión
CN100%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 6.04	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN100% curado a temperatura ambiente.
CN100%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 20.82	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN100% curado a temperatura ambiente.
CN75%+CR25%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=4.7 7	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CN75%+CR25%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 14.69	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.
CN75%+CR25%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 14.65	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.
CN50%+CR50%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=11. 23	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CN50%+CR50%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Zo=1.4 9	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.

“...continuación”.

	Hipótesis Nula	Hipótesis alterna	Est.pr ueba	Conclusión
CN50%+CR50%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 6.08	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.
CN25%+CR75%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=6.6 6	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CN25%+CR75%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 1.53	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.
CN25%+CR75%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 14.79	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.
CR 100%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=24. 24	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CR100%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Zo=2.4 0	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CR100% curado a temperatura ambiente.
CR100%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Zo=- 5.81	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la compresión del CR100% curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

Por otro lado, se tiene las interpretaciones y conclusiones de las hipótesis nulas, hipótesis alternas y las conclusiones para cada grupo de control transcurridos los 28 días, presentadas en la Tabla 37 en caso del ensayo de resistencia a la flexión.

Tabla 37: Resumen de la prueba de hipótesis de los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días.

	Hipótesis Nula	Hipótesis alterna	Est. prueba	Conclusión
CN100%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Zo=-2.65	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN100% curado a temperatura ambiente.
CN100%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN100% curado a temperatura ambiente.	Zo=-10.41	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN100% curado a temperatura ambiente.
CN75%+CR25%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=18.53	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CN75%+CR25%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Zo=6.37	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.
CN75%+CR25%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.	Zo=2.49	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN75%+CR25% curado a temperatura ambiente.
CN50%+CR50%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=21.88	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.

“...continuación”.

	Hipótesis Nula	Hipótesis alterna	Est.pru eba	Conclusión
CN50%+CR50%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Zo=3.73	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.
CN50%+CR50%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.	Zo=-3.54	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN50%+CR50% curado a temperatura ambiente.
CN25%+CR75%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=19.36	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CN25%+CR75%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Zo=7.47	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.
CN25%+CR75%+1.2P	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.	Zo=2.07	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CN25%+CR75% curado a temperatura ambiente.
CR 100%	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% del total, a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.	Zo=29.08	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% del total, a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² curado a temperatura ambiente.
CR100%+0.6P	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Zo=15.47	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CR100% curado a temperatura ambiente.



“...continuación”.

Hipótesis Nula	Hipótesis alterna	Est.pru eba	Conclusión
CR100%+1.2P Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días INCREMENTA la resistencia a la flexión del CR100% curado a temperatura ambiente.	Z _o =16.48	Teniendo 0.05 y 95% de nivel de significancia y confiabilidad respectivamente; se concluye que: Incorporar fibras de polipropileno (1.2 kg/m ³), a los 28 días NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del CR100% curado a temperatura ambiente.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo.

V. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIÓN GENERAL

Al incorporar fibras de polipropileno (0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³) en el concreto fabricado con agregado grueso reciclado curado a temperatura ambiente (-2°C hasta 18°C) a los 28 días de edad, tiene un efecto positivo en el desarrollo de la resistencia a la compresión, pues estas incrementan hasta un 14.3% y 23.3% respectivamente en referencia a los grupos que no contienen dichas fibras.

Respecto a la resistencia a la flexión (módulo de ruptura), se concluye que, la adición de este aditivo (0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³) en el concreto fabricado con agregado grueso reciclado curado a temperatura ambiente (-2°C hasta 18°C) a los 28 días de edad, tiene un efecto positivo sobre este, pues dicha resistencia incrementa hasta un 9.8% y 23.7% respectivamente en referencia a los grupos que no contienen dichas fibras.

Por otro lado, dichas fibras tienen un efecto negativo en cuanto a la trabajabilidad, pues la disminuyen de acuerdo a la cantidad que se incorpora, añadido a ello la disminución de trabajabilidad que proporciona la incorporación de agregado grueso reciclado, pues a mayor cuantía de fibra y agregado reciclado la mezcla fue menos trabajable, siendo el único caso que logró un asentamiento de 3.15” (trabajable) el CN75%+CR25%, en los demás grupos de control llegaron menos de 3”, siendo el caso extremo el CR100%+1.2P que tuvo un asentamiento de 1.09” que es considerada poco trabajable.

5.2 CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Al incorporar fibras de polipropileno al concreto elaborado con agregado grueso reciclado y curado a temperatura ambiente (-2°C hasta 18°C), este aditivo tuvo un efecto positivo en el desarrollo de la resistencia a la compresión a los 28 días, pues al añadirlo en una cantidad de 0.6 kg/m^3 en el concreto elaborado con agregado grueso reciclado en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%, las resistencias a la compresión incrementan en 13.7%, 6%, 11.9% y 14.3% respectivamente en referencia a los grupos que no contienen dichas fibras, y al incorporarlo en una proporción de 1.2 kg/m^3 , las resistencias a la compresión incrementan en 19.5%, 11.7%, 23.3% y 21.5% respectivamente en referencia a los grupos que no contienen dichas fibra, así mismo, podemos concluir que, la combinación más óptima fue el CN75%+CR25%+1.2P, debido a que fue el que mayor resistencia a la compresión desarrolló a los 28 días, alcanzando una resistencia promedio de 243.8 kg/cm^2 , así mismo, cabe mencionar que las combinaciones de CN75%+CR25%+0.6P, CN50%+CR50%+0.6P, CN50%+CR50%+1.2P, CN25%+CR75%+0.6P, CN25%+CR75%+1.2P y CR100%+1.2P también superaron la resistencia de diseño 210 kg/cm^2 , alcanzando 232.1 kg/cm^2 , 211.0 kg/cm^2 , 222.3 kg/cm^2 , 217.5 kg/cm^2 , 239.5 kg/cm^2 y 221.0 kg/cm^2 respectivamente, siendo el CR100%+0.6P el único caso que no alcanzó la resistencia de diseño, aceptándose así la primera hipótesis específica planteada.

Así también el aspecto de curado a temperatura ambiente que varió desde -2°C hasta 18°C durante la etapa del curado, tuvo bastante repercusión sobre la resistencia del concreto (compresión y flexión), pues para el caso del concreto patrón (CN100%), alcanzar dicha resistencia fue dificultosa, desarrollando una resistencia de 212 kg/cm^2 ; sin embargo, al adicionar las fibras de polipropileno en cantidades de 0.6 kg/m^3 y 1.2



kg/m³, se alcanzó una resistencia del 221kg/cm² y 230.3kg/cm² respectivamente a los 28 días de edad. Así mismo, en los casos de incorporación de agregado grueso reciclado en 25%, 50%, 75% y 100% no alcanzaron la resistencia de diseño, pero al incorporar las fibras de polipropileno alcanzaron y superaron dicha resistencia hasta en un 16.1 %, concluyendo que el curado a temperatura ambiente en lugares que presentan temperaturas extremas influye de manera negativa en el desarrollo de la resistencia reduciendo el desarrollo de la resistencia del concreto (compresión y flexión).

Al incorporar fibras de polipropileno al concreto fabricado con agregado grueso reciclado y curado a temperatura ambiente (-2°C hasta 18°C), este aditivo tuvo un efecto positivo en el desarrollo de la resistencia a la flexión a los 28 días, pues al incorporarlo en una cantidad de 0.6 kg/m³ en el concreto elaborado con agregado grueso reciclado en porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100%, las resistencias a la flexión (módulo de ruptura) incrementan en 5.4%, 9.8%, 9.3% y 7.1% respectivamente en referencia a los grupos que no contienen dichas fibras, y al añadirlos en una proporción de 1.2 kg/m³, estas resistencias incrementan en 13.0%, 23.7%, 21.2% y 16.8% respectivamente en referencia a los grupos que no contienen dichas fibras, deduciendo que a mayor cantidad de agregado grueso reciclado menor resistencia a la flexión se desarrolló, siendo el CR100% el que menor resistencia a la flexión alcanzó, así mismo, podemos concluir que, la combinación más óptima fue el CN50%+CR50%+1.2P, debido a que a los 28 días fue el que mayor resistencia a la flexión logró, alcanzando una resistencia promedio de 49.0 kg-f/cm², aceptándose así la segunda hipótesis específica planteada.

En cuanto a la trabajabilidad se concluye que, al incorporar este aditivo en el concreto elaborado con agregado grueso reciclado curado a temperatura ambiente, influye de manera negativa al reducir de manera considerable el asentamiento desde un 23.93%



hasta un 70.36% de acuerdo a la cantidad de fibra respecto al asentamiento obtenido por el concreto elaborado con agregados naturales sin fibras. A esto le añadimos la disminución de trabajabilidad que proporciona el agregado grueso reciclado, obteniéndose que, a mayor cantidad de fibras de polipropileno y mayor porcentaje de agregado reciclado el concreto es menos trabajable, siendo el único caso que logró una asentamiento de 3.15” (trabajable) el CN75%+CR25%, en los demás grupos de control llegaron menos de 3”, siendo el caso extremo el CR100%+1.2P, que tuvo un asentamiento de 1.09” que es considerada poco trabajable, rechazándose la tercera hipótesis específica planteada.



VI. RECOMENDACIONES

Con la finalidad de conseguir una óptima distribución del aditivo en estudio, es recomendable añadir el tiempo de mezclado de 2 a 3 minutos más del tiempo empleado, ello debido a las características de las fibras, que son bastante finas, por tanto y suelen adherirse unas a otras.

Según los datos obtenidos, se recomienda que la cantidad óptima de fibras de polipropileno en el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado con agregado grueso reciclado corresponde a 1.2 kg/m^3 , garantizando un buen desarrollo de la resistencia (compresión y flexión).

De acuerdo a las conclusiones, se recomienda estudiar la factibilidad del empleo de otros materiales que garanticen la trabajabilidad, que se puedan añadir en el diseño mezclas de concreto fabricado con agregado grueso reciclado y fibras de polipropileno.

A partir de los resultados, se recomienda realizar el curado a una temperatura de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, pudiendo utilizarse algún aditivo o técnica que garantice ello, con el objetivo de desarrollar mayor resistencia (compresión y flexión), incluso con el solo uso de agregado reciclado sin fibras.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTÍCULOS

- Salazar Robayo, L., Matthey Centeno, P., Silva Urrego, Y., Delvasto Arjona, S. (2014). *Comportamiento en estados fresco y endurecido de un concreto autocompactante, adicionado con escoria de carbón, y elaborado con agregado grueso de concreto reciclado*. Universidad del Valle.
- Huaquisto Cáceres, S., Belizario Quispe, G. (2018). *Utilización de la ceniza volante en la dosificación de concreto como sustituto del cemento*. Universidad Nacional del Altiplano – Puno.
- Huaquisto Cáceres Samuel y Quenta Flores Darwin (2021), *Resistencia del concreto con inclusión de ceniza*. Universidad Nacional del Altiplano Puno – Universidad Nacional de Moquegua.

TESIS

- Mukesh Limbachiya. (2003). *Construction and Demolition Waste Recycling for reuse as Aggregate in Concrete Production*. Kingston University.
- Millan Castillo, M. (2013). *Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De Polipropileno Y Su Influencia En Sus Propiedades Mecánicas En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua*. Universidad Técnica De Ambato, Ambato, Ecuador.
- Cruz García, J. y Velásquez Yáñez, R. (2004). *Concreto Reciclado*. Instituto Politécnico Nacional, Zacatenco, México D.F.



- Muñoz, J. (1975). *Utilización de desechos de concreto como agregado grueso*. Universidad Nacional De Ingeniería, Lima, Perú.
- Agreda Sotelo, G. y Moncada Moreno, G. (2015). *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados*. Universidad Católica de Colombia.
- Santos Piñeros, A. y Alape Esguerra, C. (2020). *Estudio comparativo entre un concreto convencional de 3000 PSI Y un concreto con agregado grueso a partir de 50%, 75% y 100% de RCD*. Universidad Santo Tomás de Colombia.
- Barros Fierro, V. y Ramírez Cueva, H. (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*. Universidad Central del Ecuador.
- Mestanza Orellana, J. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del concreto con adición de fibras de polipropileno sometido a ambientes severos: altas, bajas temperaturas y ambientes salinos*. Universidad Técnica de Ambato.
- Conrado Díaz, M., Rojas Santiago, J., Garzón Calderón, M. (2012). *Diseño de Hormigones con fibras de Polipropileno para resistencias a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de Guayllabamba*. Universidad Central del Ecuador.
- Ortiz Lozano, J. (2005). *Estudio experimental sobre la influencia de la temperatura ambiental en la resistencia del hormigón preparado*. Universidad Politécnica de Catalunya.



- Tafur Peralta, Y. (2015). *Estudio del comportamiento físico – mecánico del concreto diseñado y elaborado con agregado grueso reciclado en la ciudad de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Dávila Dávila, F. (2019). *Determinación de las propiedades del concreto obtenido con agregado grueso producto de la demolición de pavimentos rígidos en el distrito Baños del Inca – Cajamarca*. Universidad Nacional del Santa.
- Machaca Mamani, E. (2018). *Producción de agregado reciclado para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Sagástegui Vásquez, G., Alva Reyes, L., Asmat Ruíz, K. (2019). *Influencia del reemplazo de agregado grueso por concreto reciclado sobre las propiedades de un concreto endurecido $f'c$ 175 kg/cm²*. Universidad Católica Trujillo.
- Zamora Esparza, C. (2014). *Influencia del uso de fibras de polipropileno Fibromac en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Núñez Aroni, L. y Mamani Huaynillo, F. (2018). *Influencia del polipropileno y los aditivos incorporadores de aire sometido al congelamiento en las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm², en la zona altiplánica 2017*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Isidro Percca, G. (2016). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm²*. Universidad Nacional del Altiplano.



Ruelas Paredes, E. (2014). *Uso de pavimento rígido reciclado de la ciudad de Puno, como agregado grueso para la producción del concreto*. Universidad Nacional del Altiplano.

Lipa Mamani Florentino (2020). *Análisis comparativo de la calidad de los agregados naturales de las canteras Cutimbo y Santa María - Ilave para la elaboración de concreto en la ciudad de Puno-2017*. Universidad Nacional del Altiplano.

REVISTA

Gómez María, S., Vidal Sergio, A. (2006). Influencia de la resistencia a compresión de hormigones por efecto de la temperatura ambiente. *Revista de la Construcción*, 5(1), 1-7. <http://www.redalyc.org>.

Martínez Soto, I. E.; Mendoza Escobedo, C. J. (2006). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. *Ingeniería Investigación y tecnología* 7(3):151-164. <http://www.redalyc.org>.

LIBROS

Abanto, F. (1995). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos.

Riva, E. (1992). *Diseño de mezclas*. Editorial HOZLO S.CR.L. Primera edición, Lima, Perú. 234p

Montrone, M. & Quispe, A. (2007). *Desarrollo sostenible mediante el reciclaje y reutilización del desmonte como agregado del concreto en la construcción de viviendas*. XV Congreso nacional de estudiantes de ingeniería civil. Puno, Perú.



- Yang, K.; Chung, H. y Ashour, A. (2008). Influence of type and replacement level of recycled aggregates on concrete properties. *Materials Journal* May/June 2008. Pp. 289-296, EEUU.
- Hansen, T. (1983). Strength of recycled concrete made from crushed concrete coarse aggregate. *Concrete International* – January 1983, EEUU.
- Rahal, K. (2007). Mechanical properties of concrete with recycled coarse aggregate. *Building and Environment*, V. 42, pág. 407.
- Romero, H. (2004). Viabilidad Técnica y económica del uso del concreto reciclado como agregado. Universidad de los Andes. Colombia.
- Tavakoli, M. & Soroushian, P. (1996). Drying shrinkage behavior of recycled aggregate concrete. *Concrete International*, Noviembre 1996, pág. 61.
- Hernández, R. & Fernandez, C. & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana.

NORMAS Y REPORTE

- American Concrete Institute – Capítulo Peruano. *Tecnología del Concreto*. 1998.
- ASTM C31/ C 31M. (2003). Práctica estándar para fabricación y curado de especímenes de concreto. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials International.
- 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 International.



ASTM C 293-02. (2002). Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading). Estados Unidos: American Society for Testing and Materials International.

NTP_400.012. (2002). Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.

NTP_400.021. (2002). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.

NTP_400.050. (1999). Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción, Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.



ANEXOS



ANEXO 1:

MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

GENERAL						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cómo es el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado?	Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado.	El efecto de la incorporación de fibras de polipropileno es positivo, mejorando las propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado.	<p>Variable independiente Fibras de polipropileno</p> <p>Variable dependiente Propiedades del concreto elaborado con agregado grueso reciclado.</p>	<p>Cálculo y peso de las fibras de polipropileno.</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.</p> <p>Resistencia a la flexión del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.</p> <p>Trabajabilidad del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.</p>	<p>Dosificación de las fibras de polipropileno (kg/m³).</p> <p>Ensayo de Resistencia a la compresión. (kg/cm²)</p> <p>Ensayo de Resistencia a la flexión (kg-f/cm²)</p> <p>Control del asentamiento (Slump 3"-4")</p>	<p>Diseño: Experimental</p> <p>Tipo: Explicativo</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Población: 135 especímenes de concreto cilíndricos y 135 especímenes de concretos prismáticos.</p> <p>Muestras: 03 especímenes de concreto para cada edad, para todos los grupos de control.</p> <p>Instrumentos: Revisión de Literatura, instrumentos mecánicos y observación directa.</p>
ESPECÍFICO						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA	
¿Cómo es el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto f _c =210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente?	Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto f _c =210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente.	La incorporación de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m ³ y 1.2 kg/m ³ tiene un efecto positivo con respecto a la resistencia a la compresión del concreto f _c =210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente, mejorando e incrementando dicha resistencia.	<p>Cálculo y peso de las fibras de polipropileno.</p> <p>Resistencia a la compresión del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.</p>	<p>Dosificación de las fibras de polipropileno (kg/m³)</p> <p>Ensayo de la resistencia a la compresión (kg/cm²)</p> <p>Temperatura (°C)</p>	<p>Diseño: Experimental</p> <p>Tipo: Explicativo</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Población: 135 especímenes de concreto cilíndricos</p> <p>Muestras: 03 especímenes de concreto para cada edad, para todos los grupos de control.</p> <p>Instrumentos: Revisión de Literatura, instrumentos mecánicos y observación directa.</p>	
¿Cómo es el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto f _c =210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente?	Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto f _c =210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente.	La incorporación de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m ³ y 1.2 kg/m ³ tiene un efecto positivo con respecto a la resistencia a la flexión del concreto f _c =210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente, mejorando e incrementando dicha resistencia.	<p>Cálculo y peso de las fibras de polipropileno.</p> <p>Resistencia a la flexión del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.</p>	<p>Dosificación de las fibras de polipropileno (kg/m³)</p> <p>Ensayo de la resistencia a la flexión (kg-f/cm²)</p> <p>Temperatura (°C)</p>	<p>Diseño: Experimental</p> <p>Tipo: Explicativo</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Población: 135 especímenes de concretos prismáticos.</p> <p>Muestras: 03 especímenes de concreto para cada edad, para todos los grupos de control.</p> <p>Instrumentos: Revisión de Literatura, instrumentos mecánicos y observación directa.</p>	

<p>¿Cómo es el efecto de la incorporación de fibras de polipropileno en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente?</p>	<p>Determinar el efecto de la incorporación de las fibras de polipropileno en la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente.</p>	<p>La incorporación de fibras de polipropileno en 0.6 kg/m³ y 1.2 kg/m³ tiene un efecto positivo con respecto a la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² elaborado con agregado grueso reciclado, curado a temperatura ambiente. mejorándola con respecto al concreto convencional.</p>	<p>Cálculo y peso de las fibras de polipropileno.</p> <p>Trabajabilidad del concreto elaborado con agregado grueso reciclado al 25%, 50%, 75% y 100%.</p>	<p>Dosificación de las fibras de polipropileno (kg/m³) y agregado grueso reciclado (kg/m³)</p> <p>Control del asentamiento (Slump 3" - 4")</p>	<p>Diseño: Experimental Tipo: Explicativo Método: Cuantitativo Población: 135 especímenes de concreto cilíndricos y 135 especímenes de concretos prismáticos. Muestras: 03 especímenes de concreto para cada edad, para todos los grupos de control. Instrumentos: Revisión de Literatura, instrumentos mecánicos y observación directa.</p>
---	---	--	---	--	--



ANEXO 2:

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS



1. ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD

Contenido de humedad, Agregado fino natural - EM 2000, MTC E 108 – 2000 - ASTM D2216.

AGREGADO FINO NATURAL			
Nro De Tara	E-1	E-2	E-3
Peso de Tara	61.8	92.42	85.28
Peso de Tara + M. Húmeda	729.46	614.84	794.76
Peso de Tara + M. Seca	717.12	605.24	781.23
Peso de Agua	12.34	9.6	13.53
Peso Muestra Seca	655.32	512.82	695.95
Contenido de humedad W%	1.88	1.87	1.94
Promedio cont. Humedad W%	1.90		

Contenido de humedad, Agregado grueso natural - EM 2000, MTC E 108 – 2000 - ASTM D2216.

AGREGADO GRUESO NATURAL			
Nro De Tara	E-4	E-5	E-6
Peso de Tara	61.05	92.4	63.51
Peso de Tara + M. Húmeda	615.8	548.06	440.93
Peso de Tara + M. Seca	607.05	541.23	434.54
Peso de Agua	8.75	6.83	6.39
Peso Muestra Seca	546	448.83	371.03
Contenido de humedad W%	1.60	1.52	1.72
Promedio cont. Humedad W%	1.62		

Contenido de humedad, Agregado grueso reciclado - EM 2000, MTC E 108 – 2000 - ASTM D2216.

AGREGADO GRUESO RECICLADO			
Nro De Tara	E-4	E-5	E-6
Peso de Tara	54.05	60.44	91.37
Peso de Tara + M. Húmeda	553.26	613.5	739.73
Peso de Tara + M. Seca	532.54	605.47	721.76
Peso de Agua	20.72	8.03	17.97
Peso Muestra Seca	478.49	545.03	630.39
Contenido de humedad W%	4.33	1.47	2.85
Promedio cont. Humedad W%	2.88		



2. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Resultados del peso específico y absorción del agregado fino - EM 2000, MTC E 205 – 2000 - ASTM C128.

Peso específico y absorción	
Peso específico aparente	2.35 gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S.	2.47 gr/cm ³
Peso específico nominal	2.68 gr/cm ³
Absorción	5.21%

3. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso natural - EM 2000, MTC E 206 – 2000 - ASTM C127.

Peso específico y absorción del agregado grueso natural	
Peso específico aparente	2.40 gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S.	2.48 gr/cm ³
Peso específico nominal	2.62 gr/cm ³
Absorción	3.58%

Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso Reciclado - EM 2000, MTC E 206 – 2000 - ASTM C127.

Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado	
Peso específico aparente	2.20 gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S.	2.36 gr/cm ³
Peso específico nominal	2.62 gr/cm ³
Absorción	7.27%



4. ENSAYO DE PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DE LOS AGREGADOS.

Peso unitario suelto del agregado fino - EM 2000, MTC E 203 – 2000 - ASTM C29.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
Molde N.º		I	II	III
Peso del molde (gr.)	(A)	10010.00	10010.00	10010.00
Peso del molde + Muestra (gr.)	(B)	17970.00	17960.00	17840.00
Peso de la muestra (gr.)	(B-A)	7960.00	7950.00	7830.00
Volumen del molde (cm ³)	(C)	5560.00	5560.00	5560.00
Peso Unitario (gr/cm ³)	((B-A) /C)	1.432	1.430	1.408
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)		1423		
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)		1.423		

Peso unitario compactado del agregado fino - - EM 2000, MTC E 203 – 2000 -
ASTM C29.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO				
Molde N.º		I	II	III
Peso del molde (gr.)	(A)	10010.00	10010.00	10010.00
Peso del molde + Muestra (gr.)	(B)	18805.00	18840.00	18805.00
Peso de la muestra (gr.)	(B-A)	8795.00	8830.00	8795.00
Volumen del molde (cm ³)	(C)	5560.00	5560.00	5560.00
Peso Unitario (gr/cm ³)	((B-A) /C)	1.582	1.588	1.582
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)		1584		
Peso Unitario Compactado (gr/cm ³)		1.584		

Peso unitario suelto del agregado grueso natural - - EM 2000, MTC E 203 – 2000 -
ASTM C29.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO NATURAL				
Molde N.º		I	II	III
Peso del molde (gr.)	(A)	10010.00	10010.00	10010.00
Peso del molde + Muestra (gr.)	(B)	17780.00	18060.00	17915.00
Peso de la muestra (gr.)	(B-A)	7770.00	8050.00	7905.00
Volumen del molde (cm ³)	(C)	5560.00	5560.00	5560.00
Peso Unitario (gr/cm ³)	((B-A) /C)	1.397	1.448	1.422
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)		1422		
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)		1.422		



Peso unitario compactado del agregado grueso natural - EM 2000, MTC E 203 – 2000 - ASTM C29.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO NATURAL				
Molde N.º		I	II	III
Peso del molde (gr.)	(A)	10010.00	10010.00	10010.00
Peso del molde + Muestra (gr.)	(B)	18900.00	18995.00	19075.00
Peso de la muestra (gr.)	(B-A)	8890.00	8985.00	9065.00
Volumen del molde (cm ³)	(C)	5560.00	5560.00	5560.00
Peso Unitario (gr/cm ³)	((B-A) /C)	1.599	1.616	1.630
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)		1615		
Peso Unitario Compactado (gr/cm ³)		1.615		

Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado - EM 2000, MTC E 203 – 2000 - ASTM C29.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO				
Molde N.º		I	II	III
Peso del molde (gr.)	(A)	10010.00	10010.00	10010.00
Peso del molde + Muestra (gr.)	(B)	15840.00	15850.00	15860.00
Peso de la muestra (gr.)	(B-A)	5830.00	5840.00	5850.00
Volumen del molde (cm ³)	(C)	5560.00	5560.00	5560.00
Peso Unitario (gr/cm ³)	((B-A) /C)	1.049	1.050	1.052
Peso Unitario Suelto (kg/cm ³)		1050		
Peso Unitario Suelto (gr/cm ³)		1.050		

Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado - EM 2000, MTC E 203 – 2000 - ASTM C29.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO				
Molde N.º		I	II	III
Peso del molde (gr.)	(A)	10010.00	10010.00	10010.00
Peso del molde + Muestra (gr.)	(B)	16700.00	16890.00	17055.00
Peso de la muestra (gr.)	(B-A)	6690.00	6880.00	7045.00
Volumen del molde (cm ³)	(C)	5560.00	5560.00	5560.00
Peso Unitario (gr/cm ³)	((B-A) /C)	1.203	1.237	1.267
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)		1236		
Peso Unitario Compactado (gr/cm ³)		1.236		

5. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS.

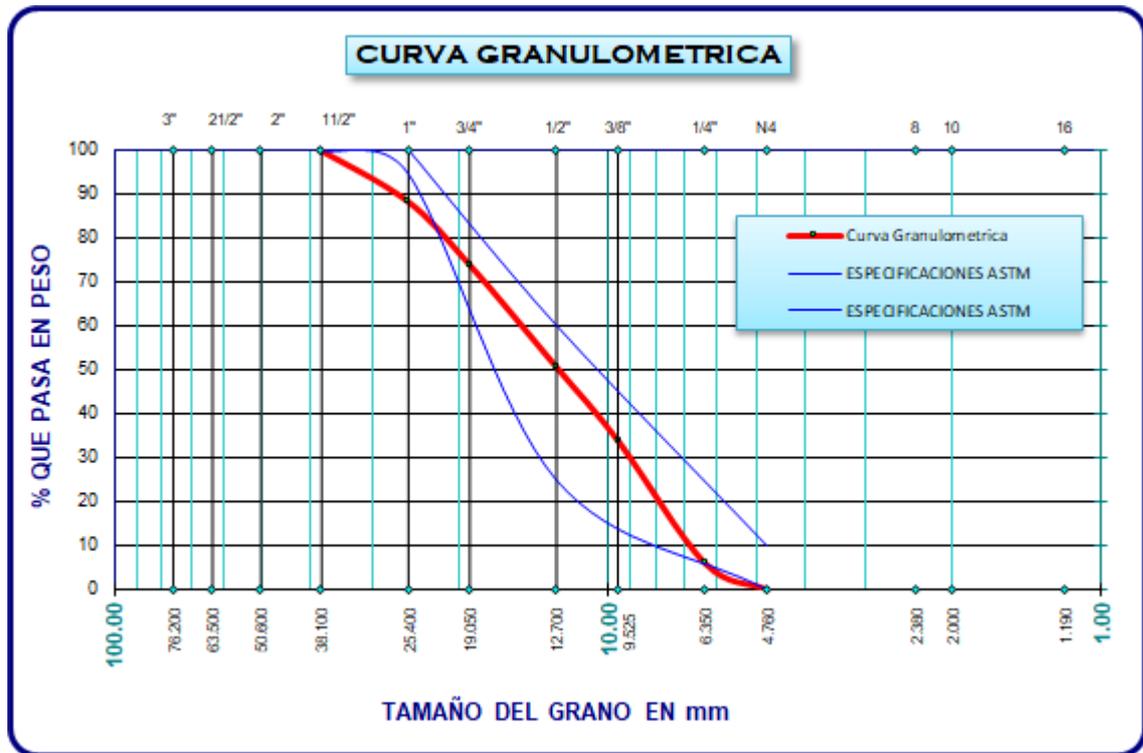
Granulometría del agregado fino - EM 2000, MTC E 204 – 2000 - ASTM C136.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00
No8	2.380	103.95	20.80	20.80	79.20
No10	2.000				
No16	1.190	98.00	19.61	40.40	59.60
No20	0.840				
No30	0.590	107.37	21.48	61.89	38.11
No40	0.420				
No50	0.300	119.32	23.87	85.76	14.24
No60	0.250				
No80	0.180				
No100	0.149	54.46	10.90	96.65	3.35
No200	0.074	11.80	2.36	99.02	0.98
BASE		4.92	0.98 %	100.00 %	0.00
TOTAL		499.82	100.00 %		
PESO SECO INICIAL		500.15			
% PERDIDA		0.1%			

Granulometría del agregado grueso natural - EM 2000, MTC E 204 – 2000 - ASTM C136.

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00	100.00
1"	25.400	1154.39	11.54%	11.54	88.46
3/4"	19.050	1439.41	14.39%	25.94	74.06
1/2"	12.700	2335.35	23.35%	49.29	50.71
3/8"	9.525	1683.25	16.83%	66.12	33.88
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	6.00
No4	4.760	3387.37	33.87	99.99	0.01
BASE		0.63	0.01	100.00	0.00
TOTAL		10000	100.00%		

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO GRUESO NATURAL – HUSO 57

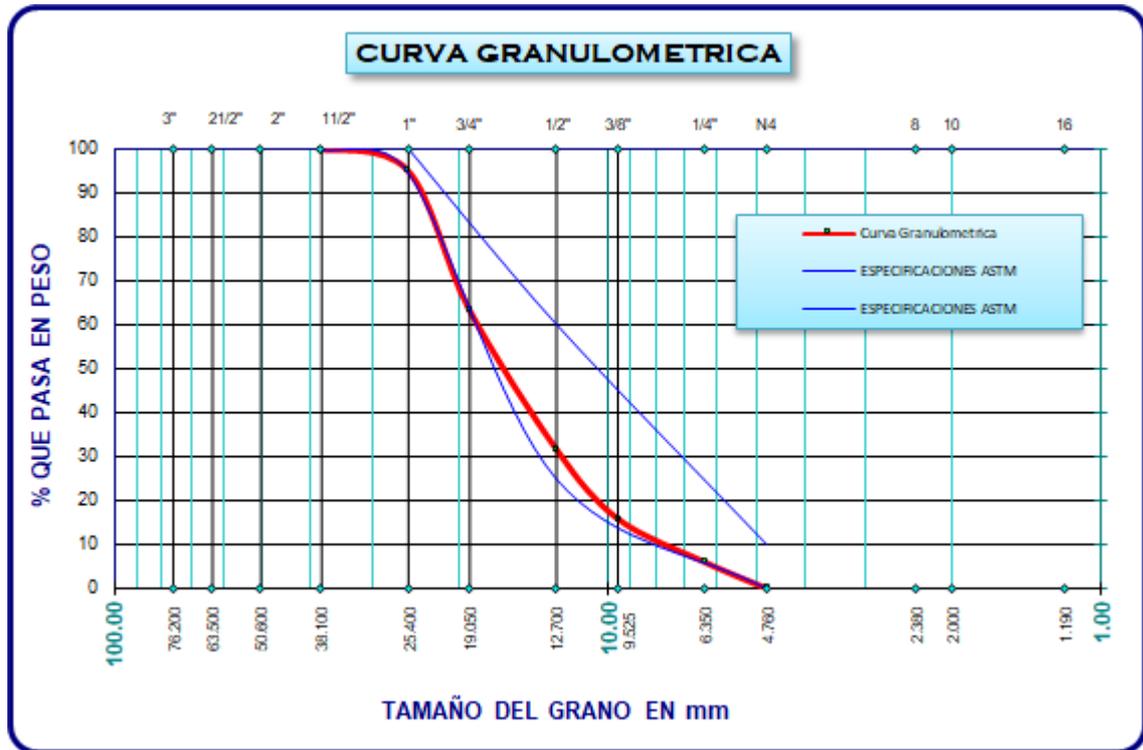


Curvas Granulométricas del agregado grueso natural de la cantera Cutimbo, con respecto al límite máximo y mínimo del Huso N°57.

Granulometría del agregado grueso reciclado - EM 2000, MTC E 204 – 2000 - ASTM C136.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.400	476.19	4.76%	4.76%	95.24%
3/4"	19.050	3174.60	31.75%	36.51%	63.49%
1/2"	12.700	3174.60	31.75%	68.25%	31.75%
3/8"	9.525	1587.30	15.87%	84.13%	15.87%
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	6.00
No4	4.760	1587.30	15.87%	100.00%	0.00%
BASE					
TOTAL		10000.00	100.00%		

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO



Curvas Granulométricas del agregado grueso reciclado, proveniente de la demolición del pavimento de la Av. Simón Bolívar de la ciudad de Puno.



ANEXO 3:

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 100%.



DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

METODO: MODULO DE FINEZA

DISEÑO REALIZADO CON UNA RELACIÓN AGUA / CEMENTO: POR DURABILIDAD

TESIS	:	"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020"
UBICACIÓN	:	UNA - PUNO
DISEÑO	:	f_c 210 kg/cm ² - A. Grueso natural 100%

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO		
		RUMI	FINO	GRUESO
PROCEDENCIA				
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1 1/2"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.85	2.35	2.40
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1423	1422
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1584	1615
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		1.90	1.62
ABSORCION	%		5.21	3.58
MODULO DE FINEZA			3.06	6.92

DOSIFICACION

f_c PROM.	TMN	SLUMP	AGUA	AIRE	Agua/cem	Factor cem.	Factor cem.	mf
f_{cr} (Kg/m ²)	(pulg)	(pulg)	(lit/m ³)	(%)	A/C	FC (Kg/m ³)	FC (bol/m ³)	Comb. De Agreg.
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.50	386.00	9.08	5.496

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	36.85
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.657

DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.135	386.00		386.00	1.00
AGREGADO FINO	0.242	569.33	-18.9	580.14	1.50
AGREGADO GRUESO	0.415	994.06	-19.5	1010.12	2.62
AGUA	0.193	193.00	-38.3	231.34	25.47
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.60
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	9.082	1.00
AGREGADO FINO	14.125	1.56
AGREGADO GRUESO	24.677	2.72
AGUA	25.471	25.47



ANEXO 4:

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 75% + CR 25%.



DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

METODO: MODULO DE FINEZA

DISEÑO REALIZADO CON UNA RELACIÓN AGUA / CEMENTO: POR DURABILIDAD

TESIS	:	"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020"
UBICACIÓN	:	UNA - PUNO
DISEÑO	:	$f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ - A. Grueso natural 75% + A. Grueso Reciclado 25%

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO				AGREGADOS	
		RUMI	FINO	GRUESO NATURAL	GRUESO RECICLADO		
PROCEDENCIA							
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1 1/2"	1 1/2"		
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.85	2.35	2.40	2.20		
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3		1423	1422	1050		
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m3		1584	1615	1236		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		1.90	1.62	2.88		
ABSORCION	%		5.21	3.58	7.27		
MODULO DE FINEZA			3.06	6.92	7.21		
MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADO GRUESO NATURAL 75% + AGREGADO GRUESO RECICLADO 25%				6.99			

DOSIFICACION

f_c PROM. f_{cr} (Kg/m ²)	TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	mf Comb. De Agreg.
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.50	386.00	9.08	5.496

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	38.00
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.657

DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.135	386.00		386.00	1.00
AGREGADO FINO	0.250	587.09	-19.5	598.25	1.55
AGREGADO GRUESO	0.407	956.21	-24.5	974.69	2.53
AGUA	0.193	193.00	-44.0	236.99	26.09
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.61
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	9.082	1.00
AGREGADO FINO	14.565	1.60
AGREGADO GRUESO	25.398	2.80
AGUA	26.093	26.09



ANEXO 5:

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 50% + CR 50%.



DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

METODO: MODULO DE FINEZA

DISEÑO REALIZADO CON UNA RELACIÓN AGUA / CEMENTO: POR DURABILIDAD

TESIS	:	"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020"
UBICACIÓN	:	UNA - PUNO
DISEÑO	:	$f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ - A. Grueso natural 50% + A. Grueso Reciclado 50%

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO		AGREGADOS	
		RUMI	FINO	GRUESO NATURAL	GRUESO RECICLADO
PROCEDENCIA					
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1 1/2"	1 1/2"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.85	2.35	2.40	2.20
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3		1423	1422	1050
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m3		1584	1615	1236
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		1.90	1.62	2.88
ABSORCION	%		5.21	3.58	7.27
MODULO DE FINEZA			3.06	6.92	7.21
MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADO GRUESO NATURAL 75% + AGREGADO GRUESO RECICLADO 25%				7.06	

DOSIFICACION

$f'c$ PROM. $f'cr$ (Kg/m ²)	TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	mf Comb. De Agreg.
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.50	386.00	9.08	5.496

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	39.10
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.657

DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.135	386.00		386.00	1.00
AGREGADO FINO	0.257	604.09	-20.0	615.57	1.59
AGREGADO GRUESO	0.400	919.85	-29.2	940.54	2.44
AGUA	0.193	193.00	-49.2	242.19	26.67
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.63
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	9.082	1.00
AGREGADO FINO	14.987	1.65
AGREGADO GRUESO	26.270	2.89
AGUA	26.666	26.67



ANEXO 6:

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CN 25% + CR 75%.



DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

METODO: MODULO DE FINEZA

DISEÑO REALIZADO CON UNA RELACIÓN AGUA / CEMENTO: POR DURABILIDAD

TESIS	:	"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020"
UBICACIÓN	:	UNA - PUNO
DISEÑO	:	$f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ - A. Grueso natural 25% + A. Grueso Reciclado 75%

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO		AGREGADOS	
		RUMI	FINO	GRUESO NATURAL	GRUESO RECICLADO
PROCEDENCIA					
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1 1/2"	1 1/2"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.85	2.35	2.40	2.20
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3		1423	1422	1050
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m3		1584	1615	1236
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		1.90	1.62	2.88
ABSORCION	%		5.21	3.58	7.27
MODULO DE FINEZA			3.06	6.92	7.21
MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADO GRUESO NATURAL 75% + AGREGADO GRUESO RECICLADO 25%				7.13	

DOSIFICACION

f_c PROM.	TMN	SLUMP	AGUA	AIRE	Agua/cem	Factor cem.	Factor cem.	mf
f_{cr} (Kg/m ²)	(pulg)	(pulg)	(lit/m ³)	(%)	A/C	FC (Kg/m ³)	FC (bol/m ³)	Comb. De Agreg.
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.50	386.00	9.08	5.496

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	40.17
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.657

DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.135	386.00		386.00	1.00
AGREGADO FINO	0.264	620.62	-20.6	632.41	1.64
AGREGADO GRUESO	0.393	884.63	-33.4	907.34	2.35
AGUA	0.193	193.00	-54.0	246.99	27.19
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.64
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	9.082	1.00
AGREGADO FINO	15.397	1.70
AGREGADO GRUESO	27.320	3.01
AGUA	27.194	27.19



ANEXO 7:

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CR 100%.



DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm²

METODO: MODULO DE FINEZA

DISEÑO REALIZADO CON UNA RELACIÓN AGUA / CEMENTO: POR DURABILIDAD

TESIS	:	"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020"
UBICACIÓN	:	UNA - PUNO
DISEÑO	:	$f'c$ 210 kg/cm ² - A. Grueso Reciclado 100%

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO	AGREGADOS	
			FRONTERA	FINO	GRUESO
TAMAÑO MAXIMO	Pulg		N° 4	1 1/2"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	2.85	2.35	2.20
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1423	1050
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1584	1236
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		1.90	2.88
ABSORCION	%		5.21	7.27
MODULO DE FINEZA			3.06	7.21

DOSIFICACION

$f'c$ PROM.	TMN	SLUMP	AGUA	AIRE	Agua/cem	Factor cem.	Factor cem.	mf
$f'c_r$ (Kg/m ²)	(pulg)	(pulg)	(lit/m ³)	(%)	A/C	FC (Kg/m ³)	FC (bol/m ³)	Comb. De Agreg.
294	1"	3" - 4"	193	1.5	0.50	386.00	9.08	5.496

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	41.20
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.657

DOSIFICACIÓN EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.135	386.00		386.00	1.00
AGREGADO FINO	0.271	636.53	-21.1	648.63	1.68
AGREGADO GRUESO	0.386	850.67	-37.3	875.21	2.27
AGUA	0.193	193.00	-58.4	251.40	27.68
AIRE	0.015				

Rel A/C Efectiva	0.65
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN P3	PROPORCION
CEMENTO	9.082	1.00
AGREGADO FINO	15.792	1.74
AGREGADO GRUESO	28.597	3.15
AGUA	27.680	27.68



ANEXO 8:

DATOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (ASTM C-39)

TESIS : "Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA : QUILLY CCOORMANYA, Shomarita Genoveva

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIÁMETRO cm	ÁREA cm ²	LECTURA DEL DIAL Kg	RESISTENCIA ALCANZADA f'c=Kg/Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO f'c=Kg/Cm ²	% RESISTENCIA
1	Muestra(1/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	24/03/2021	7	15.15	180	26727	162	210	77%
2	Muestra(2/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	24/03/2021	7	15.29	184	26963	164	210	76%
3	Muestra(3/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	24/03/2021	7	15.215	182	26947	166	210	79%
4	Muestra(4/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	31/03/2021	14	15.135	180	33505	189	210	90%
5	Muestra(5/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	31/03/2021	14	15.37	186	34586	195	210	93%
6	Muestra(6/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	31/03/2021	14	15.13	180	33665	190	210	91%
7	Muestra(7/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	14/04/2021	28	15.25	183	37931	214	210	102%
8	Muestra(8/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	14/04/2021	28	15.25	183	37524	212	210	101%
9	Muestra(9/9) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	14/04/2021	28	15.29	184	37701	213	210	101%
10	Muestra(1/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	29/03/2021	7	15.215	182	28736	168	210	80%
11	Muestra(2/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	29/03/2021	7	15.275	183	30080	170	210	81%
12	Muestra(3/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	29/03/2021	7	15.21	182	25205	165	210	79%



13	Muestra(4/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	15.255	183	34515	195	210	93%
14	Muestra(5/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	15.305	184	33630	190	210	90%
15	Muestra(6/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	15.135	180	33453	189	210	90%
16	Muestra(7/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	15.37	186	38639	218	210	104%
17	Muestra(8/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	15.22	182	39542	223	210	106%
18	Muestra(9/9) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	15.28	183	39206	222	210	105%
19	Muestra(1/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	29/03/2021	7	15.33	184	30080	170	210	81%
20	Muestra(2/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	29/03/2021	7	15.30	184	30975	175	210	83%
21	Muestra(3/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	29/03/2021	7	15.13	180	29913	169	210	80%
22	Muestra(4/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	15.29	183	35400	200	210	95%
23	Muestra(5/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	15.26	183	35577	201	210	95%
24	Muestra(6/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	15.17	181	36108	204	210	97%
25	Muestra(7/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	15.23	182	40533	229	210	109%
26	Muestra(8/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	15.21	182	40728	230	210	110%
27	Muestra(9/9) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	15.27	183	41064	232	210	110%





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (ASTM C-39)

TESIS

:"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA :QUILLY CCORIMANYA, Shomarita Genoveva

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIÁMETRO cm	ÁREA cm ²	LECTURA DEL DIAL Kg	RESISTENCIA ALCANZADA f _c =Kg/Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO f _c =Kg/Cm ²	% RESISTENCIA
1	Muestra(1/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	07/04/2021	7	15.25	183	27690	157	210	75%
2	Muestra(2/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	07/04/2021	7	15.17	181	27948	156	210	75%
3	Muestra(3/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	07/04/2021	7	15.20	181	28532	151	210	77%
4	Muestra(4/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	14/04/2021	14	15.17	181	31966	181	210	86%
5	Muestra(5/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	14/04/2021	14	15.25	183	32674	185	210	88%
6	Muestra(6/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	14/04/2021	14	15.27	183	32957	185	210	89%
7	Muestra(7/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	28/04/2021	28	15.27	183	35453	200	210	95%
8	Muestra(8/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	28/04/2021	28	15.24	182	36710	207	210	99%
9	Muestra(9/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	28/04/2021	28	15.22	182	36187	205	210	97%
10	Muestra(1/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	15.27	183	31693	179	210	85%



11	Muestra(2/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	15.29	184	30975	175	210	83%
12	Muestra(3/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	15.31	184	32391	183	210	87%
13	Muestra(4/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	15.17	181	35754	202	210	96%
14	Muestra(5/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	15.25	183	36338	205	210	98%
15	Muestra(6/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.5 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	15.27	183	35400	200	210	95%
16	Muestra(7/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	15.33	184	41170	233	210	111%
17	Muestra(8/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	15.30	184	40639	230	210	109%
18	Muestra(9/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	15.17	181	41453	234	210	112%
19	Muestra(1/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	15.27	183	35046	198	210	94%
20	Muestra(2/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	15.30	184	35400	200	210	95%
21	Muestra(3/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	15.23	182	35931	203	210	97%
22	Muestra(4/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	15.25	183	39471	223	210	106%
23	Muestra(5/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	15.30	184	38940	220	210	105%
24	Muestra(6/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	15.28	183	39825	225	210	107%

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
Ing. Gino F. Laques
JEFE DE LABORATORIO

25	Muestra(7/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	15.31	184	43046	243	210	116%
26	Muestra(8/8) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	15.23	182	42569	241	210	115%
27	Muestra(9/9) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	15.26	183	43825	248	210	118%

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Construcción

MSc. ING. GREGORIO F. LAQUE CONDORI
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Construcción
JEFE DEL LABORATORIO
- PUNO -



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (ASTM C-39)

TESIS

: "Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA : QUILLY CCORIMANYA, Shomarita Genoveva

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIÁMETRO cm	ÁREA cm ²	LECTURA DEL DIAL Kg	RESISTENCIA ALCANZADA f _c =Kg/cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO f _c =Kg/cm ²	% RESISTENCIA
1	Muestra(1/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	05/04/2021	7	15.31	184	27505.8	155	210	74%
2	Muestra(2/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	05/04/2021	7	15.17	181	27566	158	210	75%
3	Muestra(3/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	05/04/2021	7	15.26	183	27081	153	210	73%
4	Muestra(4/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	12/04/2021	14	15.27	183	31506	178	210	85%
5	Muestra(5/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	12/04/2021	14	15.21	182	31683	179	210	85%
6	Muestra(6/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	12/04/2021	14	15.28	183	32037	181	210	86%
7	Muestra(7/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	28/04/2021	28	15.27	183	35577	201	210	96%
8	Muestra(8/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	28/04/2021	28	15.26	183	35400	200	210	96%
9	Muestra(9/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	29/03/2021	28/04/2021	28	15.29	184	34692	196	210	93%
10	Muestra(1/8) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	05/04/2021	7	15.30	184	29913	169	210	80%



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
PUNO
JEFE DE LABORATORIO

11	Muestra(28): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	05/04/2021	7	15.30	184	30444	172	210	82%
12	Muestras(3/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.9 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	05/04/2021	7	15.24	182	30521	173	210	82%
13	Muestra(4/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	12/04/2021	14	15.22	182	33718.5	191	210	91%
14	Muestra(5/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	12/04/2021	14	15.27	183	34338	194	210	92%
15	Muestras(6/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	12/04/2021	14	15.29	184	34196.4	193	210	92%
16	Muestra(7/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	26/04/2021	28	15.25	183	37170	210	210	100%
17	Muestra(8/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	26/04/2021	28	15.25	183	37878	214	210	102%
18	Muestra(9/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	26/04/2021	28	15.13	180	36883	209	210	100%
19	Muestra(1/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	05/04/2021	7	15.31	184	33807	191	210	91%
20	Muestra(2/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	05/04/2021	7	15.17	181	32745	185	210	88%
21	Muestra(3/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	05/04/2021	7	15.28	183	35276	188	210	90%
22	Muestra(4/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	12/04/2021	14	15.27	183	35400	200	210	95%
23	Muestra(5/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	12/04/2021	14	15.21	182	35831	203	210	97%
24	Muestra(6/5): Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	12/04/2021	14	15.28	183	36285	205	210	98%

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES EN FIBRAS
INVESTIGADOR EN CIENCIAS
INGENIERO EN FIBRAS
JEFE DE LABORATORIO

25	Muestra(7/S), Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	26/04/2021	28	15.29	183	38940	220	210	105%
26	Muestra(8/S), Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	26/04/2021	28	15.26	183	39117	221	210	105%
27	Muestra(9/S), Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	29/03/2021	26/04/2021	28	15.30	184	40002	226	210	108%





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (ASTM C-39)

TESIS : Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020*.

TESISTA : QUILLY CCORIMANYA, Shomariza Genoveva

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIÁMETRO cm	ÁREA cm ²	LECTURA DEL DIAL Kg	RESISTENCIA ALCANZADA Fc=Kg/Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO Fc=Kg/Cm ²	% RESISTENCIA
1	Muestra(1/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	05/04/2021	7	15.26	183	26656	150.6	210	72%
2	Muestra(2/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	05/04/2021	7	15.27	183	27311	154.3	210	73%
3	Muestra(3/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	05/04/2021	7	15.21	182	26462	149.5	210	71%
4	Muestra(4/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	13/04/2021	14	15.28	183	30798	174	210	83%
5	Muestra(5/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	13/04/2021	14	15.28	183	31506	178	210	85%
6	Muestra(6/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	13/04/2021	14	15.28	183	30479	172.2	210	82%
7	Muestra(7/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	27/04/2021	28	15.27	183	35046	196	210	94%
8	Muestra(8/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	27/04/2021	28	15.28	183	33276	188	210	90%
9	Muestra(9/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	27/04/2021	28	15.28	183	34868	197	210	94%
10	Muestra(1/9): Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	15.31	184	31948	181	210	86%



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Construcciones
Ing. Shomariza Genoveva
JEFE DE LABORATORIO

11	Muestra(2/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	15.23	182	31883	178	210	85%
12	Muestra(3/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	15.26	183	30975	175	210	83%
13	Muestra(4/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	15.27	183	34161	153	210	92%
14	Muestra(5/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	15.28	183	34727	166	210	93%
15	Muestra(6/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	15.28	183	35223	199	210	95%
16	Muestra(7/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	15.28	183	36648	224	210	107%
17	Muestra(8/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	15.28	183	37259	211	210	100%
18	Muestra(9/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	15.17	181	36586	218	210	104%
19	Muestra(1/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	15.23	182	35400	200	210	95%
20	Muestra(2/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	15.21	182	35577	201	210	96%
21	Muestra(3/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	15.27	183	35223	199	210	95%
22	Muestra(4/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	15.31	184	38763	219	210	104%
23	Muestra(5/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	15.33	184	38055	215	210	102%
24	Muestra(6/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	15.30	184	38840	220	210	106%



25	Muestra(7/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	15.30	184	42905	242	210	115%
26	Muestra(8/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	15.31	184	41772	236	210	112%
27	Muestra(9/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	15.23	182	42480	240	210	114%

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Escuela de Ingeniería de Construcción
Laboratorio de Construcción
PUNO

Ing. Efraim E. Argüez Córdova
JEFE DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (ASTM C-39)

TESIS

: "Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA

: QUILLY CORIMANYA, Shomarita Genoveva

Nº	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	DIÁMETRO cm	ÁREA cm ²	LECTURA DEL DIAL Kg	RESISTENCIA ALCANZADA f _o =Kg/Cm ²	RESISTENCIA DE DISEÑO f _c =Kg/Cm ²	% RESISTENCIA
1	Muestra(1/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	01/04/2021	7	15.25	183	24803	139	210	66%
2	Muestra(2/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	01/04/2021	7	15.17	181	25488	144	210	69%
3	Muestra(3/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	01/04/2021	7	15.23	182	25134	142	210	68%
4	Muestra(4/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	08/04/2021	14	15.21	182	28497	161	210	77%
5	Muestra(5/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	08/04/2021	14	15.27	183	28940	164	210	78%
6	Muestra(6/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	08/04/2021	14	15.31	184	29559	167	210	80%
7	Muestra(7/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	22/04/2021	28	15.30	184	31718	179	210	85%
8	Muestra(8/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	22/04/2021	28	15.30	184	32480	184	210	87%
10	Muestra(9/8), Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	22/04/2021	28	15.22	182	32391	183	210	87%
11	Muestra(1/5), Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	15.27	183	30533	173	210	82%
12	Muestra(2/5), Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	15.21	182	30030	170	210	81%



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Construcciones
RSC: ROLANDO L. LARREA CORTADOVA
JEFE DE LABORATORIO

13	Muestra(3/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	15.28	183	26966	169	210	81%
14	Muestra(4/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	15.27	183	33665	190	210	91%
15	Muestra(5/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	15.28	183	34338	184	210	92%
16	Muestra(6/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	15.26	183	33964	192	210	91%
17	Muestra(7/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	23/03/2021	20/04/2021	28	15.27	183	36639	207	210	98%
18	Muestra(8/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	23/03/2021	20/04/2021	28	15.29	184	36255	205	210	98%
19	Muestra(9/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	23/03/2021	20/04/2021	28	15.31	184	37524	212	210	101%
21	Muestra(1/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	15.31	184	32214	182	210	87%
22	Muestra(2/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	15.23	182	32745	185	210	88%
23	Muestra(3/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	15.26	183	33453	189	210	90%
24	Muestra(4/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	15.27	183	36993	209	210	100%
25	Muestra(5/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	15.28	183	36396	205	210	98%
26	Muestra(6/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	15.28	183	35931	203	210	97%
27	Muestra(7/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	22/04/2021	28	15.26	183	39294	222	210	105%
28	Muestra(8/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	22/04/2021	28	15.27	183	38568	218	210	104%

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Investigaciones Industriales
Miguel Ángel Llanos Córdova
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Investigaciones Industriales
PUNO

29	Muestra: (9/9) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	25/03/2021	22/04/2021	28	15.21	182	39471	223	210	108%
----	--	------------	------------	----	-------	-----	-------	-----	-----	------





ANEXO 9:

DATOS RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CARGA EN EL PUNTO CENTRAL (ASTM C-293-02)

TESIS

: "Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA :QUILLY CCORIMANYA, Shomarita Genoveva

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	Peso (Kg)	DIMENSIONES												LECTURA DEL DIAL (kg-f)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg-f/cm ²)
						BASE (mm.)			PERALTE (mm.)			PROMEDIO (mm.)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm.)					
						b1	b2	b3	d1	d2	d3	a	b	d	L	P(kg-f)	P(N)				R
1	Muestra(18) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	24/03/2021	7	25.53	151.0	150.8	150.6	150.8	151.0	151.0	150.8	150.9	457.2	2042.0	20025.2	4.0	40.8		
2	Muestra(28) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	24/03/2021	7	25.45	150.6	150.2	151.0	149.3	150.3	150.6	150.6	150.2	457.2	2036.0	19956.5	4.0	41.1		
3	Muestra(38) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	24/03/2021	7	25.93	151.3	151.0	150.9	151.3	151.0	151.2	151.1	151.2	457.2	2041.6	20021.3	4.0	40.6		
4	Muestra(48) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	31/03/2021	14	25.70	150.6	150.2	150.4	150.8	150.7	150.2	150.4	150.5	457.2	2146.0	21045.1	4.2	43.2		
5	Muestra(58) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	31/03/2021	14	25.97	151.0	151.4	150.3	151.4	150.6	150.6	150.9	150.9	457.2	2200.6	21990.5	4.3	43.9		
6	Muestra(68) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	31/03/2021	14	25.62	151.5	151.5	151.3	151.0	150.5	150.9	151.4	150.3	457.2	2140.5	20891.1	4.2	42.6		
7	Muestra(78) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	14/04/2021	28	25.11	150.8	150.3	150.1	150.6	150.2	150.0	150.4	150.3	457.2	2223.1	21801.2	4.4	44.9		
8	Muestra(88) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	14/04/2021	28	25.63	150.5	150.8	150.3	151.0	150.9	150.9	150.5	150.9	457.2	2146.8	21052.9	4.2	42.9		
9	Muestra(98) Agregado Grueso Natural 100%	17/03/2021	14/04/2021	28	25.84	150.6	150.8	150.6	150.4	150.3	150.5	150.3	150.4	457.2	2140.3	20990.2	4.2	43.2		



10	Muestra(1/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	28/03/2021	7	25.58	150.5	150.5	150.3	150.0	150.8	150.5	150.4	150.4	457.2	2088.6	20492.0	4.1	42.1
11	Muestra(2/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	28/03/2021	7	25.64	150.2	150.5	150.6	150.2	150.0	150.1	150.4	150.1	457.2	2050.3	20136.0	4.1	41.5
12	Muestra(3/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	28/03/2021	7	25.5	150.7	150.6	150.4	150.3	150.2	150.7	150.6	150.4	457.2	2003.2	19644.7	4.0	40.3
13	Muestra(4/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	25.22	150.2	150.0	150.0	150.6	150.5	150.3	150.1	150.5	457.2	2453.2	24057.7	4.9	49.5
14	Muestra(5/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	25.73	151.0	151.1	150.8	150.6	150.9	151.0	151.0	150.8	457.2	2120.3	20793.0	4.2	42.3
15	Muestra(6/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	25.62	151.1	151.1	151.0	150.8	149.7	150.1	151.1	150.2	457.2	2059.6	20197.8	4.1	41.4
16	Muestra(7/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	25.36	150.3	150.6	150.8	150.7	150.5	150.3	150.6	150.5	457.2	2501.7	24533.3	4.8	50.3
17	Muestra(8/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	25.73	150.1	150.2	150.4	150.6	150.1	150.0	150.2	150.2	457.2	2172.3	21303.0	4.3	43.9
18	Muestra(9/5) Agregado Grueso Natural 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	25.22	150.4	150.2	150.5	150.2	150.3	150.4	150.4	150.3	457.2	2365.2	23194.7	4.7	47.8
19	Muestra(1/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	28/03/2021	7	25.42	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2190.6	21482.4	4.3	44.1
20	Muestra(2/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	28/03/2021	7	25.45	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2186.5	21442.2	4.3	44.0
21	Muestra(3/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	28/03/2021	7	25.62	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2220.5	21775.7	4.4	44.7
22	Muestra(4/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	25.41	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2400.2	23537.9	4.7	48.3
23	Muestra(5/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	25.51	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2265.5	22217.0	4.5	45.8
24	Muestra(6/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	05/04/2021	14	25.62	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2556.6	23110.4	4.7	47.4
25	Muestra(7/6) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	25.54	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2465.2	24004.8	4.9	48.7



26	Muestra(S) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	25.82	151.0	151.2	150.2	150.4	150.5	150.7	150.8	150.5	457.2	2565.1	25499.0	5.1	52.1
27	Muestra(S) Agregado Grueso Natural 100% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	22/03/2021	19/04/2021	28	25.37	150.6	150.4	150.2	150.4	150.3	150.2	150.4	150.3	457.2	2600.2	25499.3	5.1	52.5





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CARGA EN EL PUNTO CENTRAL (ASTM C-293-02)

TESIS

: "Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA : QUILLY CCORIMANYA, Shomarita Genoveva

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	Peso (Kg)	DIMENSIONES										LECTURA DEL DIAL (kg-f)		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (N/pa)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg-f/cm ²)
						BASE (mm.)			PERALTE (mm.)			PROMEDIO (mm.)		DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm.)		P(kg-f)	P(N)	Re= 3 P/L(2bd ²)	R
						b1	b2	b3	d1	d2	d3	b	d	L					
1	Muestra(1/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	07/04/2021	7	25.63	151.0	151.4	150.3	151.4	150.9	150.6	150.9	150.9	457.2	1750.6	17167.5	3.4	34.9	
2	Muestra(2/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	07/04/2021	7	25.56	151.5	151.5	151.3	151.0	150.5	150.9	151.4	150.8	457.2	1785.0	17504.9	3.5	35.5	
3	Muestra(3/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	07/04/2021	7	25.63	151.0	151.4	150.6	151.0	151.2	151.0	151.0	151.1	467.2	1700.5	16676.2	3.3	33.8	
4	Muestra(4/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	14/04/2021	14	25.76	150.2	151.0	150.8	150.7	150.0	150.4	150.6	150.4	457.2	1685.4	16470.1	3.9	40.0	
5	Muestra(5/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	14/04/2021	14	25.61	150.2	150.4	150.6	150.7	150.2	150.4	150.4	150.4	457.2	1845.6	18079.8	3.8	39.2	
6	Muestra(6/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	14/04/2021	14	25.39	150.8	151.0	151.1	151.3	151.2	150.9	151.0	151.1	467.2	1890.6	18540.5	3.7	37.8	
7	Muestra(7/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	28/04/2021	28	25.47	151.2	150.7	150.6	150.6	150.5	150.2	150.9	150.4	467.2	2005.5	19896.7	4.0	40.3	
8	Muestra(8/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	28/04/2021	28	25.46	150.0	149.8	150.2	150.8	151.0	150.9	150.0	150.9	457.2	2050.6	20109.5	4.0	41.2	
9	Muestra(9/3) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25%	31/03/2021	28/04/2021	28	25.63	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	457.2	2030.5	19912.4	4.0	40.9	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
JEFE DE LABORATORIO
Ing. Mario F. Laque Cardona



Muestra(1/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	25.52	151.2	151.0	150.8	150.8	150.7	150.5	151.0	150.7	457.2	1980.4	19225.0	3.3	38.2
Muestra(2/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	25.48	150.6	150.2	151.0	148.3	150.3	150.8	150.8	150.2	457.2	1980.5	19422.1	3.3	40.0
Muestra(3/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	25.62	151.3	151.0	150.9	151.3	151.0	151.2	151.1	151.2	457.2	2010.5	19715.3	3.3	39.9
Muestra(4/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	25.63	151.0	150.8	150.6	151.1	151.0	150.9	150.8	151.0	457.2	2000.6	19619.2	3.3	39.9
Muestra(5/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	25.46	150.8	150.6	150.4	150.8	151.0	150.8	150.8	150.9	457.2	2020.5	19614.3	4.0	40.4
Muestra(6/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	25.63	150.2	150.4	150.6	150.8	150.7	150.4	150.4	150.6	457.2	2005.6	19668.2	4.0	40.3
Muestra(7/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	25.41	150.6	150.4	150.3	150.4	150.3	150.2	150.4	150.3	457.2	2120.3	20793.0	4.2	42.8
Muestra(8/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	25.56	150.4	150.2	150.6	150.2	150.4	150.5	150.4	150.4	457.2	2050.8	20111.5	4.1	41.4
Muestra(9/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	25.56	150.6	150.2	150.3	150.4	150.8	150.4	150.4	150.5	457.2	2230.5	21873.7	4.4	44.9
Muestra(1/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	25.54	150.3	150.4	150.7	150.4	150.6	150.5	150.5	150.6	457.2	2025.7	19865.3	4.0	40.7
Muestra(2/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	25.63	150.5	150.5	150.3	150.0	150.8	150.5	150.4	150.4	457.2	2040.5	20010.5	4.0	41.1
Muestra(3/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	07/04/2021	7	25.46	150.2	150.5	150.6	150.2	150.0	150.1	150.4	150.1	457.2	2003.5	19647.6	4.0	40.5
Muestra(4/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	25.35	150.7	150.6	150.4	150.3	150.2	150.7	150.6	150.4	457.2	2153.4	21117.6	4.3	43.4
Muestra(5/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	25.46	150.3	150.6	150.4	150.2	150.6	150.7	150.4	150.5	457.2	2180.6	21384.4	4.3	43.9
Muestra(6/9): Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	14/04/2021	14	25.72	150.5	150.2	150.4	150.6	150.7	150.2	150.4	150.5	457.2	2056.3	20163.4	4.1	41.4

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES
MSc. Ing. Pedro F. Luján Aranda

25	Muestra(7(8)) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	25.63	150.3	150.4	150.4	150.7	150.4	150.6	150.8	150.8	150.5	150.6	457.2	2356.3	23107.4	4.5	47.4
26	Muestra(8(9)) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	25.00	151.0	150.8	150.6	151.1	151.0	150.9	150.8	151.0	151.0	151.0	457.2	2236.5	21832.6	4.4	44.6
27	Muestra(8(9)) Agregado Grueso Natural 75% + Agregado Grueso Reciclado 25% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	31/03/2021	28/04/2021	28	25.64	150.8	150.6	150.4	150.8	151.0	150.8	150.6	150.9	150.9	150.9	457.2	2320.6	22757.3	4.6	46.4





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CARGA EN EL PUNTO CENTRAL (ASTM C-298-02)

TESIS

: Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020*.

TESISTA

: QUILLY CCORIMAYNA, Shomaria Genoveva

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	Peso (Kg)	DIMENSIONES										LECTURA DEL DIAL (kg-f)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (mpa)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg-4cm ²)		
						BASE (mm.)			PERALTE (mm.)			PROMEDIO (mm.)		DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm.)	L				P(kg-f)	R
						b1	b2	b3	d1	d2	d3	b	d							
1	Muestra(1/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	05/04/2021	7	25.62	150.0	150.4	152.8	150.6	150.2	150.6	150.6	150.5	457.2	1754.5	17588.0	3.5	36.1		
2	Muestra(2/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	05/04/2021	7	25.76	150.5	150.0	150.8	151.0	149.8	150.5	150.4	150.4	457.2	1756.3	17223.4	3.5	35.4		
3	Muestra(3/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	05/04/2021	7	25.46	150.6	150.2	150.3	150.4	150.8	150.4	150.4	150.5	457.2	1520.6	17854.0	3.6	33.8		
4	Muestra(4/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	12/04/2021	14	25.49	151.0	151.1	150.8	150.6	150.9	151.0	151.0	150.6	457.2	1866.3	18204.1	3.6	37.1		
5	Muestra(5/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	12/04/2021	14	25.63	151.1	151.1	151.0	150.8	149.7	150.1	151.1	150.2	457.2	1900.5	18537.5	3.8	39.2		
6	Muestra(6/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	12/04/2021	14	25.47	150.3	150.6	150.4	150.2	150.6	150.7	150.4	150.5	457.2	1660.6	19423.1	3.9	39.9		
7	Muestra(7/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	26/04/2021	28	25.00	151.5	151.2	151.4	151.0	151.1	151.2	151.4	151.1	457.2	2000.5	18618.2	3.9	39.7		
8	Muestra(8/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	26/04/2021	28	25.08	150.5	150.5	150.3	150.0	150.8	150.5	150.4	150.4	457.2	1680.5	19422.1	3.9	39.9		
9	Muestra(9/5) Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50%	28/03/2021	26/04/2021	28	25.54	150.2	150.5	150.6	150.2	150.2	150.1	150.4	150.1	457.2	1940.5	18028.6	3.8	39.3		



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
MSc. Jorge Ernesto Córdova
JEFE DE LABORATORIO

Muestra/10/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	05/04/2021	7	25.26	150.2	150.4	150.8	150.8	150.8	150.7	150.4	150.6	150.6	457.2	1698.3	18254.1	3.7	37.3
Muestra/20/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	05/04/2021	7	25.82	151.1	151.0	151.4	150.7	150.8	150.4	150.6	150.6	150.6	457.2	1620.6	17855.9	3.6	36.4
Muestra/30/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	05/04/2021	7	25.63	151.2	151.0	150.8	150.6	150.7	150.6	150.6	150.7	150.7	457.2	1796.6	17510.6	3.5	35.9
Muestra/40/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	12/04/2021	14	25.54	155.5	150.8	152.3	151.0	150.8	150.9	150.5	150.9	150.5	457.2	1990.5	18520.1	3.9	38.8
Muestra/50/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	12/04/2021	14	25.59	150.3	150.0	150.9	150.4	150.3	150.5	150.3	150.4	150.4	457.2	1925.7	18664.7	3.8	36.8
Muestra/60/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	12/04/2021	14	25.68	150.5	150.5	150.3	150.0	150.8	150.5	150.4	150.4	150.4	457.2	1945.6	19079.8	3.8	39.2
Muestra/70/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	26/04/2021	26	25.49	150.9	150.8	150.9	150.2	150.5	150.9	150.5	150.5	150.5	457.2	2009.6	19697.6	4.0	40.3
Muestra/80/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	29/04/2021	28	25.87	150.2	151.0	150.6	150.7	150.0	150.4	150.6	150.4	150.4	457.2	2293.6	22365.0	4.5	45.9
Muestra/90/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 0.8 kg/m ³ de fibras de polipropileno	28/03/2021	29/04/2021	28	25.39	150.2	150.4	150.6	150.7	150.2	150.4	150.4	150.4	150.4	457.2	2195.6	21531.5	4.3	44.2
Muestra/100/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	05/04/2021	7	25.49	150.6	150.2	150.4	150.6	150.7	150.2	150.4	150.5	150.5	457.2	2280.6	22966.0	4.5	45.9
Muestra/200/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	05/04/2021	7	25.62	150.3	150.4	150.7	150.4	150.6	150.3	150.5	150.6	150.6	457.2	2155.3	21146.1	4.2	43.3
Muestra/300/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	09/04/2021	7	25.89	151.0	150.8	150.6	151.1	151.0	150.9	150.8	151.0	151.0	457.2	2200.8	21562.5	4.3	43.9
Muestra/400/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.32	150.6	150.2	150.3	150.4	150.8	150.4	150.4	150.5	150.5	457.2	2035.0	20104.5	4.7	47.4
Muestra/500/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.49	150.7	150.6	150.2	150.4	150.6	150.2	150.5	150.4	150.4	457.2	2300.6	22561.2	4.5	45.8
Muestra/600/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.78	150.3	150.4	150.7	150.4	150.8	150.8	150.5	150.6	150.6	457.2	2280.5	22462.1	4.5	46.0
Muestra/700/ Agregado Grueso Natural 50% + Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	25.69	150.3	150.3	150.3	151.2	150.5	150.8	148.8	150.8	150.8	457.2	2496.6	24091.0	4.8	48.4

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
Laboratorio de Estudios y Análisis de Materiales
Jefe de Laboratorio

Muestra(839) Agregado Grueso Natural 50% + 26 Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	29	23.48	151.0	151.4	150.6	151.0	151.2	151.0	150.6	150.9	457.2	2481.9	24338.1	4.9	40.5
Muestra(839) Agregado Grueso Natural 50% + 27 Agregado Grueso Reciclado 50% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	25.72	150.8	150.6	150.4	150.8	150.5	150.4	150.4	150.2	457.2	2400.6	23541.8	4.0	46.5





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CARGA EN EL PUNTO CENTRAL (ASTM C-293-02)

TESSIS

:"Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020".

TESISTA :QUILLY CCOORIMANYA, Shomarita Genoveva

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	Peso (Kg)	DIMENSIONES										LECTURA DEL DIAL (kg-f)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg-f/cm ²)			
						BASE (mm.)			PERALTE (mm.)			PROMEDIO (mm.)		DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm.)	L				P(kg-f)	PIN	R
						b1	b2	b3	d1	d2	d3	b	d								
1	Muestra(18) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	06/04/2021	7	25.32	150.8	150.6	150.4	150.8	151.0	150.8	150.6	150.6	150.9	467.2	1752.6	17187.1	3.4	35.1		
2	Muestra(29) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	06/04/2021	7	25.41	150.2	150.4	150.6	150.8	150.7	150.4	150.4	150.6	150.6	457.2	1720.5	16872.3	3.4	34.6		
3	Muestra(38) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	06/04/2021	7	25.63	151.1	151.0	151.4	150.7	150.6	150.4	151.2	150.6	150.6	457.2	1660.5	16480.1	3.3	33.6		
4	Muestra(49) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	13/04/2021	14	25.00	150.2	150.5	150.8	150.2	150.0	150.1	150.4	150.1	150.1	457.2	1645.7	16100.1	3.7	37.3		
5	Muestra(56) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	13/04/2021	14	25.26	150.7	150.6	150.4	150.3	150.2	150.7	150.6	150.4	150.4	457.2	1760.5	17460.7	3.5	35.9		
6	Muestra(63) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	13/04/2021	14	25.39	150.3	150.6	150.4	150.2	150.5	150.7	150.4	150.5	150.5	457.2	1810.6	17755.9	3.6	36.4		
7	Muestra(78) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	27/04/2021	28	25.23	150.9	151.1	150.8	150.2	151.8	150.8	150.9	150.9	150.9	457.2	1860.5	19422.1	3.9	39.5		
8	Muestra(85) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	27/04/2021	28	25.28	150.2	150.8	151.0	150.8	150.6	150.4	150.6	150.6	150.6	457.2	1620.5	16833.7	3.6	36.6		
9	Muestra(92) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75%	30/03/2021	27/04/2021	28	25.12	150.2	150.0	150.0	150.6	150.5	150.3	150.1	150.5	150.5	457.2	1675.6	16383.4	3.7	37.9		

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
PUNO

Ing. Quilley Ccoorimanya
Ing. Laque Cordeiro
JEFE DE LABORATORIO

1.0	Muestra(10) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	25.22	150.7	150.6	150.2	150.4	150.6	150.2	150.4	150.6	150.2	150.5	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	1706.6	17226.4	3.5	35.4	
1.1	Muestra(20) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	25.31	150.3	150.4	150.7	150.4	150.6	150.8	150.5	150.6	150.8	150.5	150.6	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	1720.4	16871.4	3.4	34.6
1.2	Muestra(30) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	25.10	150.2	149.0	150.3	151.2	150.5	150.8	149.8	150.8	150.2	150.2	150.2	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	1700.5	16876.2	3.4	34.2
1.3	Muestra(40) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.24	150.1	150.2	150.4	150.6	150.1	150.0	150.2	150.2	150.1	150.2	150.2	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	1680.4	19726.9	3.9	39.4
1.4	Muestra(50) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.35	150.4	150.2	150.5	150.2	150.3	150.4	150.4	150.4	150.3	150.4	150.4	150.3	150.6	150.2	150.4	457.2	1620.6	16634.7	3.6	36.8
1.5	Muestra(60) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.41	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.9	150.3	150.0	150.6	150.9	150.3	150.6	150.2	150.4	457.2	1680.5	16639.5	3.7	38.1
1.6	Muestra(70) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	25.30	151.1	151.1	151.0	150.6	148.7	150.1	151.1	150.2	150.6	151.1	150.2	150.6	150.2	150.4	457.2	2154.6	21129.4	4.8	48.4	
1.7	Muestra(80) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	25.10	150.3	150.6	150.4	150.2	150.6	150.7	150.4	150.5	150.6	150.7	150.4	150.5	150.6	150.2	150.4	457.2	2006.0	19672.1	4.0	40.4
1.8	Muestra(80) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% = 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	25.26	150.8	150.2	150.4	150.6	150.7	150.2	150.4	150.5	150.6	150.7	150.4	150.5	150.6	150.2	150.4	457.2	2130.5	20683.1	4.2	42.9
1.9	Muestra(10) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	25.28	150.3	150.0	150.6	150.4	150.3	150.5	150.3	150.4	150.3	150.5	150.3	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	1864.8	19170.0	3.9	39.4
2.0	Muestra(20) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	25.36	150.5	150.5	150.3	150.0	150.8	150.5	150.4	150.4	150.8	150.5	150.4	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	1620.6	16634.7	3.6	36.7
2.1	Muestra(30) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	06/04/2021	7	25.16	150.2	150.5	150.6	150.2	150.0	150.1	150.4	150.1	150.6	150.1	150.4	150.1	150.6	150.2	150.4	457.2	1886.6	16639.5	3.8	38.4
2.2	Muestra(40) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.17	151.5	151.5	151.3	151.0	150.5	150.8	151.4	150.8	150.5	150.8	151.4	150.8	150.5	150.2	150.4	457.2	2221.5	21765.5	4.3	44.2
2.3	Muestra(50) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.16	151.0	151.4	150.6	151.0	151.2	151.0	151.0	151.1	151.2	151.0	151.1	151.1	151.0	150.2	150.4	457.2	2175.4	21333.4	4.2	43.3
2.4	Muestra(60) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	13/04/2021	14	25.00	150.2	151.0	150.6	150.7	150.0	150.4	150.6	150.4	150.6	150.4	150.6	150.4	150.6	150.2	150.4	457.2	2250.4	22068.9	4.4	45.3
2.5	Muestra(70) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	28	25.41	151.5	151.5	151.3	151.0	150.5	150.8	151.4	150.8	150.5	150.8	151.4	150.8	150.5	150.2	150.4	457.2	2356.8	23112.3	4.6	46.9

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN CONSTRUCCION CIVIL
Mg. Ing. Lino F. Lora Coca
JEFE DE LABORATORIO

26	Muestra (8/8) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 Kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	26	26.30	151.0	151.4	150.6	151.0	151.2	151.0	151.0	151.1	457.2	2300.6	23345.7	4.6	47.4
27	Muestra (9/9) Agregado Grueso Natural 25% + Agregado Grueso Reciclado 75% + 1.2 Kg/m ³ de fibras de polipropileno	30/03/2021	27/04/2021	26	25.12	150.8	150.6	150.4	150.4	150.4	150.3	150.6	150.5	457.2	2288.4	22412.1	4.5	48.0





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES
AV. FLORAL (CIUDAD UNIVERSITARIA)



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN CON CARGA EN EL PUNTO CENTRAL (ASTM C-293-02)

TESIS

“Evaluación de la influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia del concreto elaborado con agregado grueso reciclado, Puno 2020”.

TESISTA :QUILLY COORIMANYA, Shomartha Genoveva

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD días	Peso (Kg)	DIMENSIONES												LECTURA DEL DIAL (kg-f)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm ²)
						BASE (mm.)			PERALTE (mm.)			PROMEDIO (mm.)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm.)	P(kg-f)	P(N)			
						b1	b2	b3	d1	d2	d3	d	b	d							L
1	Muestra(16) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	01/04/2021	7	25.16	151.0	151.1	150.6	150.9	151.0	151.0	151.0	150.8	457.2	15206.2	15206.2	3.0	31.0		
2	Muestra(28) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	01/04/2021	7	25.32	151.1	151.1	150.3	149.7	150.1	151.1	150.2	457.2	15206.6	14912.0	3.0	30.6			
3	Muestra(36) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	01/04/2021	7	25.00	150.3	150.5	150.8	150.7	150.5	150.5	150.5	457.2	14925.5	14936.4	2.9	30.0			
4	Muestra(48) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	09/04/2021	14	25.34	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.3	457.2	15006.6	15500.4	3.1	31.8			
5	Muestra(59) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	09/04/2021	14	25.40	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.3	457.2	1600.3	15999.7	3.2	32.6			
6	Muestra(69) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	09/04/2021	14	25.26	151.2	150.9	150.6	150.2	150.0	150.6	150.3	457.2	1632.3	18007.4	3.2	32.9			
7	Muestra(79) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	22/04/2021	26	25.12	150.6	150.4	150.8	150.6	150.2	150.6	150.5	457.2	1680.3	16478.1	3.3	33.6			
8	Muestra(88) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	22/04/2021	26	25.37	150.5	150.0	150.8	151.0	148.8	150.5	150.4	457.2	1720.5	16872.3	3.4	34.7			
9	Muestra(88) Agregado Grueso Reciclado 100%	25/03/2021	22/04/2021	26	25.30	150.6	150.2	150.3	150.4	150.8	150.4	150.5	457.2	1854.3	16223.1	3.3	33.3			
10	Muestra(139) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	23/03/2021	30/03/2021	7	25.46	150.8	151.0	151.1	151.3	151.2	150.9	151.0	457.2	1456.2	14280.4	2.8	28.0			
11	Muestra(239) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	23/03/2021	30/03/2021	7	25.36	151.2	150.7	150.8	150.6	150.5	150.2	150.9	457.2	1486.6	14608.0	2.9	29.9			
12	Muestra(339) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m ³ de fibras de polipropileno	23/03/2021	30/03/2021	7	25.03	150.0	150.8	150.2	150.6	151.0	150.9	150.9	457.2	1420.3	13928.4	2.6	26.5			



13	Muestra(46) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	23/03/2021	06/04/2021	14	25.35	151.0	151.1	150.8	150.8	150.9	151.0	151.0	150.8	457.2	1684.6	16519.8	3.3	33.6
14	Muestra(56) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	23/03/2021	06/04/2021	14	25.13	151.1	151.0	150.8	148.7	150.1	151.1	150.2	457.2	1620.5	15691.7	3.2	32.6	
15	Muestra(66) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	23/03/2021	06/04/2021	14	25.05	150.3	150.6	150.4	150.2	150.6	150.7	150.4	150.5	457.2	1674.5	16421.2	3.3	33.7
16	Muestra(76) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	23/03/2021	20/04/2021	26	25.46	150.3	150.4	150.7	150.4	150.6	150.8	150.5	150.8	457.2	1860.4	18146.2	3.6	37.2
17	Muestra(86) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	23/03/2021	20/04/2021	26	25.44	151.0	150.8	150.6	151.1	151.0	150.9	150.8	151.0	457.2	1862.3	18202.9	3.6	37.1
18	Muestra(96) Agregado Grueso Reciclado 100% + 0.6 kg/m3 de fibras de polipropileno	23/03/2021	20/04/2021	26	25.38	150.8	150.8	150.4	150.8	151.0	150.8	150.6	150.9	457.2	1720.5	16872.3	3.4	34.4
19	Muestra(15) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	25.12	150.2	151.0	150.8	150.7	150.0	150.4	150.6	150.4	457.2	1750.6	17168.5	3.5	35.3
20	Muestra(25) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	25.31	151.5	151.3	151.0	150.5	150.9	151.4	150.8	457.2	1720.6	16873.3	3.4	34.3	
21	Muestra(35) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	01/04/2021	7	25.41	151.0	151.4	150.8	151.0	151.2	151.0	151.1	457.2	1710.4	16773.3	3.3	34.0	
22	Muestra(45) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	06/04/2021	14	25.38	150.6	150.2	151.0	149.8	150.3	150.6	150.2	457.2	1850.4	18146.2	3.7	37.3	
23	Muestra(55) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	26/04/2021	14	25.13	151.3	151.0	150.9	151.3	151.0	151.2	151.1	151.2	457.2	1830.5	17951.1	3.6	36.4
24	Muestra(65) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	08/04/2021	14	25.26	150.8	150.2	150.4	150.6	150.7	150.2	150.4	150.3	457.2	1785.8	17610.8	3.5	36.2
25	Muestra(75) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	22/04/2021	26	25.38	151.1	151.0	151.4	150.7	150.8	150.4	151.2	150.6	457.2	1942.5	19049.4	3.8	38.9
26	Muestra(85) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	22/04/2021	26	25.23	151.2	151.3	150.6	150.6	150.7	150.6	150.9	150.7	457.2	1965.8	19572.1	3.9	40.0
27	Muestra(95) Agregado Grueso Reciclado 100% + 1.2 kg/m3 de fibras de polipropileno	25/03/2021	22/04/2021	26	25.29	150.6	150.2	151.0	149.8	150.3	150.6	150.4	150.2	457.2	1980.6	19423.1	3.9	40.0





ANEXO 10:

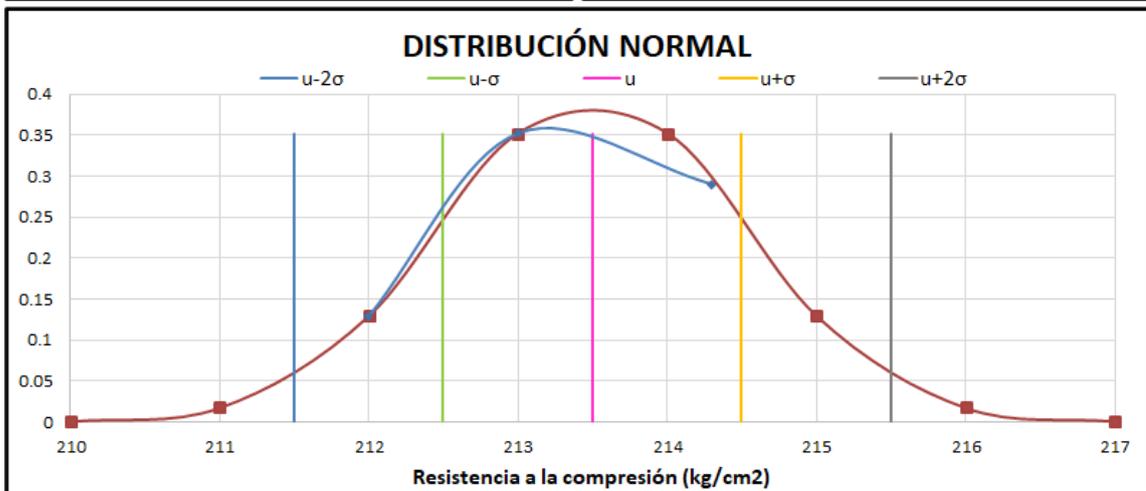
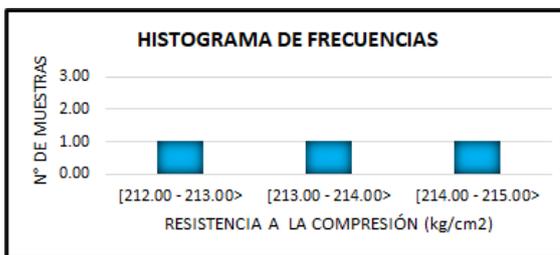
ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Análisis Estadístico. CN100% – 28 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) A LOS 28 DÍAS DE EDAD							MUESTRA	$f'c$ (X_i)
CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 100% (CN100%)							CN100% - 07	214.30
							CN100% - 09	212.00
							CN100% - 10	213.00

Intervalos de Clase	X_i	f_i	F_i	$f_i \cdot X_i$	$X_i - u$	$(X_i - u)^2$	$f_i \cdot (X_i - u)^2$
[212.00 - 213.00 >	212.50	1.00	1.00	212.50	-1.00	1.00	1.00
[213.00 - 214.00 >	213.50	1.00	2.00	213.50	0.00	0.00	0.00
[214.00 - 215.00 >	214.50	1.00	3.00	214.50	1.00	1.00	1.00
		3.00		640.50		2.00	2.00

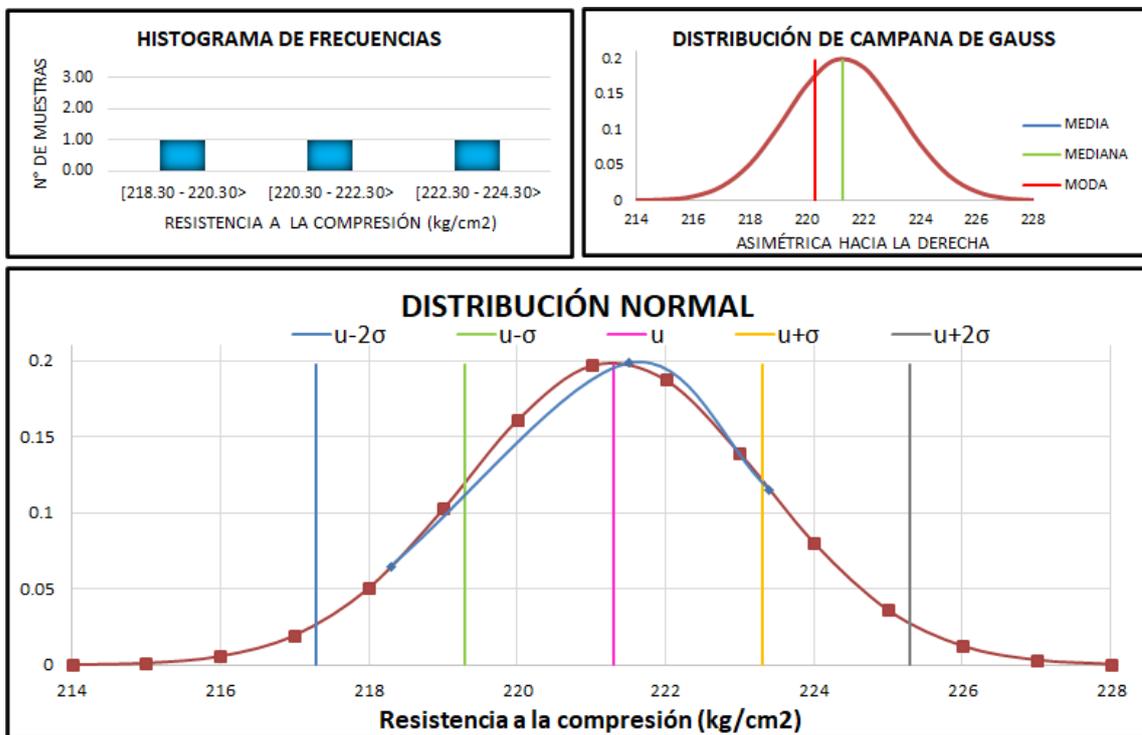
NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00
RANGO DE DATOS : R_x		$X_{max} =$	214.30	$X_{min} =$	212.00		2.30
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						0.77	1.00
MEDIA : u							213.50
MEDIANA : u_m		($u > u_m > x_o \rightarrow Der$; $u < u_m < x_o \rightarrow Izq$)				213.00	213.50
MODA : u_o							213.00
VARIANZA :							1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.47



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN100% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN100%+0.6P – 28 días.

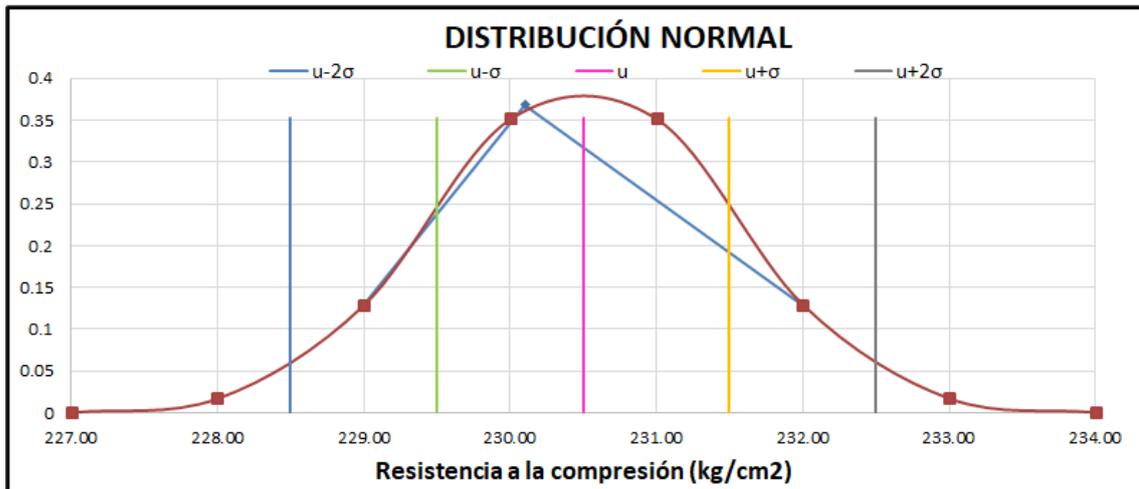
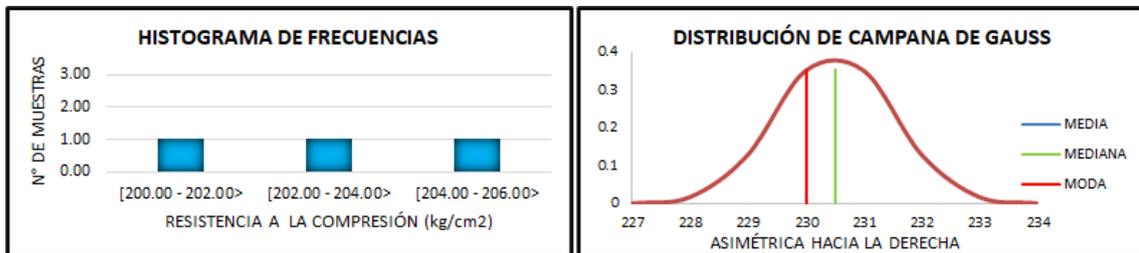
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f_c) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 100% + 0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN100%+0.6P)							MUESTRA	f_c (Xi)	
							CN100%+0.6P - 07	218.30	
							CN100%+0.6P - 08	223.40	
							CN100%+0.6P - 09	221.50	
Intervalos de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²		
[218.30 - 220.30 >	219.30	1.00	1.00	219.30	-2.00	4.00	4.00		
[220.30 - 222.30 >	221.30	1.00	2.00	221.30	0.00	0.00	0.00		
[222.30 - 224.30 >	223.30	1.00	3.00	223.30	2.00	4.00	4.00		
		3.00		663.90		8.00	8.00		
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00	
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 223.40	Xmin= 218.30	5.10
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								1.70	2.00
MEDIA : u									221.30
MEDIANA : u_m							($u > u_m > x_o \rightarrow Der$; $u < u_m < x_o \rightarrow Izq$)	221.50	221.30
MODA : u_o									220.30
VARIANZA :									4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									0.90



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN100%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN100%+1.2P – 28 días.

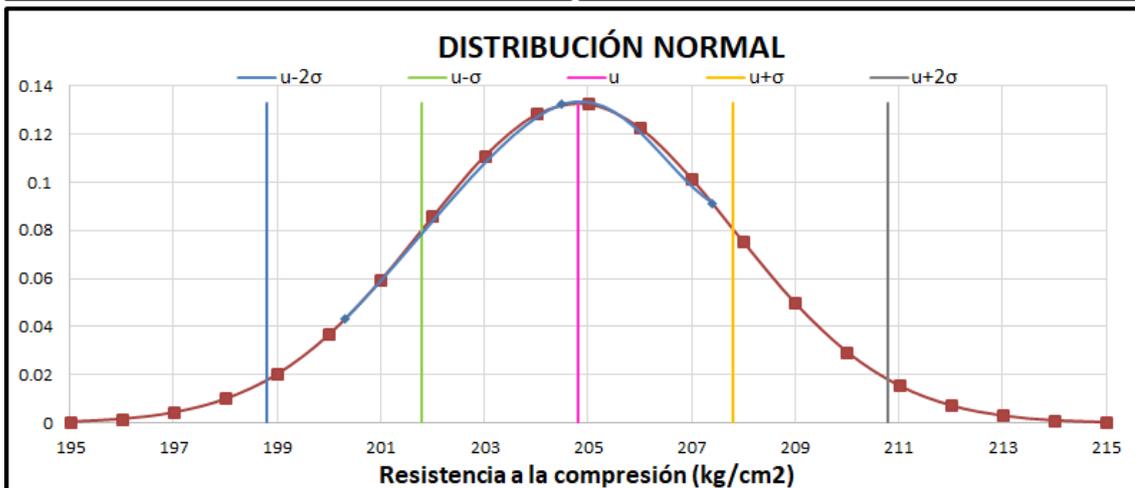
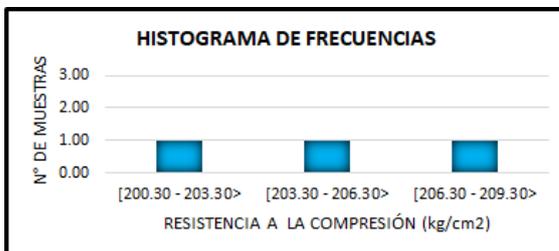
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) A LOS 14 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 100% + 1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN100%+1.2P)							MUESTRA	$f'c$ (Xi)	
							CN100%+1.2P - 07	229.00	
							CN100%+1.2P - 08	230.10	
							CN100%+1.2P - 09	232.00	
Intervalos de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²		
[229.00 230.00 >	229.50	1.00	1.00	229.50	-1.00	1.00	1.00		
[230.00 231.00 >	230.50	1.00	2.00	230.50	0.00	0.00	0.00		
[231.00 232.00 >	231.50	1.00	3.00	231.50	1.00	1.00	1.00		
		3.00		691.50		2.00	2.00		
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00	
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 232.00	Xmin= 229.00	3.00
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								1.00	1.00
MEDIA : u									230.50
MEDIANA : u_m							(u > u_m > x_o -->Der ; u < u_m < x_o -->Izq)	230.10	230.50
MODA : u_o									230.00
VARIANZA :									1.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									1.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									0.43



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN100%+1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN75%+CR25% – 28 días.

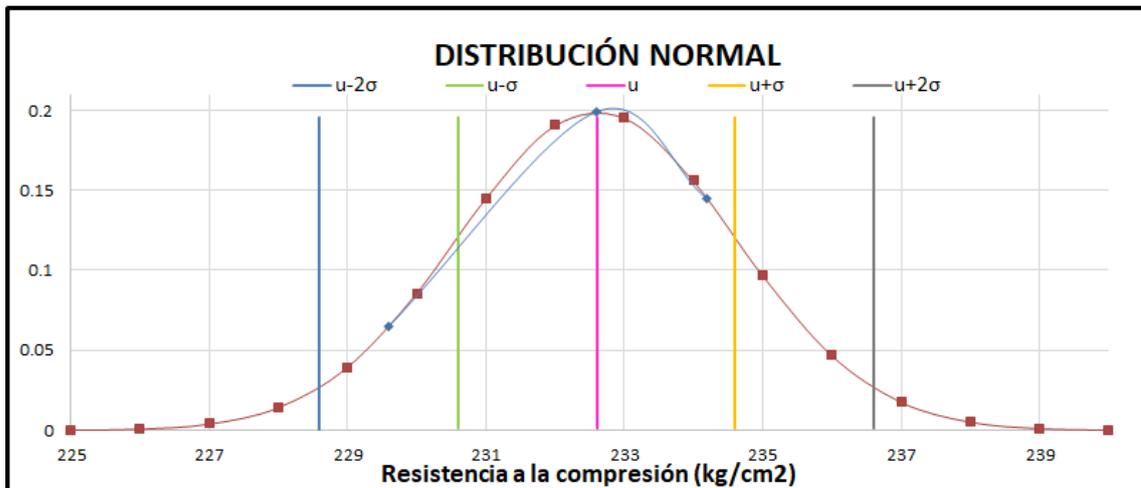
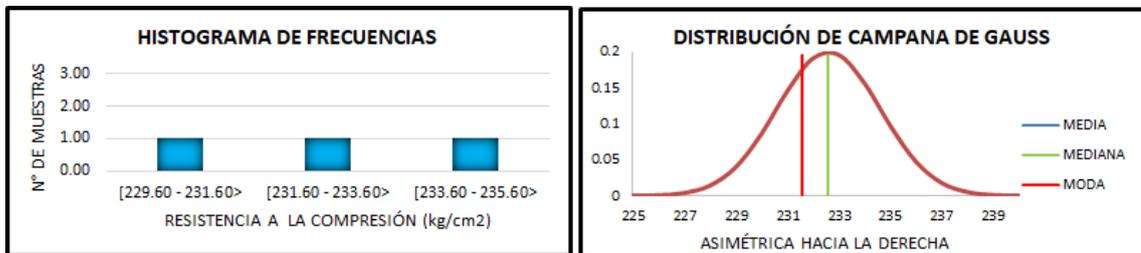
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 75% + AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 25% (CN75%+CR25%)						MUESTRA	f'c (Xi)			
						CN75%+CR25% - 07	200.30			
						CN75%+CR25% - 08	207.40			
						CN75%+CR25% - 09	204.50			
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
I	200.30	203.30	>	201.80	1.00	1.00	201.80	-3.00	9.00	9.00
I	203.30	206.30	>	204.80	1.00	2.00	204.80	0.00	0.00	0.00
I	206.30	209.30	>	207.80	1.00	3.00	207.80	3.00	9.00	9.00
				3.00			614.40		18.00	18.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00			
RANGO DE DATOS : Rx						Xmax= 207.40	Xmin= 200.30	7.10		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00		
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							2.37	3.00		
MEDIA : u							204.80			
MEDIANA : um						(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	204.50	204.80		
MODA : uo							203.30			
VARIANZA :							9.00			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							3.00			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.46			



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN75%+CR25% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN75%+CR25%+0.6P – 28 días.

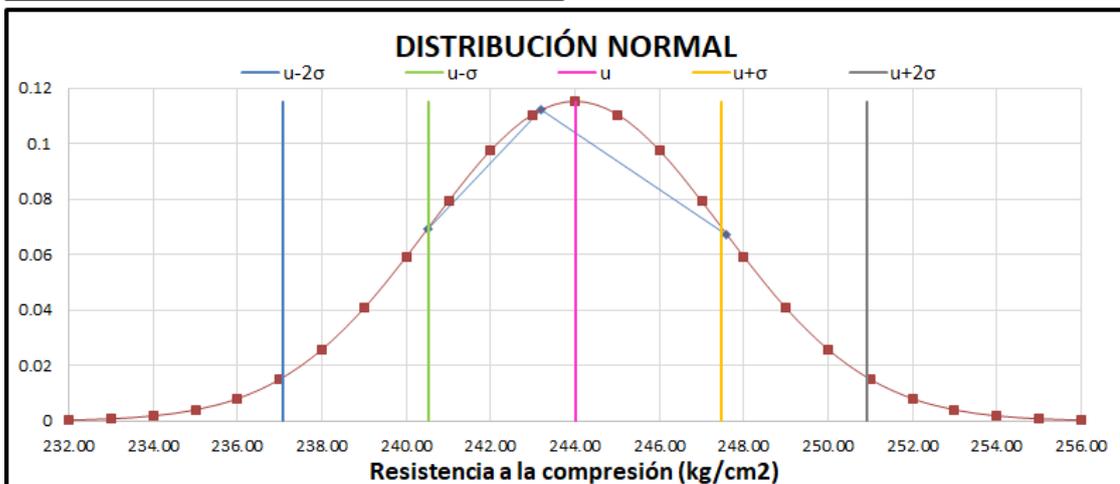
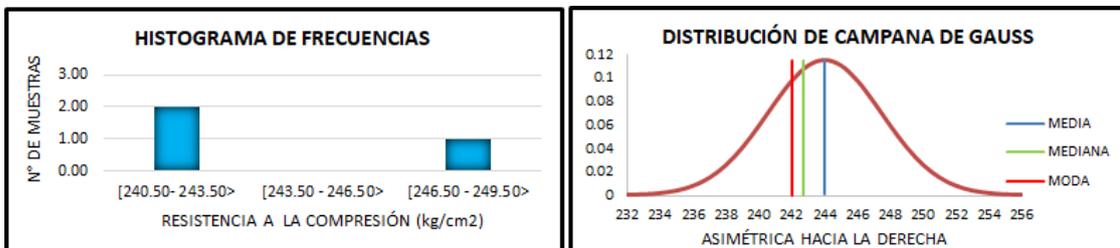
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 75% +AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 25%+0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN75%+CR25%+0.6P)					MUESTRA	$f'c$ (Xi)				
					CN75%+CR25%+0.6P - 07	232.60				
					CN75%+CR25%+0.6P - 08	229.60				
					CN75%+CR25%+0.6P - 09	234.20				
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[229.60	231.60	>	230.60	1.00	1.00	230.60	-2.00	4.00	4.00
[231.60	233.60	>	232.60	1.00	2.00	232.60	0.00	0.00	0.00
[233.60	235.60	>	234.60	1.00	3.00	234.60	2.00	4.00	4.00
				3.00			697.80		8.00	8.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N						3.00				
RANGO DE DATOS : Rx					Xmax= 234.20	Xmin= 229.60	4.60			
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							3.00			
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							2.57			
MEDIA : u							2.00			
MEDIANA : um					(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)		232.60	232.60		
MODA : uo							231.60	231.60		
VARIANZA :							4.00			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							2.00			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							0.86			



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN75%+CR25%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN75%+CR25%+1.2P – 28 días.

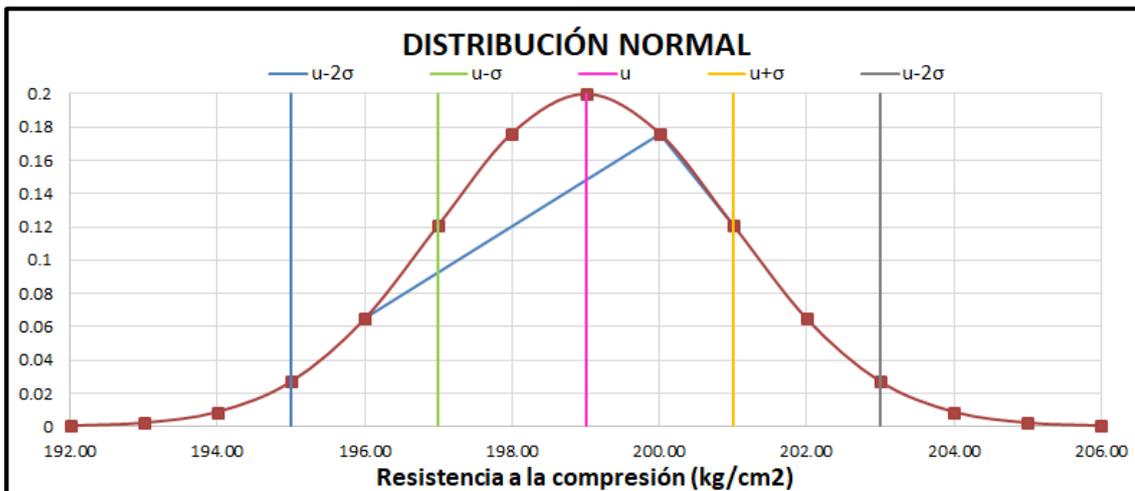
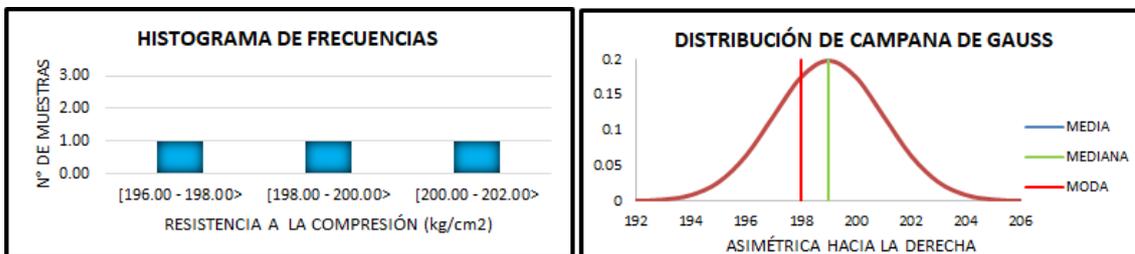
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 75% +AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 25%+1.2 kg/m3 DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN75%+CR25%+1.2P)				MUESTRA		f'c (Xi)		
				Intervalos de Clase		Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2
				CN75%+CR25%+1.2P - 07		243.20		
				CN75%+CR25%+1.2P - 08		240.50		
				CN75%+CR25%+1.2P - 09		247.60		
						3.00		
						732.00		
						21.00		
						24.00		
NÚMERO DE MUESTRAS : N						3.00		
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	247.60	Xmin=	240.50	7.10
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						2.37	3.00	
MEDIA : u							244.00	
MEDIANA : um				(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)		243.20	242.75	
MODA : uo							242.00	
VARIANZA :							12.00	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							3.46	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.42	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN75%+CR25%+1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN50%+CR50% – 28 días.

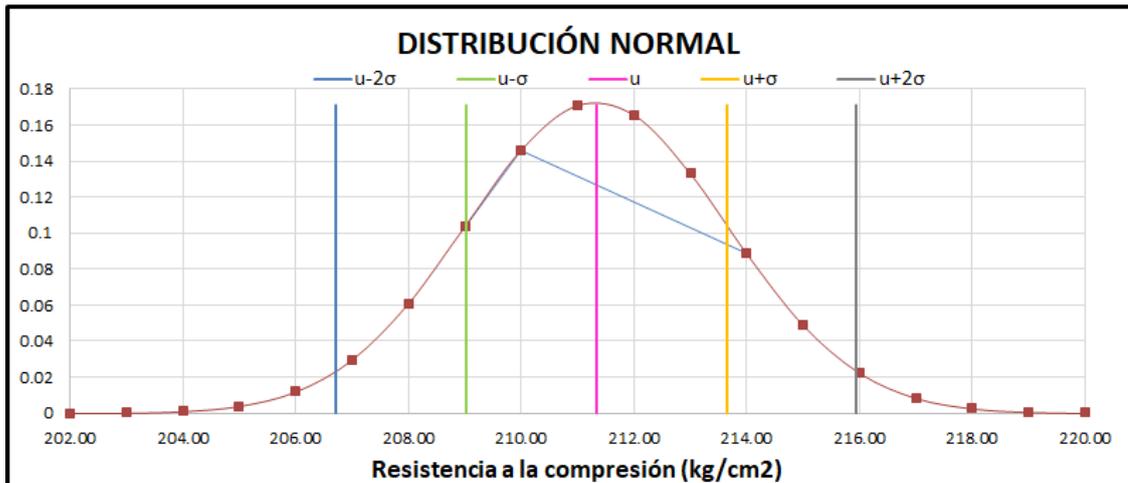
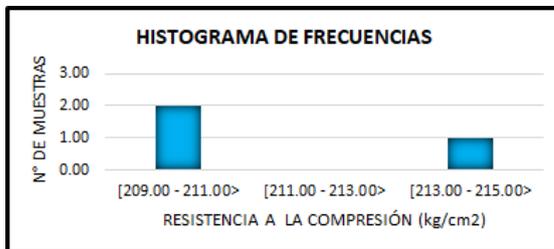
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 50% +AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 50% (CN50%+CR50%)				MUESTRA	f'c (Xi)					
				CN50%+CR50% - 07	201.00					
				CN50%+CR50% - 08	200.00					
				CN50%+CR50% - 09	196.00					
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
I	196.00	198.00	>	197.00	1.00	1.00	197.00	-2.00	4.00	4.00
I	198.00	200.00	>	199.00	1.00	2.00	199.00	0.00	0.00	0.00
I	200.00	202.00	>	201.00	1.00	3.00	201.00	2.00	4.00	4.00
					3.00		597.00		8.00	8.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N										3.00
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	201.00	Xmin=	196.00			5.00
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K									2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLA:									1.67	2.00
MEDIA : u										199.00
MEDIANA : um				(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)				200.00		199.00
MODA : uo										198.00
VARIANZA :										4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:										2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV										1.01



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN50%+CR50% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN50%+CR50%+0.6P –28 días.

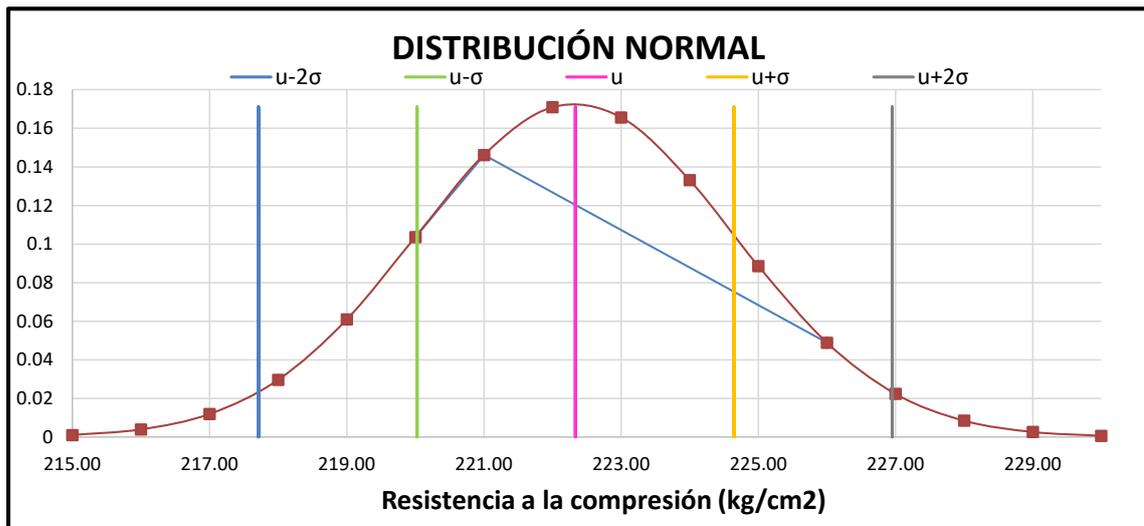
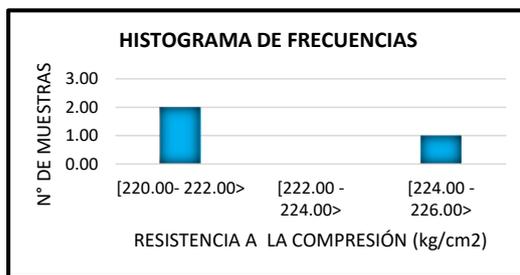
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 50% + AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 50%+ 0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN50%+CR50%+0.6P)				MUESTRA		$f'c$ (Xi)				
				CN50%+CR50%+0.6P - 07		CN50%+CR50%+0.6P - 08		CN50%+CR50%+0.6P - 09		
						210.00				
						214.00				
						209.00				
Intervalos de Clase		Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²		
[	209.00	211.00	>	210.00	2.00	2.00	420.00	-1.33	1.78	3.56
[	211.00	213.00	>	212.00	0.00	2.00	0.00	0.67	0.44	0.00
[	213.00	215.00	>	214.00	1.00	3.00	214.00	2.67	7.11	7.11
				3.00		634.00		9.33		10.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N						3.00				
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	214.00	Xmin=	209.00	5.00		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57		3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLA:								1.67		2.00
MEDIA : u										211.33
MEDIANA : um				(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)				210.00		210.50
MODA : uo										210.00
VARIANZA :										5.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:										2.31
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV										1.09



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN50%+CR50%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN50%+CR50%+1.2P –28 días.

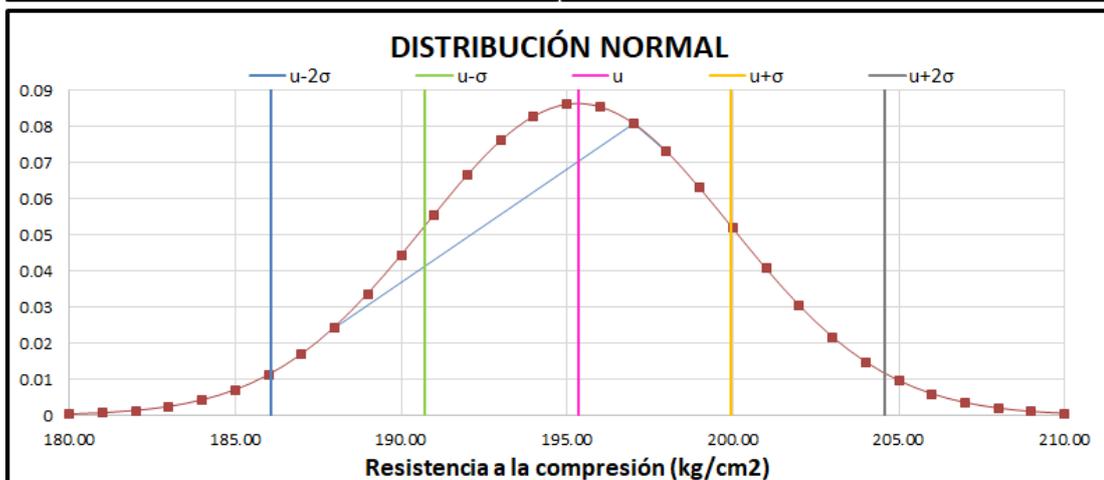
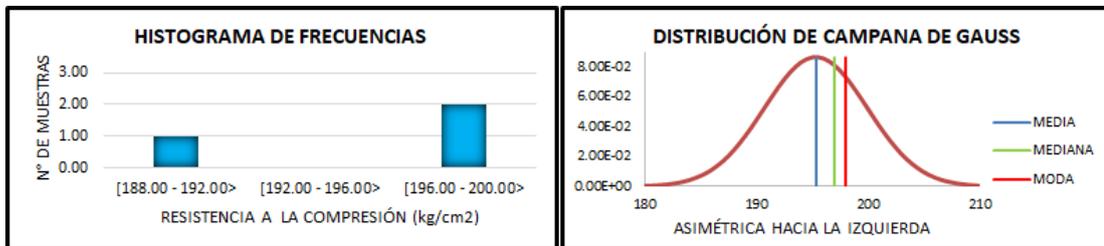
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD					MUESTRA		$f'c$ (Xi)		
CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 50% + AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 50%+ 1.2 kg/m3 DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN50%+CR50%+1.2P)					CN50%+CR50%+1.2P - 07		220.00		
					CN50%+CR50%+1.2P - 08		221.00		
					CN50%+CR50%+1.2P - 09		226.00		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
220.00	222.00	>	221.00	2.00	2.00	442.00	-1.33	1.78	3.56
222.00	224.00	>	223.00	0.00	2.00	0.00	0.67	0.44	0.00
224.00	226.00	>	225.00	1.00	3.00	225.00	2.67	7.11	7.11
				3.00		667.00		9.33	10.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00		
RANGO DE DATOS : Rx					Xmax=	226.00	Xmin=	220.00	6.00
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							2.00	2.00	
MEDIA : u								222.33	
MEDIANA : um								221.00	
MODA : uo							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	221.00	
VARIANZA :								5.33	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								2.31	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								1.04	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN50%+CR50%+1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN25%+CR75% – 28 días.

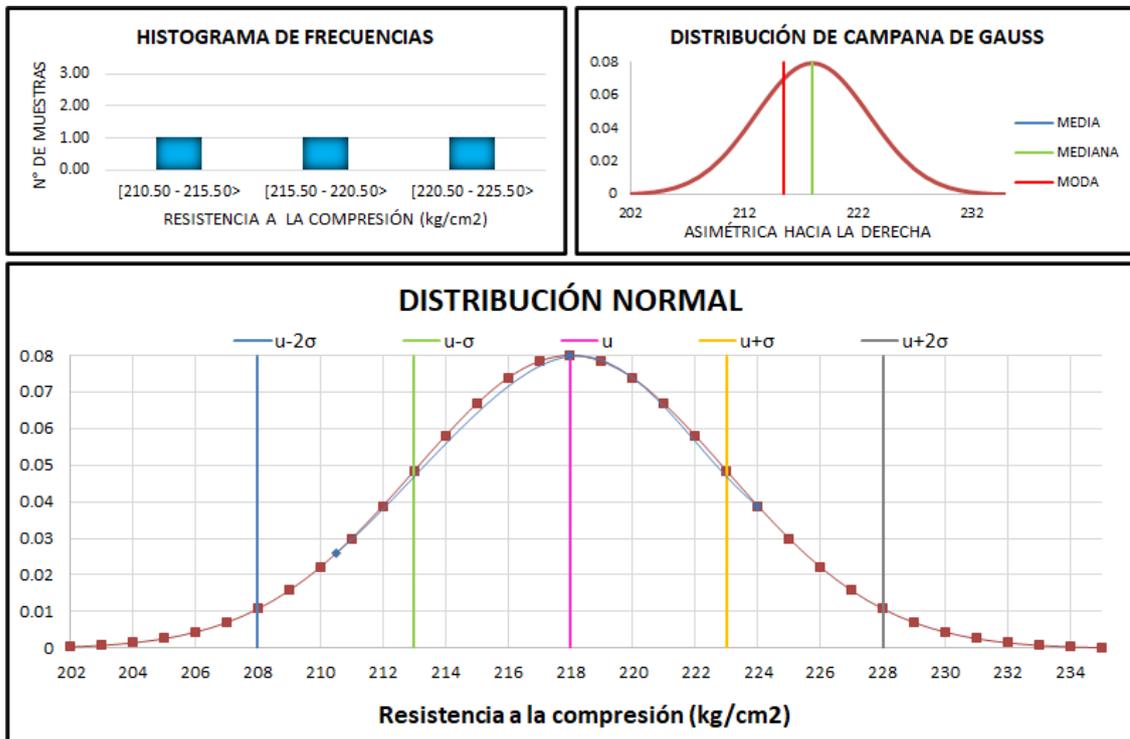
RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 25% + CONCRETO RECICLADO AL 75% (CN25%+CR75%)							MUESTRA	f'c (Xi)		
							CN25%+CR75% - 07	198.00		
							CN25%+CR75% - 08	188.00		
							CN25%+CR75% - 09	197.00		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
[188.00	192.00	>	190.00	1.00	1.00	190.00	-5.33	28.44	28.44
[192.00	196.00	>	194.00	0.00	1.00	0.00	-1.33	1.78	0.00
[196.00	200.00	>	198.00	2.00	3.00	396.00	2.67	7.11	14.22
				3.00			586.00		37.33	42.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 198.00 Xmin= 188.00	10.00		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								3.33	4.00	
MEDIA : u								195.33		
MEDIANA : um							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)	197.00	197.00	
MODA : uo								198.00		
VARIANZA :								21.33		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								4.62		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								2.36		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN25%+CR75% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN25%+CR75%+0.6P – 28 días.

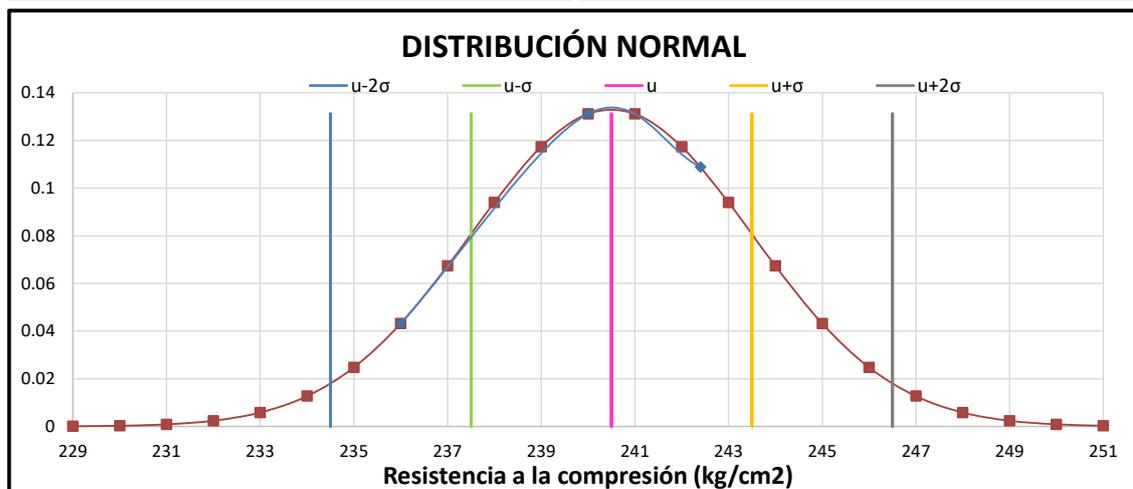
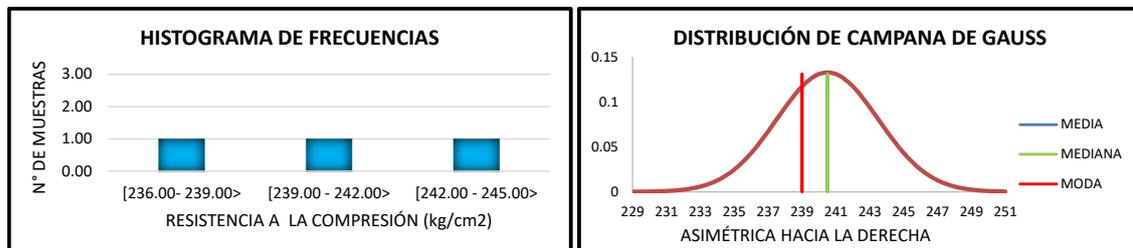
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 25% + CONCRETO RECICLADO AL 75%+0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN25%+CR75%+0.6P)							MUESTRA	f'c (Xi)		
							CN25%+CR75%+0.6P - 07	224.00		
							CN25%+CR75%+0.6P - 08	210.50		
							CN25%+CR75%+0.6P - 09	218.00		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[210.50	215.50	>	213.00	1.00	1.00	213.00	-5.00	25.00	25.00
[215.50	220.50	>	218.00	1.00	2.00	218.00	0.00	0.00	0.00
[220.50	225.50	>	223.00	1.00	3.00	223.00	5.00	25.00	25.00
				3.00			654.00		50.00	50.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 224.00 Xmin= 210.50	13.50		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00		
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							4.50	5.00		
MEDIA : u								218.00		
MEDIANA : um							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	218.00	218.00	
MODA : uo								215.50		
VARIANZA :								25.00		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								5.00		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								2.29		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN25%+CR75%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN25%+CR75%+1.2P – 28 días.

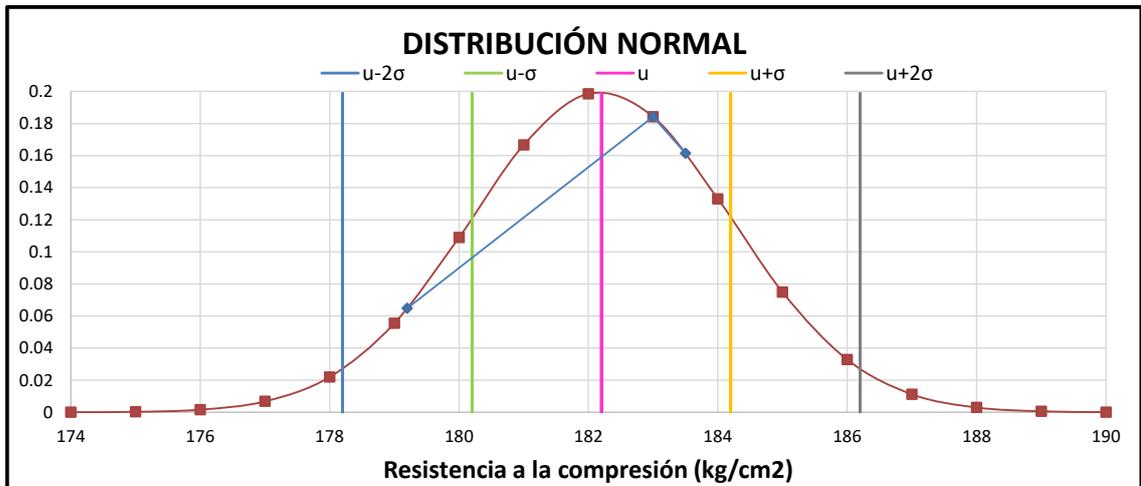
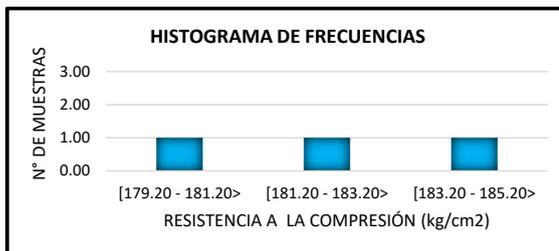
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 25% + CONCRETO RECICLADO AL 75%+ 1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN25%+CR75%+1.2P)								MUESTRA	$f'c$ (Xi)	
								CN25%+CR75%+1.2P - 07	242.40	
								CN25%+CR75%+1.2P - 08	236.00	
								CN25%+CR75%+1.2P - 09	240.00	
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[236.00	239.00	>	237.50	1.00	1.00	237.50	-3.00	9.00	9.00
[239.00	242.00	>	240.50	1.00	2.00	240.50	0.00	0.00	0.00
[242.00	245.00	>	243.50	1.00	3.00	243.50	3.00	9.00	9.00
				3.00			721.50		18.00	18.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N									3.00	
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	242.40	Xmin=	236.00		6.40	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								2.13	3.00	
MEDIA : u									240.50	
MEDIANA : u_m								(u > u_m > x_o -->Der ; u < u_m < x_o -->lzq)	240.00	240.50
MODA : u_o									239.00	
VARIANZA :									9.00	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									3.00	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									1.25	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN25%+CR75%+1.2P – 28 días

Análisis Estadístico. CR100% – 28 días.

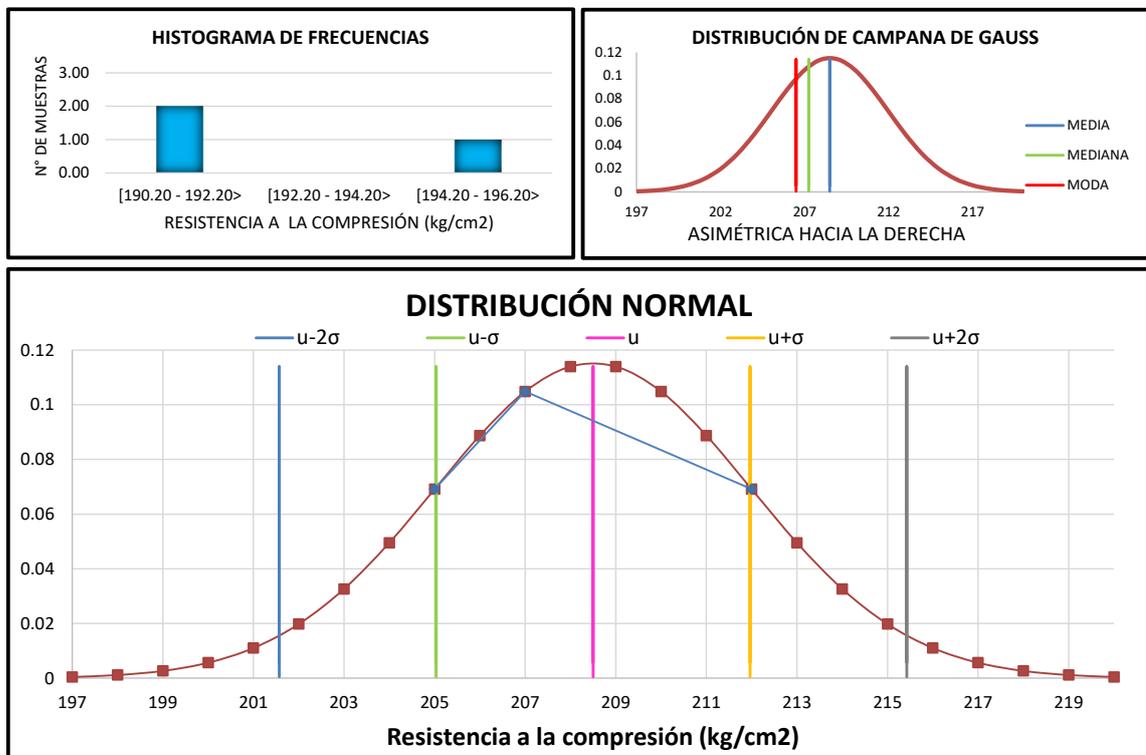
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ($f'c$) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 100% (CN100%)					MUESTRA	$f'c$ (Xi)	
					CR100% - 07	179.20	
					CR100% - 08	183.50	
					CR100% - 09	183.00	
Intervalos de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[179.20 | 181.20 >	180.20	1.00	1.00	180.20	-2.00	4.00	4.00
[181.20 | 183.20 >	182.20	1.00	2.00	182.20	0.00	0.00	0.00
[183.20 | 185.20 >	184.20	1.00	3.00	184.20	2.00	4.00	4.00
		3.00		546.60		8.00	8.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N						3.00	
RANGO DE DATOS : Rx					Xmax= 183.50	Xmin= 179.20	4.30
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.43	2.00
MEDIA : u							182.20
MEDIANA : um					(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	183.00	182.20
MODA : uo							181.20
VARIANZA :							4.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							2.00
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.10



Histograma de frecuencias y distribución normal. CR100% – 28 días.

Análisis Estadístico. CR100% + 0.6P – 28 días.

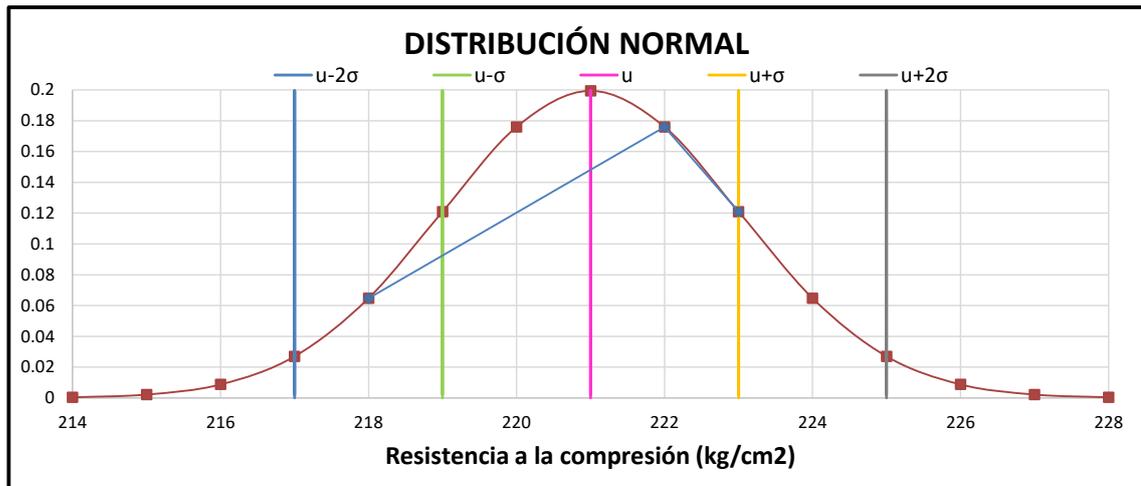
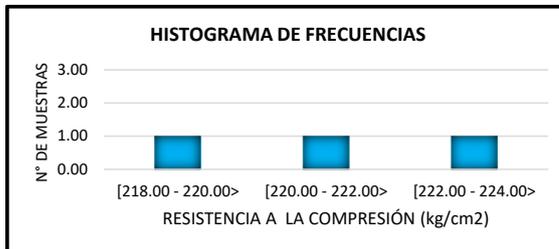
RESISTENCIA A LA COMPRESION (f_c) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 100% + 0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN100%+0.6P)				MUESTRA	f_c (Xi)		
				CR100%+0.6P - 07	207.00		
				CR100%+0.6P - 08	205.00		
				CR100%+0.6P - 09	212.00		
Intervalos de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[205.00 | 208.00] >	206.50	2.00	2.00	413.00	-2.00	4.00	8.00
[208.00 | 211.00] >	209.50	0.00	2.00	0.00	1.00	1.00	0.00
[211.00 | 214.00] >	212.50	1.00	3.00	212.50	4.00	16.00	16.00
		3.00		625.50		21.00	24.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N					3.00		
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax= 212.00	Xmin= 205.00	7.00	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						2.33	3.00
MEDIA : u							208.50
MEDIANA : um				(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)			207.00
MODA : uo							206.50
VARIANZA :							12.00
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							3.46
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							1.66



Histograma de frecuencias y distribución normal. CR100% + 0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CR100% + 1.2P – 28 días.

RESISTENCIA A LA COMPRESION (f'c) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 100% + 1.2 kg/m3 DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN100%+1.2P)						MUESTRA	f'c (Xi)		
						CR100%+1.2P - 07	222.00		
						CR100%+1.2P - 08	218.00		
						CR100%+1.2P - 09	223.00		
Intervalos de Clase		Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
|	218.00 | 220.00	>	219.00	1.00	1.00	219.00	-2.00	4.00	4.00
|	220.00 | 222.00	>	221.00	1.00	2.00	221.00	0.00	0.00	0.00
|	222.00 | 224.00	>	223.00	1.00	3.00	223.00	2.00	4.00	4.00
			3.00		663.00			8.00	8.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00		
RANGO DE DATOS : Rx						Xmax= 223.00	Xmin= 218.00	5.00	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							1.67	2.00	
MEDIA : u								221.00	
MEDIANA : um						(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	222.00	221.00	
MODA : uo								220.00	
VARIANZA :								4.00	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								2.00	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								0.90	

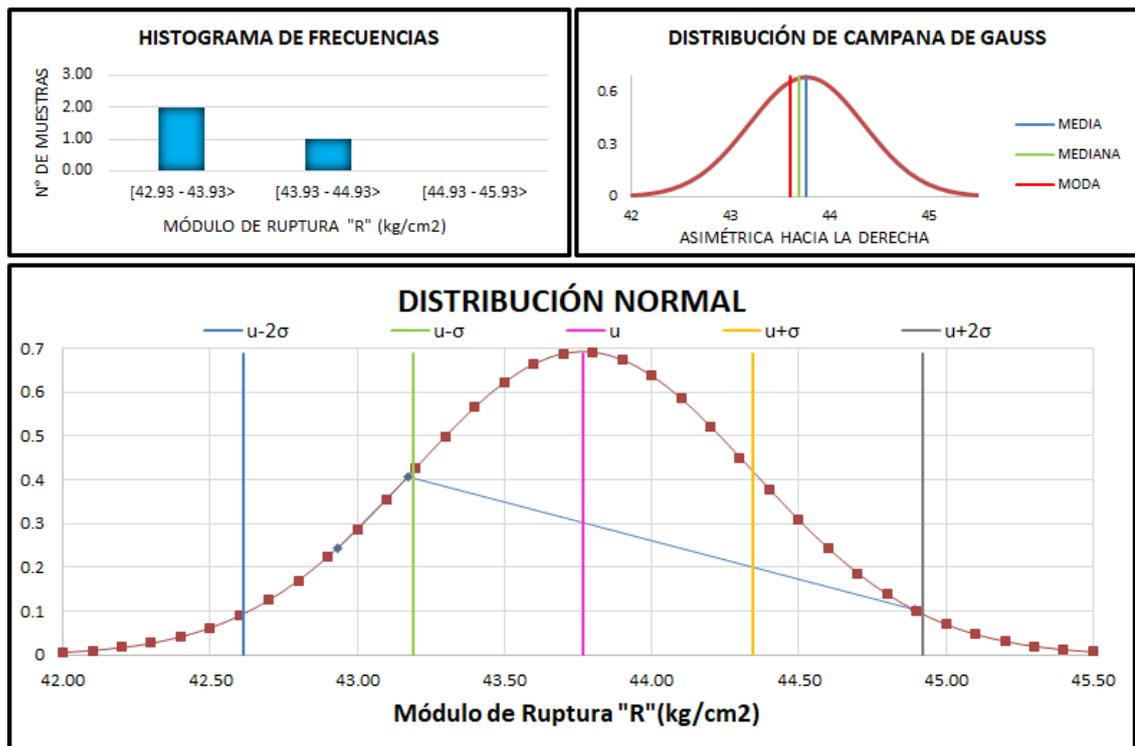


Histograma de frecuencias y distribución normal. CR100% + 1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico: Resistencia a la Flexión

Análisis Estadístico. CN100% – 28 días.

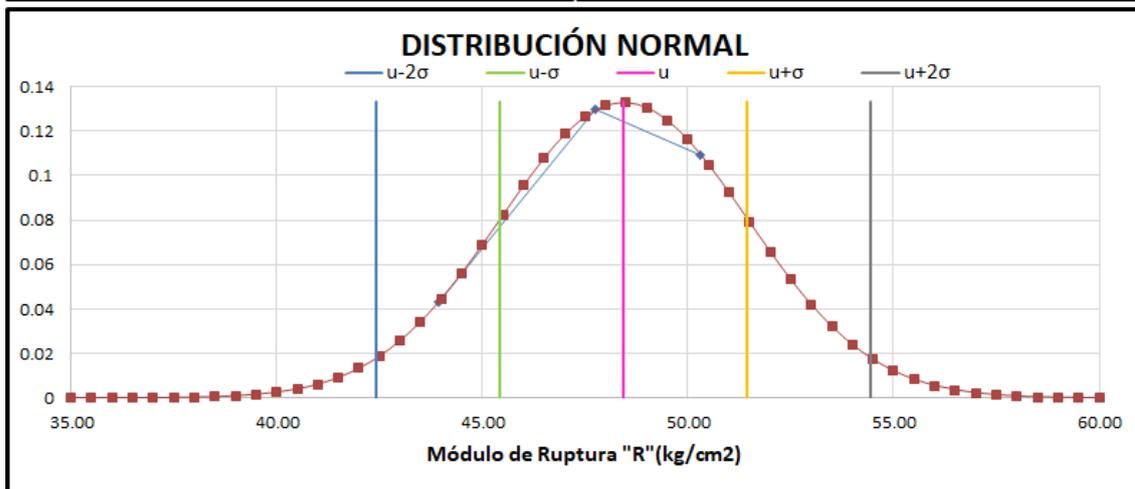
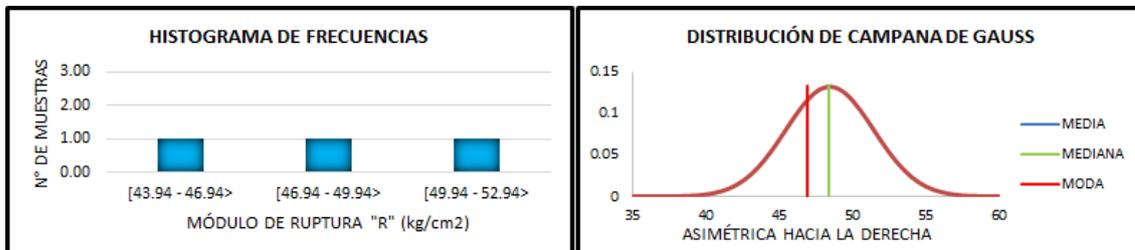
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD							MUESTRA	f'c (Xi)		
CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 100% (CN100%)							CN100% - 07	44.89		
							CN100% - 08	42.93		
							CN100% - 09	43.17		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
[42.93	43.93	>	43.43	2.00	2.00	86.87	-0.33	0.11	0.22
[43.93	44.93	>	44.43	1.00	3.00	44.43	0.67	0.44	0.44
[44.93	45.93	>	45.43	0.00	3.00	0.00	1.67	2.78	0.00
				3.00			131.30		3.33	0.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 44.89	Xmin= 42.93	1.96	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								0.65	1.00	
MEDIA : u									43.77	
MEDIANA : um							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	43.17	43.68	
MODA : uo									43.60	
VARIANZA :									0.33	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									0.58	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									1.32	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN100% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN100% + 0.6P – 28 días

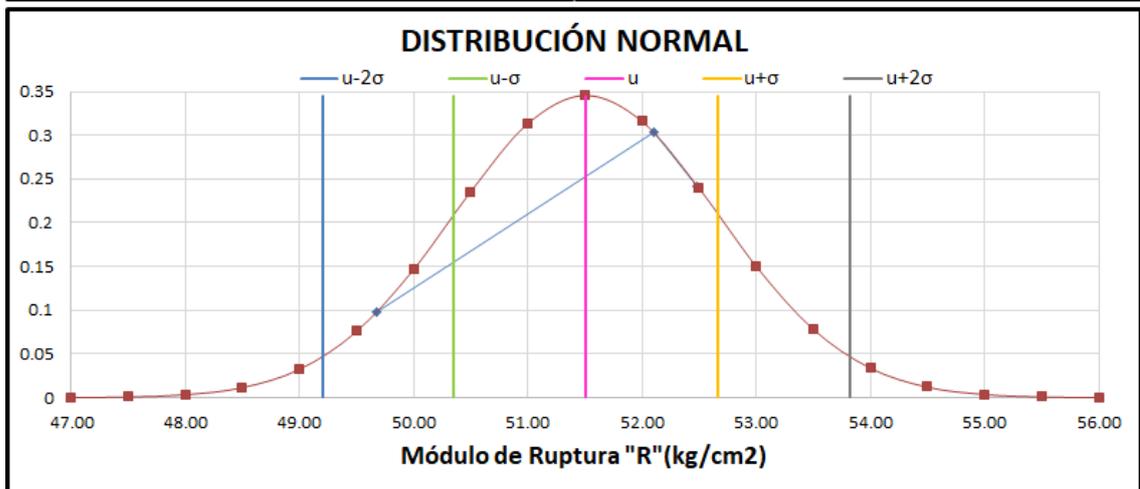
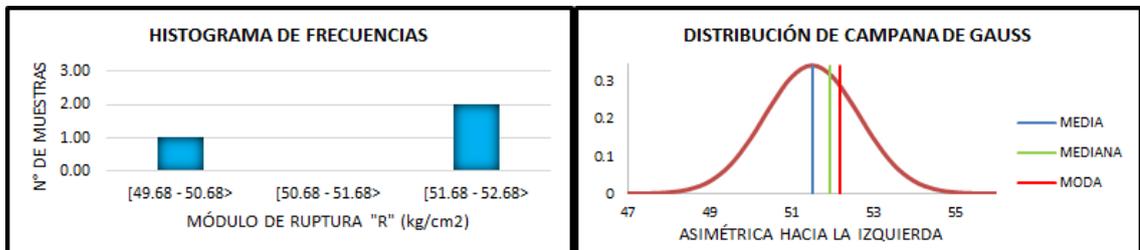
RESISTENCIA A LA FLEXION (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 100%+0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN100%+0.6P)						MUESTRA	f'c (Xi)			
						CN100%+0.6P - 07	50.31			
						CN100%+0.6P - 08	43.94			
						CN100%+0.6P - 09	47.75			
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[43.94	46.94	>	45.44	1.00	1.00	45.44	-3.00	9.00	9.00
[46.94	49.94	>	48.44	1.00	2.00	48.44	0.00	0.00	0.00
[49.94	52.94	>	51.44	1.00	3.00	51.44	3.00	9.00	9.00
				3.00			145.31		18.00	18.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N							3.00			
RANGO DE DATOS : Rx						Xmax= 50.31	Xmin= 43.94	6.37		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00		
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							2.12	3.00		
MEDIA : u							48.44			
MEDIANA : um						(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	47.75	48.44		
MODA : uo							46.94			
VARIANZA :							9.00			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							3.00			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							6.19			



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN100% + 0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN100% + 1.2P – 28 días.

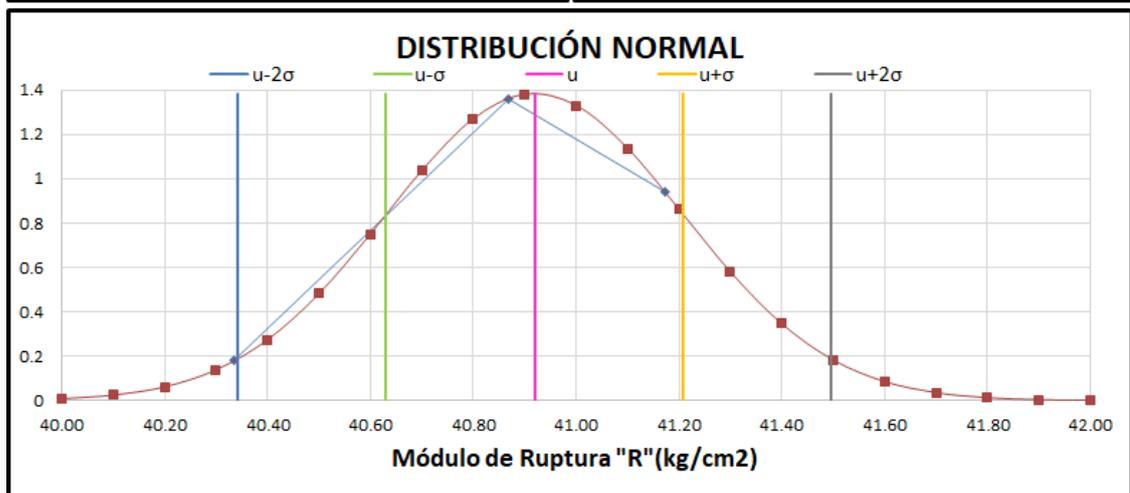
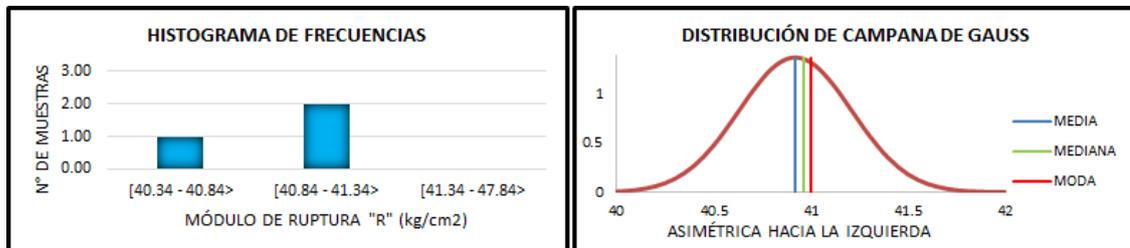
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 100%+1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN100%+1.2P)							MUESTRA	f ^c (Xi)		
							CN100%+1.2P - 07	49.68		
							CN100%+1.2P - 08	52.10		
							CN100%+1.2P - 09	52.49		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[49.68	50.68	>	50.18	1.00	1.00	50.18	-1.33	1.78	1.78
[50.68	51.68	>	51.18	0.00	1.00	0.00	-0.33	0.11	0.00
[51.68	52.68	>	52.18	2.00	3.00	104.36	0.67	0.44	0.89
				3.00			154.53		2.33	2.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 52.49 Xmin= 49.68	2.81		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								0.94	1.00	
MEDIA : u								51.51		
MEDIANA : um							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->lzq)	52.10	51.93	
MODA : uo								52.18		
VARIANZA :								1.33		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								1.15		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								2.24		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN100% + 1.2P) – 28 días.

Análisis Estadístico. CN75% + CR25% – 28 días.

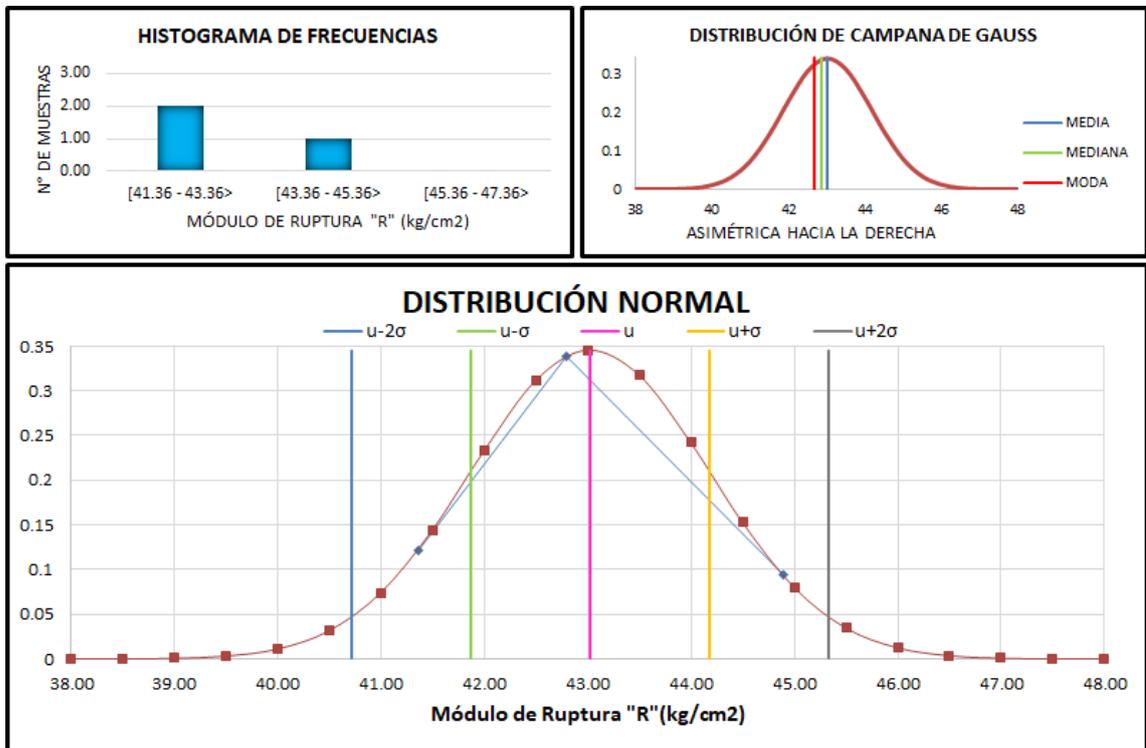
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 75%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 25% (CN75%+CR25%)							MUESTRA	f'c (Xi)		
							CN100%+CR25% - 07	40.34		
							CN100%+CR25% - 08	41.17		
							CN100%+CR25% - 09	40.87		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
[40.34	40.84	>	40.59	1.00	1.00	40.59	-0.33	0.11	0.11
[40.84	41.34	>	41.09	2.00	3.00	82.17	0.17	0.03	0.06
[41.34	41.84	>	41.59	0.00	3.00	0.00	0.67	0.44	0.00
				3.00			122.76		0.58	0.17
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	41.17	Xmin=	40.34	0.84		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00		
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							0.28	0.50		
MEDIA : u								40.92		
MEDIANA : um							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)	40.87	40.96	
MODA : Uo								41.00		
VARIANZA :								0.08		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								0.29		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								0.71		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN75% + CR25% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN75%+CR25%+0.6P – 28 días.

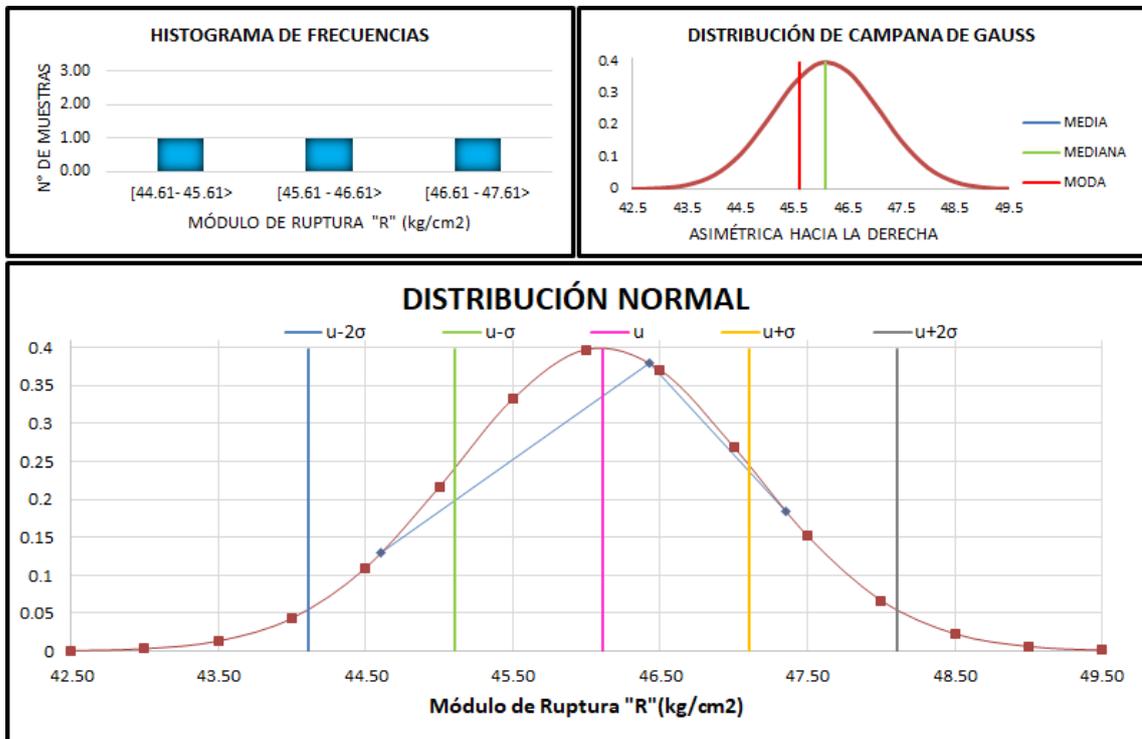
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 75%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 25% + 0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN75%+CR25%+0.6P)							MUESTRA	f _c (Xi)		
							CN100%+CR25%+0.6P-07	42.79		
							CN100%+CR25%+0.6P-08	41.36		
							CN100%+CR25%+0.6P-09	44.89		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[41.36	43.36	>	42.36	2.00	2.00	84.72	-0.67	0.44	0.89
[43.36	45.36	>	44.36	1.00	3.00	44.36	1.33	1.78	1.78
[45.36	47.36	>	46.36	0.00	3.00	0.00	3.33	11.11	0.00
				3.00			129.08		13.33	2.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 44.89 Xmin= 41.36	3.53		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								3.00		
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								2.00		
MEDIA : u								43.03		
MEDIANA : u _m							(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->lzq)	42.86		
MODA : u _o								42.69		
VARIANZA :								1.33		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								1.15		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								2.68		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN75%+CR25%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN75%+CR25%+1.2P – 28 días.

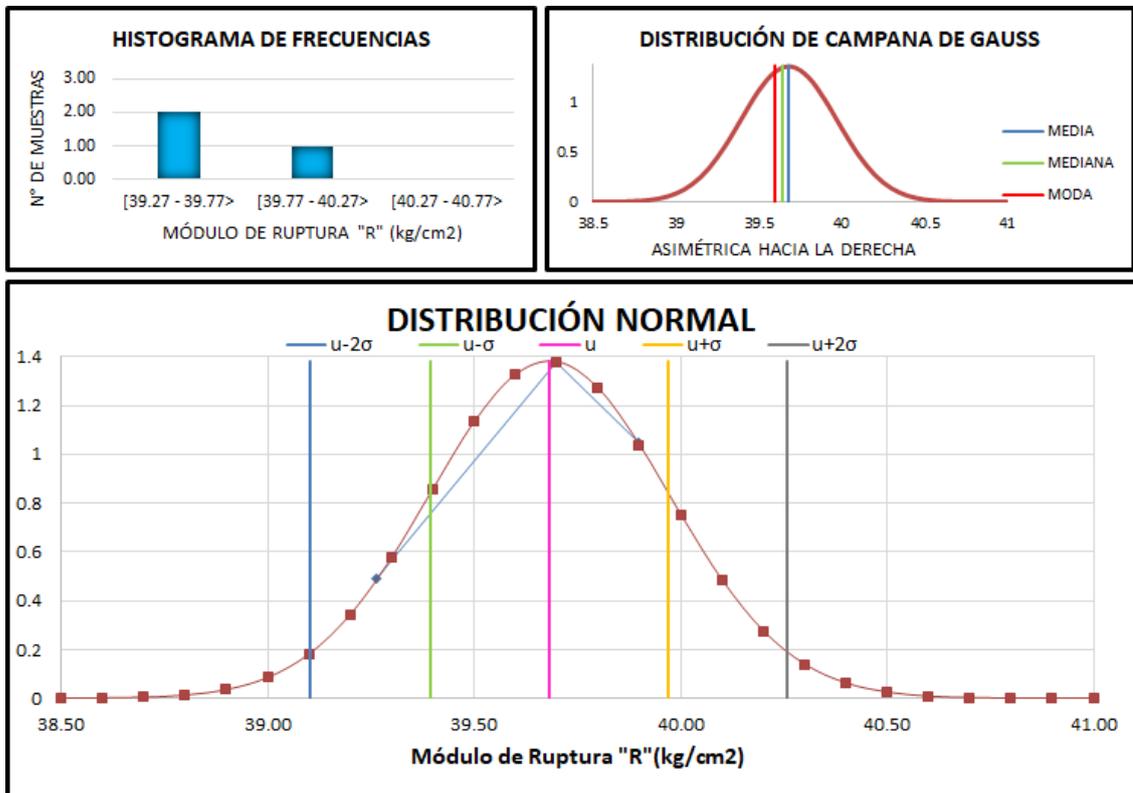
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 75%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 25% + 1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN75%+CR25%+1.2P)								MUESTRA	f'c (Xi)	
								CN100%+CR25%+1.2P-07	47.35	
								CN100%+CR25%+1.2P-08	44.61	
								CN100%+CR25%+1.2P-09	46.43	
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[44.61	45.61	>	45.11	1.00	1.00	45.11	-1.00	1.00	1.00
[45.61	46.61	>	46.11	1.00	2.00	46.11	0.00	0.00	0.00
[46.61	47.61	>	47.11	1.00	3.00	47.11	1.00	1.00	1.00
					3.00		138.32		2.00	2.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N									3.00	
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	47.35	Xmin=	44.61		2.74	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								0.91	1.00	
MEDIA : u									46.11	
MEDIANA : um								(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)	46.43	46.11
MODA : uo									45.61	
VARIANZA :									1.00	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									1.00	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									2.17	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN75%+CR25%+1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN50%+CR50% – 28 días.

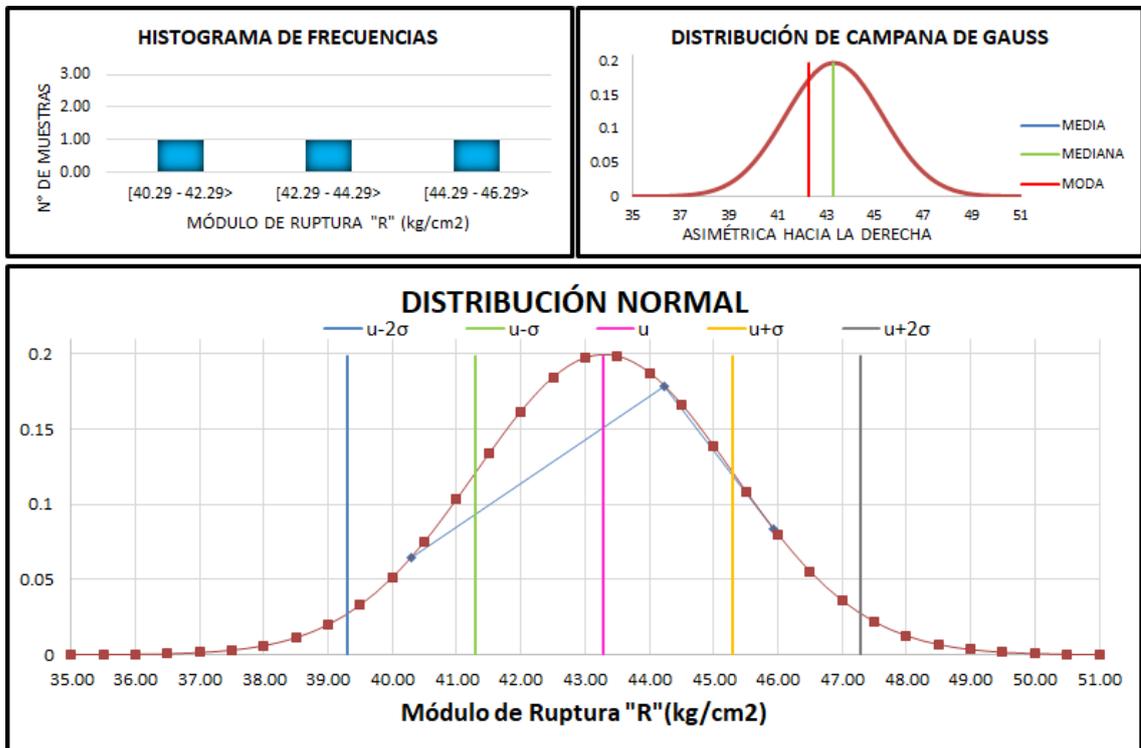
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 50%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 50% (CN50%+CR50%)								MUESTRA	f _c (Xi)	
								CN50%+CR50% - 07	39.70	
								CN50%+CR50% - 08	39.90	
								CN50%+CR50% - 09	39.27	
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[39.27	39.77	>	39.52	2.00	2.00	79.03	-0.17	0.03	0.06
[39.77	40.27	>	40.02	1.00	3.00	40.02	0.33	0.11	0.11
[40.27	40.77	>	40.52	0.00	3.00	0.00	0.83	0.69	0.00
				3.00			119.05		0.83	0.17
NÚMERO DE MUESTRAS : N									3.00	
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	39.90	Xmin=	39.27		0.63	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								0.21	0.50	
MEDIA : u									39.68	
MEDIANA : u _m								(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->Izq)	39.70	39.64
MODA : u _o									39.60	
VARIANZA :									0.08	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									0.29	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									0.73	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN50%+CR50% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN50%+CR50%+0.6P – 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 50%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 50%+0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN50%+CR50%+0.6P)					MUESTRA	f'c (Xi)				
					CN50%+CR50%+0.6P - 07	40.29				
					CN50%+CR50%+0.6P - 08	45.93				
					CN50%+CR50%+0.6P - 09	44.24				
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	i.(Xi-u) ²	
[40.29	42.29	>	41.29	1.00	1.00	41.29	-2.00	4.00	4.00
[42.29	44.29	>	43.29	1.00	2.00	43.29	0.00	0.00	0.00
[44.29	46.29	>	45.29	1.00	3.00	45.29	2.00	4.00	4.00
				3.00			129.88		8.00	8.00
NÚMERO DE MUESTRAS : N						3.00				
RANGO DE DATOS : Rx					Xmax= 45.93	Xmin= 40.29	5.64			
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.57	3.00			
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						1.88	2.00			
MEDIA : u							43.29			
MEDIANA : u _m					(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->Izq)	44.24	43.29			
MODA : u _o							42.29			
VARIANZA :							4.00			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							2.00			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							4.62			



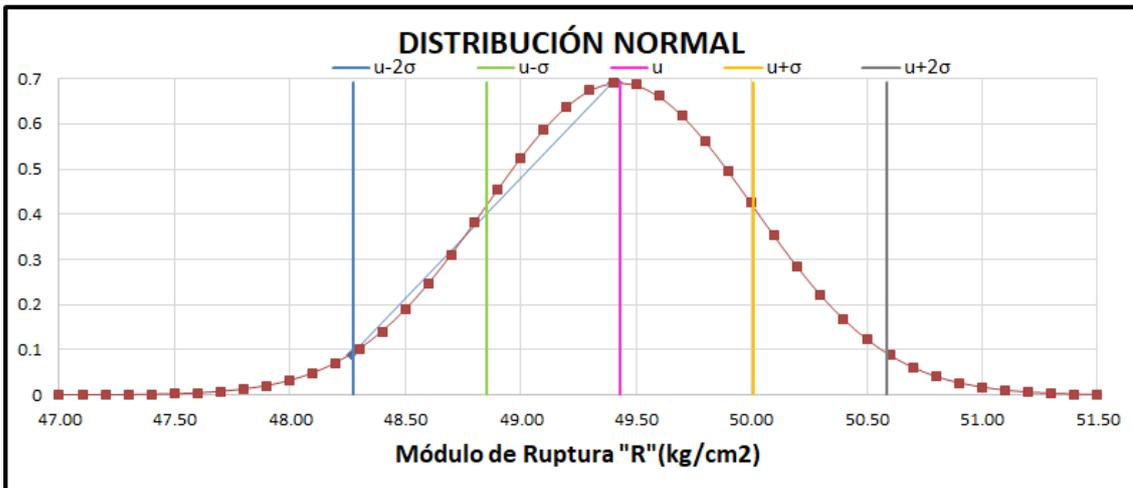
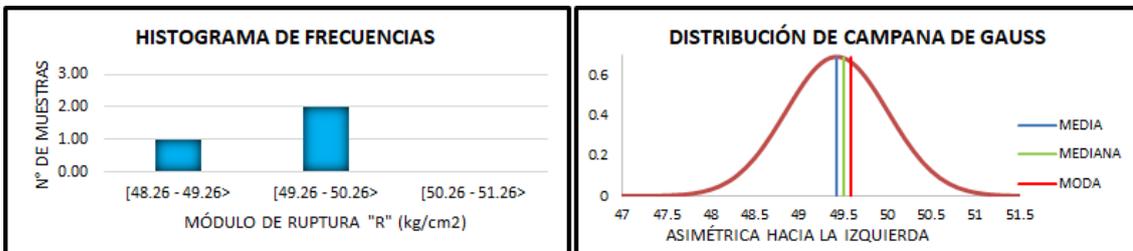
Histograma de frecuencias y distribución normal. CN50%+CR50%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN50%+CR50%+1.2P – 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 50%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 50%+1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN50%+CR50%+1.2P)	MUESTRA	f ^c (Xi)
	CN50%+CR50%+1.2P - 07	49.42
	CN50%+CR50%+1.2P - 08	49.39
	CN50%+CR50%+1.2P - 09	48.26

Intervalos de Clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²
[48.26 - 49.26 >	48.76	1.00	1.00	48.76	-0.67	0.44	0.44
[49.26 - 50.26 >	49.76	2.00	3.00	99.53	0.33	0.11	0.22
[50.26 - 51.26 >	50.76	0.00	3.00	0.00	1.33	1.78	0.00
		3.00		148.29		2.33	0.67

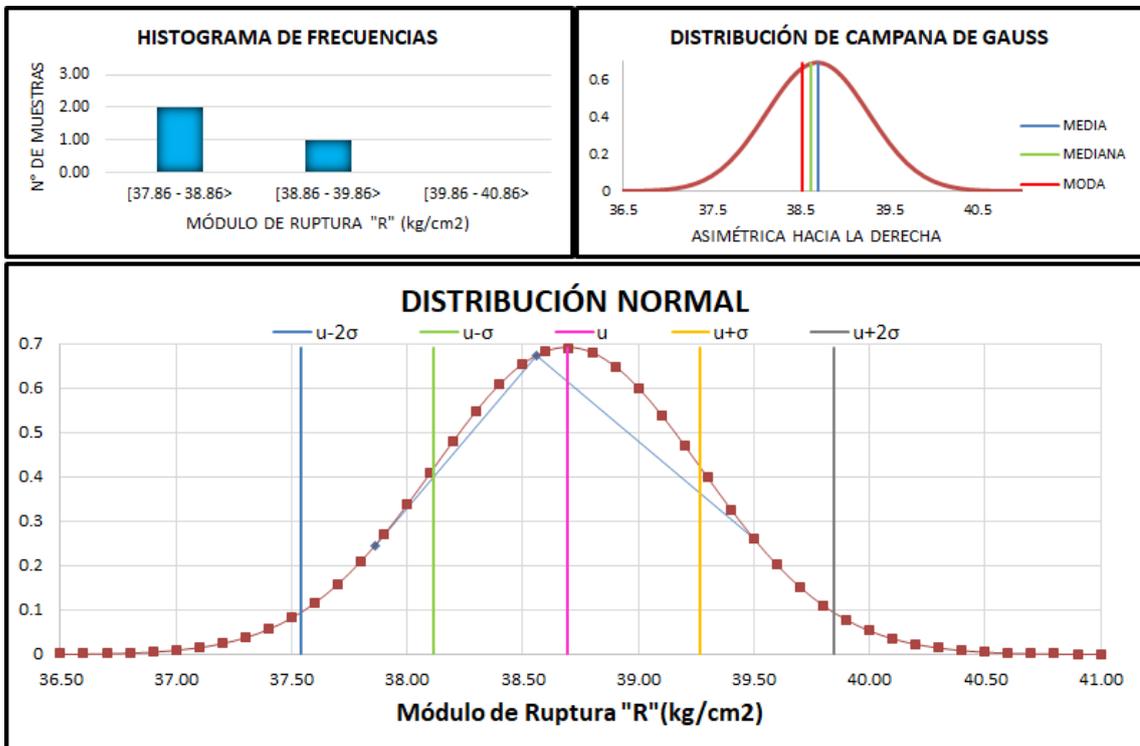
NÚMERO DE MUESTRAS : N				3.00
RANGO DE DATOS : Rx	Xmax=	49.42	Xmin=	48.26
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K				2.57
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C				1.00
MEDIA : u				49.43
MEDIANA : u _m	(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->lzq)		49.39	49.51
MODA : u _o				49.60
VARIANZA :				0.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:				0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV				1.17



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN50%+CR50%+1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN25%+CR75% – 28 días.

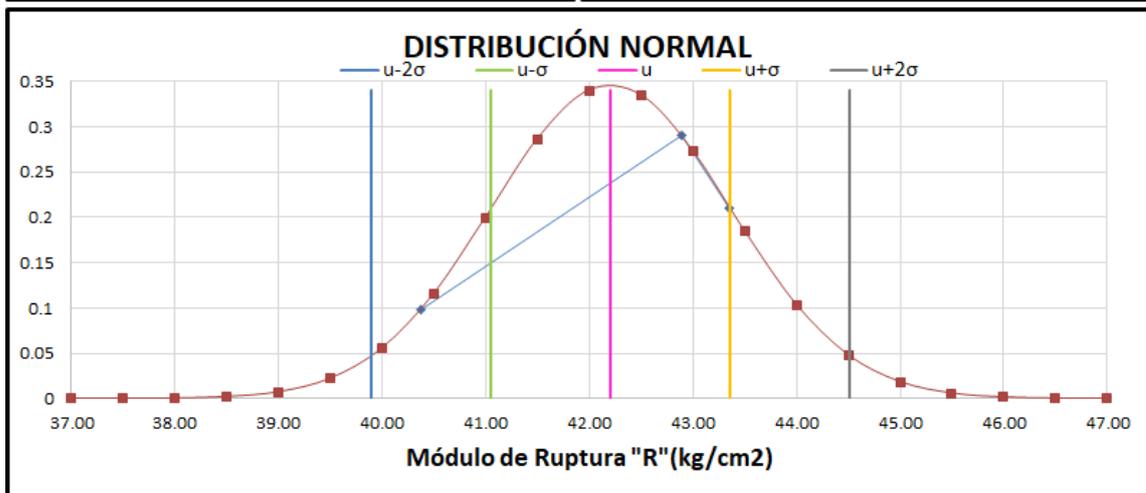
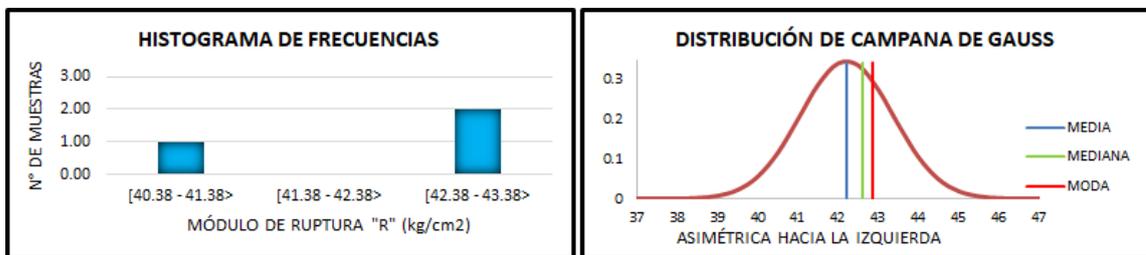
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 25%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 75% (CN25%+CR75%)							MUESTRA	f _c (Xi)		
							CN25%+CR75% - 07	39.50		
							CN25%+CR75% - 08	38.56		
							CN25%+CR75% - 09	37.86		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[37.86	38.86	>	38.36	2.00	2.00	76.72	-0.33	0.11	0.22
[38.86	39.86	>	39.36	1.00	3.00	39.36	0.67	0.44	0.44
[39.86	40.86	>	40.36	0.00	3.00	0.00	1.67	2.78	0.00
				3.00			116.08		3.33	0.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx				Xmax=	39.50	Xmin=	37.86	1.64		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								3.00		
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C								1.00		
MEDIA : u								38.69		
MEDIANA : u _m							(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->Izq)	38.56	38.61	
MODA : u _o								38.53		
VARIANZA :								0.33		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								0.58		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								1.49		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN25%+CR75% – 28 días.

Análisis Estadístico. CN25%+CR75%+0.6P – 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 25%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 75%+0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN25%+CR75%+0.6P)					MUESTRA	f'c (Xi)				
					CN25%+CR75%+0.6P - 07	43.36				
					CN25%+CR75%+0.6P - 08	40.38				
					CN25%+CR75%+0.6P - 09	42.89				
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[40.38	41.38	>	40.88	1.00	1.00	40.88	-1.33	1.78	1.78
[41.38	42.38	>	41.88	0.00	1.00	0.00	-0.33	0.11	0.00
[42.38	43.38	>	42.88	2.00	3.00	85.75	0.67	0.44	0.89
				3.00			126.63		2.33	2.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N						3.00				
RANGO DE DATOS : Rx					Xmax= 43.36	Xmin= 40.38	2.98			
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K						2.57	3.00			
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C						0.99	1.00			
MEDIA : u							42.21			
MEDIANA : um					(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)	42.89	42.63			
MODA : uo							42.88			
VARIANZA :							1.33			
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:							1.15			
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV							2.74			

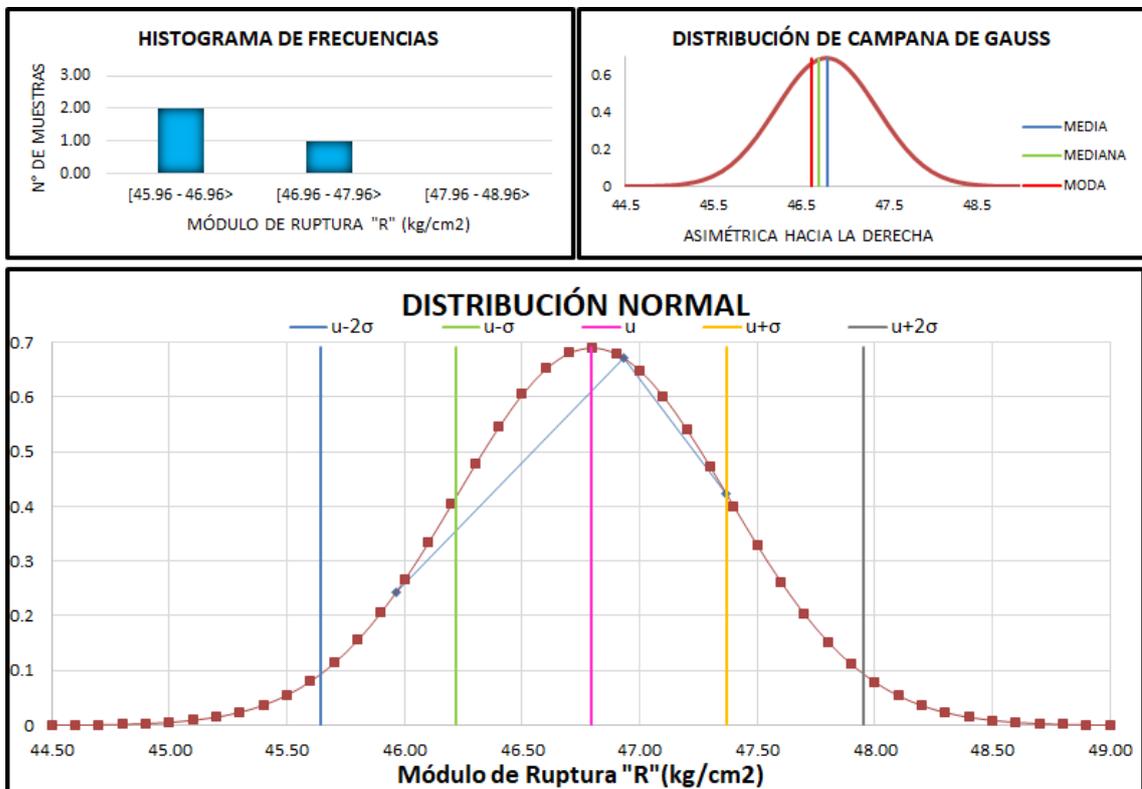


Histograma de frecuencias y distribución normal. CN25%+CR75%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CN25%+CR75%+1.2P – 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) - A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO NATURAL AL 25%+AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 75%+1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CN25%+CR75%+1.2P)				MUESTRA		f'c (Xi)				
				CN25%+CR75%+1.2P - 07		CN25%+CR75%+1.2P - 08		46.94		
CN25%+CR75%+1.2P - 09						45.96				
Intervalos de Clase		Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²		
[	45.96	46.96	>	46.46	2.00	2.00	92.93	-0.33	0.11	0.22
[	46.96	47.96	>	47.46	1.00	3.00	47.46	0.67	0.44	0.44
[	47.96	48.96	>	48.46	0.00	3.00	0.00	1.67	2.78	0.00
				3.00			140.39		3.33	0.67

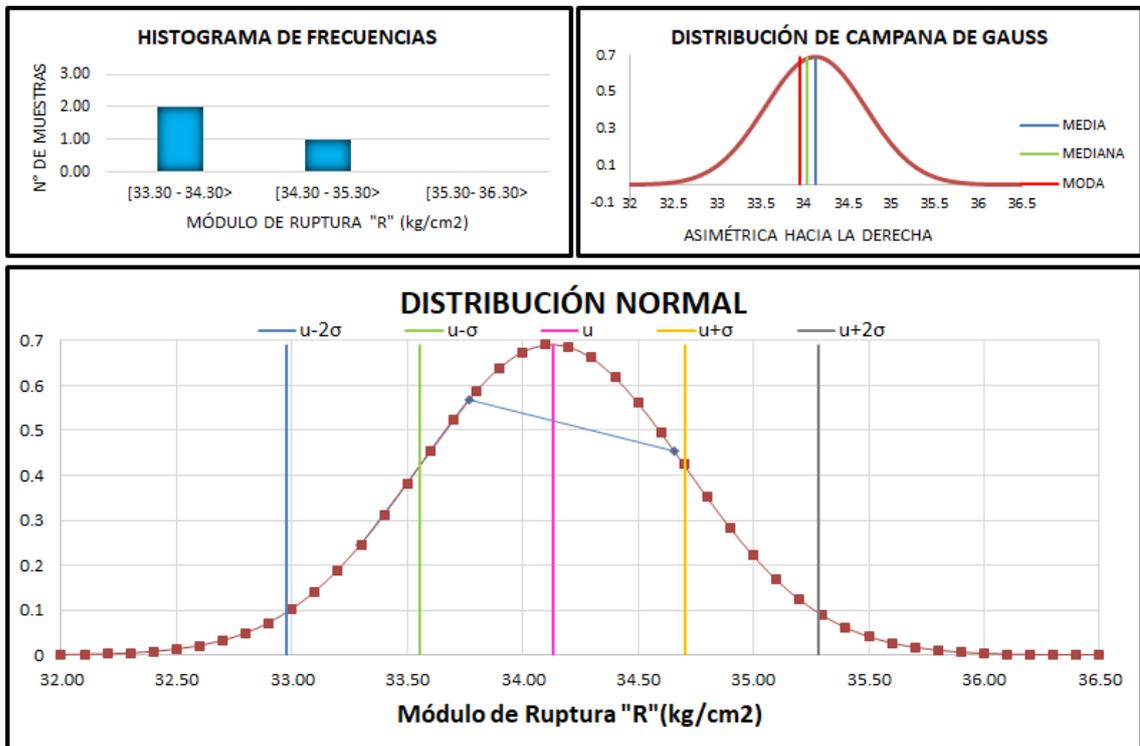
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00
RANGO DE DATOS : Rx		Xmax=	47.37	Xmin=	45.96			1.40
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K							2.57	3.00
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLASE : C							0.47	1.00
MEDIA : u								46.80
MEDIANA : um		(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)					46.94	46.71
MODA : uo								46.63
VARIANZA :								0.33
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								0.58
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								1.23



Histograma de frecuencias y distribución normal. CN25%+CR75%+1.2P – 28 días.

Análisis Estadístico. CR100% – 28 días.

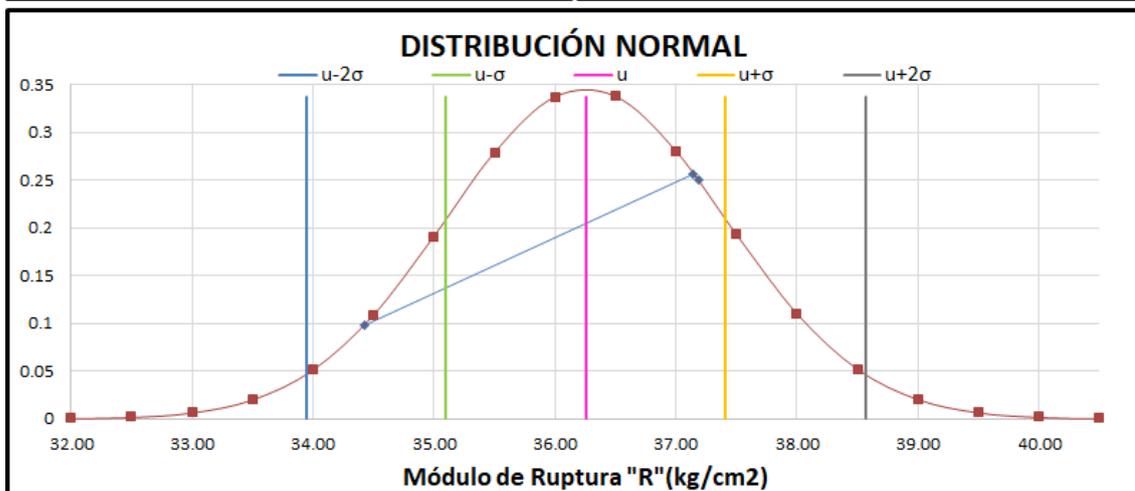
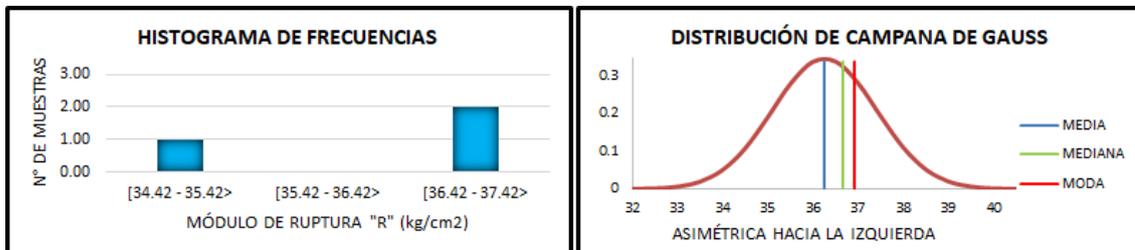
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 100% (CR100%)							MUESTRA	f'c (Xi)		
							CR100% - 07	33.77		
							CR100% - 08	34.66		
							CR100% - 09	33.30		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u)^2	fi.(Xi-u)^2	
[33.30	34.30	>	33.80	2.00	2.00	67.59	-0.33	0.11	0.22
[34.30	35.30	>	34.80	1.00	3.00	34.80	0.67	0.44	0.44
[35.30	36.30	>	35.80	0.00	3.00	0.00	1.67	2.78	0.00
				3.00			102.39		3.33	0.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 34.66	Xmin= 33.30	1.36	
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLA:								0.45	1.00	
MEDIA : u									34.13	
MEDIANA : um							(u > um > xo -->Der ; u < um < xo -->Izq)	33.77	34.05	
MODA : uo									33.96	
VARIANZA :									0.33	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									0.58	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									1.69	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CR100% – 28 días.

Análisis Estadístico. CR100%+0.6P – 28 días.

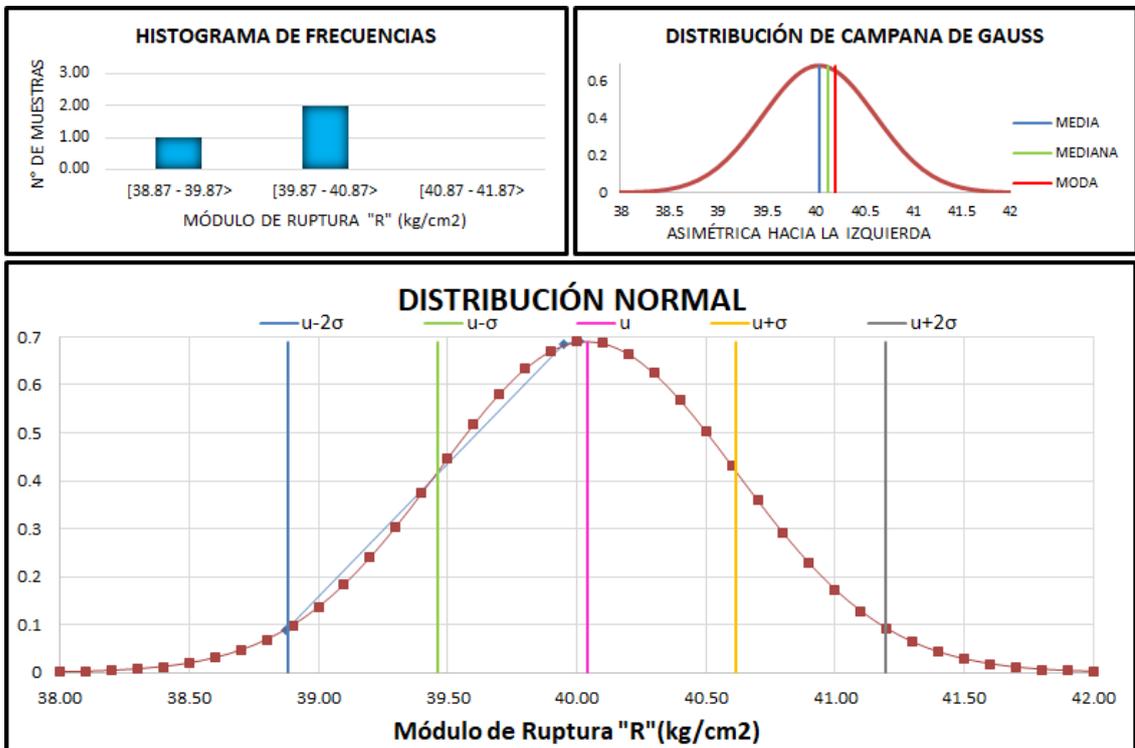
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 100%+0.6 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CR100%+0.6P)							MUESTRA	f ^c (Xi)		
							CR100%+0.6P - 07	37.19		
							CR100%+0.6P - 08	37.14		
							CR100%+0.6P - 09	34.42		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
[34.42	35.42	>	34.92	1.00	1.00	34.92	-1.33	1.78	1.78
[35.42	36.42	>	35.92	0.00	1.00	0.00	-0.33	0.11	0.00
[36.42	37.42	>	36.92	2.00	3.00	73.84	0.67	0.44	0.89
				3.00			108.77		2.33	2.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 37.19 Xmin= 34.42	2.76		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLA								0.92	1.00	
MEDIA : u								36.26		
MEDIANA : u _m							(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->Izq)	37.14	36.67	
MODA : u _o									36.92	
VARIANZA :									1.33	
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:									1.15	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV									3.18	



Histograma de frecuencias y distribución normal. CR100%+0.6P – 28 días.

Análisis Estadístico. CR100%+1.2P – 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (R) A LOS 28 DÍAS DE EDAD CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO AL 100%+1.2 kg/m ³ DE FIBRAS DE POLIPROPILENO (CR100%+1.2P)							MUESTRA	f _c (Xi)		
							CR100%+1.2P - 07	38.87		
							CR100%+1.2P - 08	39.95		
							CR100%+1.2P - 09	40.01		
Intervalos de Clase			Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi-u	(Xi-u) ²	fi.(Xi-u) ²	
|	38.87	39.87	>	39.37	1.00	1.00	39.37	-0.67	0.44	0.44
|	39.87	40.87	>	40.37	2.00	3.00	80.75	0.33	0.11	0.22
|	40.87	41.87	>	41.37	0.00	3.00	0.00	1.33	1.78	0.00
				3.00			120.12		2.33	0.67
NÚMERO DE MUESTRAS : N								3.00		
RANGO DE DATOS : Rx							Xmax= 40.01 Xmin= 38.87	1.14		
NÚMERO DE INTERVALOS DE CLASE : K								2.57	3.00	
ANCHO O TAMAÑO DE INTERVALOS DE CLA:								0.38	1.00	
MEDIA : u								40.04		
MEDIANA : u _m							(u > u _m > x _o -->Der ; u < u _m < x _o -->Izq)	39.95	40.12	
MODA : u _o								40.21		
VARIANZA :								0.33		
DESVIACIÓN ESTÁNDAR:								0.58		
COEFICIENTE DE VARIACIÓN : CV								1.44		



Histograma de frecuencias y distribución normal. CR100%+1.2P – 28 días.



ANEXO 11:

PRUEBA DE HIPÓTESIS



Resistencia a la compresión

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN 100% + 0.6P- 28días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>221.30</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>1.00</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	221.30	Varianza (σ^2)	1.00	4.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	221.30												
Varianza (σ^2)	1.00	4.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	$\alpha = 0.05$ $Z = 1.645$												
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Donde: Z₀ : 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. <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-6.04</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z ₀	-6.04										
Prueba Z: Z ₀	-6.04													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z₀ < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>Se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ha: u1 < u2</td> </tr> </table>	Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2										
Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2													
Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-6.04 < -1.645\}$ es VERDADERA , entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100% a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 100% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN 100% + 1.2P- 28días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>230.50</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	230.50	Varianza (σ^2)	1.00	1.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	230.50												
Varianza (σ^2)	1.00	1.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	$\alpha = 0.05$ $Z = 1.645$												
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Donde: Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ₁, σ₂: Desviación estándar d ellos grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos. <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-20.82</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z ₀	-20.82										
Prueba Z: Z ₀	-20.82													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z₀ < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>Se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ha: u1 < u2</td> </tr> </table> Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-20.82 < -1.645\}$ es VERDADERA , entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100% a los 28 días de edad.	Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2										
Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2													

Prueba de hipótesis: CN 100% + 1.2 P – 28 días.

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN75%+CR25% - 28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"><thead><tr><th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th><th>0.0 kg/m3</th><th>0.0 kg/m3</th></tr></thead><tbody><tr><td>Número de muestras (n)</td><td>3.00</td><td>3.00</td></tr><tr><td>Media (u)</td><td>213.50</td><td>204.80</td></tr><tr><td>Varianza (σ^2)</td><td>1.00</td><td>9.00</td></tr></tbody></table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	204.80	Varianza (σ^2)	1.00	9.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	204.80												
Varianza (σ^2)	1.00	9.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f.c Media del grupo 1 u2: f.c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_o < -Z\}$ La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f.c 210 kg/cm2.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f.c 210 kg/cm2.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<u>$\alpha = 0.05$</u> <u>$Z = 1.645$</u>												
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota 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. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n1, n2: Cantidad de especímenes de los grupos. <u>Prueba Z: Zo</u> <u>4.77</u>												
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z=1.645$. Rechazar Ho si: $Z_o < -1.645$												
6.- CONCLUSIÓN	:	<u>No se rechaza: Ho</u> Se acepta Ho: $u1 \geq u2$ Debido a que la expresión: $\{Z_o < -Z\}$ ó $\{4.77 < -1.645\}$ es FALSA , entonces SE ACEPTA Ho: $u1 \geq u2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f.c 210 kg/cm2 a los 28 días de edad.												

Prueba de hipótesis: CN 75% + CR 25% – 28 días.

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN75%+CR25%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>232.60</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>1.00</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	232.60	Varianza (σ ²)	1.00	4.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	232.60												
Varianza (σ ²)	1.00	4.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	H₀: u ₁ ≥ u ₂ Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m ³ a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	H_a: u ₁ < u ₂ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m ³ a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α= 0.05</td> <td>Z= 1.645</td> </tr> </table>	α= 0.05	Z= 1.645										
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 denota por: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="flex: 1;"> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ </div> <div style="flex: 1;"> <p>Donde:</p> <p>Z₀: Estadístico de prueba.</p> <p>u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos.</p> <p>σ₁, σ₂: Desviación estándar de los grupos.</p> <p>n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> </div> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-14.79</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z₀	-14.79										
Prueba Z: Z₀	-14.79													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. <p style="text-align: center;">Rechazar H₀ si: Z₀ < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>Se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H_a: u₁ < u₂</td> </tr> </table>	Se rechaza: H₀	Se acepta H _a : u ₁ < u ₂										
Se rechaza: H₀	Se acepta H _a : u ₁ < u ₂													
Debido a que la expresión: {Z ₀ < -Z} ó {-14.79 < -1.645} es VERDADERA , entonces SE RECHAZA H₀: u₁ ≥ u₂ ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m ³ , INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso natural 75%+agregado grueso reciclado al 25% a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 75% + CR 25% + 0.6 P – 28 días.

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN75%+CR25%+1.2P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>244.00</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>1.00</td> <td>12.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	244.00	Varianza (σ^2)	1.00	12.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	244.00												
Varianza (σ^2)	1.00	12.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	H₀: $u_1 \geq u_2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	H_a: $u_1 < u_2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: Donde: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-14.65</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z₀	-14.65										
Prueba Z: Z₀	-14.65													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z = 1.645$. Rechazar H₀ si: $Z_0 < -1.645$												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>Se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H_a: $u_1 < u_2$</td> </tr> </table>	Se rechaza: H₀	Se acepta H _a : $u_1 < u_2$										
Se rechaza: H₀	Se acepta H _a : $u_1 < u_2$													
Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{-14.65 < -1.645\}$ es VERDADERA , entonces SE RECHAZA H₀: $u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural 75%+agregado grueso reciclado al 25% a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 75% + CR 25% + 1.2 P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN50%+CR50% - 28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m³</th> <th>0.0 kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>199.00</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>1.00</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m ³	0.0 kg/m ³	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	199.00	Varianza (σ ²)	1.00	4.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m ³	0.0 kg/m ³												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	199.00												
Varianza (σ ²)	1.00	4.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z _o < -Z} La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
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 denota por: $Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Donde: Z_o: 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. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z_o</td> <td>11.23</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z _o	11.23										
Prueba Z: Z _o	11.23													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z_o < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ho: u1 ≥ u2</td> </tr> </table>	No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: u1 ≥ u2										
No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: u1 ≥ u2													
Debido a que la expresión: {Z _o < -Z} ó {11.23 < -1.645} es FALSA , entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 50% + CR 50% – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN50%+CR50%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>211.33</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>1.00</td> <td>5.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	211.33	Varianza (σ ²)	1.00	5.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	211.33												
Varianza (σ ²)	1.00	5.33												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p> <p>a.- HIPÓTESIS NULA : Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.</p> <p>b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA : Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Z₀: 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.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z_0</td> <td>1.49</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z_0	1.49										
Prueba Z: Z_0	1.49													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z = 1.645$.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.645$</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ho: $u1 \geq u2$</td> </tr> </table>	No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: $u1 \geq u2$										
No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: $u1 \geq u2$													
<p>Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{1.49 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA Ho: $u1 \geq u2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural 50%+agregado grueso reciclado al 50% a los 28 días de edad.</p>														

Prueba de hipótesis: CN 50% + CR 50% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN50%+CR50%+1.2P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>222.33</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>1.00</td> <td>5.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	222.33	Varianza (σ^2)	1.00	5.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	222.33												
Varianza (σ^2)	1.00	5.33												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_o < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> $Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ </div> <div> <p>Donde:</p> <p>Zo: Estadístico de prueba.</p> <p>u1, u2: Resistencia promedio de los grupos.</p> <p>σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos.</p> <p>n1, n2: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> </div> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Zo</td> <td style="text-align: center;">-6.08</td> </tr> </table>	Prueba Z: Zo	-6.08										
Prueba Z: Zo	-6.08													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z=1.645$. <p style="text-align: center;">Rechazar Ho si: Zo < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td style="width: 50%;">Se rechaza: Ho</td> <td style="width: 50%;">Se acepta Ha: $u1 < u2$</td> </tr> </table>	Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: $u1 < u2$										
Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: $u1 < u2$													
Debido a que la expresión: $\{Z_o < -Z\}$ ó $\{-6.08 < -1.645\}$ es VERDADERA , entonces SE RECHAZA Ho: $u1 \geq u2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural 50%+agregado grueso reciclado al 50% a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 50% + CR 50% + 1.2P – 28 días.

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN25%+CR75% - 28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m³</th> <th>0.0 kg/m³</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (\bar{u})</td> <td>213.50</td> <td>195.33</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>1.00</td> <td>21.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m ³	0.0 kg/m ³	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (\bar{u})	213.50	195.33	Varianza (σ^2)	1.00	21.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m ³	0.0 kg/m ³												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (\bar{u})	213.50	195.33												
Varianza (σ^2)	1.00	21.33												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_o < -Z\}$ La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	$\alpha = 0.05$ $Z = 1.645$												
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: Donde: $Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Z_o: 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.												
<table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z_o</td> <td>6.66</td> </tr> </table>			Prueba Z: Z_o	6.66										
Prueba Z: Z_o	6.66													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z_o < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	No se rechaza: Ho Se acepta Ho: $u1 \geq u2$												
Debido a que la expresión: $\{Z_o < -Z\}$ ó $\{6.66 < -1.645\}$ es FALSA , entonces SE ACEPTA Ho: $u1 \geq u2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 75% del total, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm ² a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 25% + CR 75% – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN25%+CR75%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>218.00</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>1.00</td> <td>25.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	218.00	Varianza (σ ²)	1.00	25.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	218.00												
Varianza (σ ²)	1.00	25.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f _c Media del grupo 1 u2: f _c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: u ₁ ≥ u ₂ Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m ³ a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f _c 210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: u ₁ < u ₂ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m ³ a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f _c 210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
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 denota por: Donde: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ₁, σ₂: Desviación estándar d ellos grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.												
<table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-1.53</td> </tr> </table>			Prueba Z: Z ₀	-1.53										
Prueba Z: Z ₀	-1.53													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z₀ < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> </tr> </table> Se acepta Ho: u ₁ ≥ u ₂	No se rechaza: Ho											
No se rechaza: Ho														
Debido a que la expresión: {Z ₀ < -Z} ó {-1.53 < -1.645} es FALSA , entonces SE ACEPTA Ho: u₁ ≥ u₂ ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m ³ , NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f _c 210 kg/cm ² elaborado con agregado grueso natural 25%+agregado grueso reciclado al 75% a los 28 días de edad.														

Prueba de hipótesis: CN 25% + CR 75% + O.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CR100%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>208.50</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>1.00</td> <td>12.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	208.50	Varianza (σ^2)	1.00	12.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	208.50												
Varianza (σ^2)	1.00	12.00												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p>												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	<p>H₀: $u_1 \geq u_2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100%.</p>												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	<p>H_a: $u_1 < u_2$ Ha unilateral con cola a la izquierda</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>2.40</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z ₀	2.40										
Prueba Z: Z ₀	2.40													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar H₀ si: Z₀ < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>No se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H₀: $u_1 \geq u_2$</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{2.40 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA H₀: $u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100% a los 28 días de edad.</p>	No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$										
No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$													

Prueba de hipótesis: CR 100% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CR100%+1.2P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>213.50</td> <td>221.00</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>1.00</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	213.50	221.00	Varianza (σ ²)	1.00	4.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	213.50	221.00												
Varianza (σ ²)	1.00	4.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	H₀: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	H_a: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
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 denota por: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Donde: Z₀: 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.												
<table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-5.81</td> </tr> </table>			Prueba Z: Z₀	-5.81										
Prueba Z: Z₀	-5.81													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar H₀ si: Z₀ < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H_a: u1 < u2</td> </tr> </table> Debido a que la expresión: {Z ₀ < -Z} ó {-5.81 < -1.645} es VERDADERA , entonces SE RECHAZA H₀: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100% a los 28 días de edad.	Se rechaza: H₀	Se acepta H _a : u1 < u2										
Se rechaza: H₀	Se acepta H _a : u1 < u2													

Prueba de hipótesis: CR 100% + 1.2P – 28 días.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (MÓDULO DE RUPTURA – R).

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN 100% + 0.6P- 28días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>43.77</td> <td>48.44</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>0.33</td> <td>9.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	43.77	48.44	Varianza (σ ²)	0.33	9.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	43.77	48.44												
Varianza (σ ²)	0.33	9.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<u>α = 0.05</u> <u>Z = 1.645</u>												
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: Donde: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Z₀: 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.												
<table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-2.65</td> </tr> </table>			Prueba Z: Z ₀	-2.65										
Prueba Z: Z ₀	-2.65													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z₀ < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>Se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ha: u1 < u2</td> </tr> </table>	Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2										
Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2													
Debido a que la expresión: {Z ₀ < -Z} ó {-2.65 < -1.645} es VERDADERA , entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 100% a los 28 días de edad.														

Prueba de Hipótesis: CN 100% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN75%+CR25% - 28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.0 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>40.92</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>0.33</td> <td>0.08</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	40.92	Varianza (σ ²)	0.33	0.08
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	40.92												
Varianza (σ ²)	0.33	0.08												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z _o < -Z} La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
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 denota por: Donde: Z_o: 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. <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z_o</td> <td>18.53</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z _o	18.53										
Prueba Z: Z _o	18.53													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar Ho si: Z_o < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ho: u1 ≥ u2</td> </tr> </table>	No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: u1 ≥ u2										
No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: u1 ≥ u2													
Debido a que la expresión: {Z _o < -Z} ó {18.53 < -1.645} es FALSA , entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 25% del total, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² a los 28 días de edad.														

Prueba de Hipótesis: CN 75% + CR 25% – 28 días.

MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN75%+CR25%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>43.03</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>0.33</td> <td>1.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	43.03	Varianza (σ^2)	0.33	1.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	43.03												
Varianza (σ^2)	0.33	1.33												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	H₀: $u_1 \geq u_2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	H_a: $u_1 < u_2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por: <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ </div> <div style="flex: 1;"> <p>Donde:</p> <p>Z₀: Estadístico de prueba.</p> <p>u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos.</p> <p>σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos.</p> <p>n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>6.37</td> </tr> </table> </div>	Prueba Z: Z₀	6.37										
Prueba Z: Z₀	6.37													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z = 1.645$. Rechazar H₀ si: $Z_0 < -1.645$												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>No se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H₀: $u_1 \geq u_2$</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{6.37 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA H₀: $u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.</p>	No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$										
No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$													

Prueba de Hipótesis: CN 75% + CR 25% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN75%+CR25%+1.2P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>46.11</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>0.33</td> <td>1.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	46.11	Varianza (σ ²)	0.33	1.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	46.11												
Varianza (σ ²)	0.33	1.00												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	H₀: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	H_a: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
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 denota por: Donde: $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ Z₀: 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.												
<table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>2.49</td> </tr> </table>			Prueba Z: Z₀	2.49										
Prueba Z: Z₀	2.49													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. Rechazar H₀ si: Z₀ < -1.645												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H₀: u1 ≥ u2</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: {Z₀ < -Z} ó {2.49 < -1.645} es FALSA, entonces SE ACEPTA H₀: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 75%+agregado grueso reciclado al 25%.</p>	No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : u1 ≥ u2										
No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : u1 ≥ u2													

Prueba de Hipótesis: CN 75% + CR 25% + 1.2P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN50%+CR50% - 28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.0 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>39.68</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>0.33</td> <td>0.08</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	39.68	Varianza (σ ²)	0.33	0.08
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	39.68												
Varianza (σ ²)	0.33	0.08												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	Ho: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	Ha: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
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 denota por: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="text-align: center;"> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ </div> <div> <p>Donde:</p> <p>Z₀: Estadístico de prueba.</p> <p>u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos.</p> <p>σ₁, σ₂: Desviación estándar de los grupos.</p> <p>n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> </div> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>21.88</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z₀	21.88										
Prueba Z: Z₀	21.88													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. <p style="text-align: center;">Rechazar Ho si: Z₀ < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ho: u1 ≥ u2</td> </tr> </table>	No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: u1 ≥ u2										
No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: u1 ≥ u2													
Debido a que la expresión: {Z ₀ < -Z} ó {21.88 < -1.645} es FALSA , entonces SE ACEPTA Ho: u1 ≥ u2 ; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 50% del total, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² a los 28 días de edad.														

Prueba de Hipótesis: CN 50% + CR 50% – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN50%+CR50%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>43.29</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>0.33</td> <td>4.00</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	43.29	Varianza (σ^2)	0.33	4.00
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	43.29												
Varianza (σ^2)	0.33	4.00												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p> <p>a.- HIPÓTESIS NULA : H₀: $u_1 \geq u_2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$ La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.</p> <p>b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA : H_a: $u_1 < u_2$ Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	$\alpha = 0.05$ $Z = 1.645$												
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>3.73</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z ₀	3.73										
Prueba Z: Z ₀	3.73													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar H₀ si: Z₀ < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">No se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H₀: $u_1 \geq u_2$</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{3.73 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA H₀: $u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural 50%+agregado grueso reciclado al 50% a los 28 días de edad.</p>	No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$										
No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$													

Prueba de Hipótesis: CN 50% + CR 50% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN50%+CR50%+1.2P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>49.43</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>0.33</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	49.43	Varianza (σ²)	0.33	0.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	49.43												
Varianza (σ²)	0.33	0.33												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p>												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	<p>Ho: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z₀ < -Z}</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.</p>												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	<p>Ha: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 50%+agregado grueso reciclado al 50%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α = 0.05</td> <td>Z = 1.645</td> </tr> </table>	α = 0.05	Z = 1.645										
α = 0.05	Z = 1.645													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Z₀: 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.</p> <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>-3.54</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z₀	-3.54										
Prueba Z: Z₀	-3.54													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar Ho si: Z₀ < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>Se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ha: u1 < u2</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: {Z₀ < -Z} ó {-3.54 < -1.645} es VERDADERA, entonces SE RECHAZA Ho: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural 50%+agregado grueso reciclado al 50% a los 28 días de edad.</p>	Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2										
Se rechaza: Ho	Se acepta Ha: u1 < u2													

Prueba de Hipótesis: CN 50% + CR 50% + 1.2P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN25%+CR75%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>42.21</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>0.33</td> <td>1.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	42.21	Varianza (σ^2)	0.33	1.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	42.21												
Varianza (σ^2)	0.33	1.33												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p>												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	<p>H₀: $u_1 \geq u_2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.</p>												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	<p>H_a: $u_1 < u_2$ Ha unilateral con cola a la izquierda</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z_0</td> <td>7.47</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z_0	7.47										
Prueba Z: Z_0	7.47													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z = 1.645$.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar H₀ si: $Z_0 < -1.645$</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H₀: $u_1 \geq u_2$</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{7.47 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA H₀: $u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural 25%+agregado grueso reciclado al 75% a los 28 días de edad.</p>	No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$										
No se rechaza: H₀	Se acepta H ₀ : $u_1 \geq u_2$													

Prueba de Hipótesis: CN 25% + CR 75% + 0.6P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CN25%+CR75%+1.2P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>1.2 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>46.80</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>0.33</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	46.80	Varianza (σ^2)	0.33	0.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	1.2 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	46.80												
Varianza (σ^2)	0.33	0.33												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p>												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	<p>Ho: $u_1 \geq u_2$ Se rechaza si: $\{Z_0 < -Z\}$</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.</p>												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	<p>Ha: $u_1 < u_2$ Ha unilateral con cola a la izquierda</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Z₀: Estadístico de prueba. u₁, u₂: Resistencia promedio de los grupos. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n₁, n₂: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> <table border="1"> <tr> <td>Prueba Z: Z_0</td> <td>2.07</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z_0	2.07										
Prueba Z: Z_0	2.07													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z=1.645$.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar Ho si: $Z_0 < -1.645$</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ho: $u_1 \geq u_2$</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: $\{Z_0 < -Z\}$ ó $\{2.07 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA Ho: $u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 1.2 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso natural al 25%+agregado grueso reciclado al 75%.</p>	No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: $u_1 \geq u_2$										
No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: $u_1 \geq u_2$													

Prueba de Hipótesis: CN 25% + CR 75% + 1.2P – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CR100% - 28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.0 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>34.13</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ²)</td> <td>0.33</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	34.13	Varianza (σ ²)	0.33	0.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.0 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	34.13												
Varianza (σ ²)	0.33	0.33												
2.- HIPÓTESIS	:	u1: f'c Media del grupo 1 u2: f'c Media del grupo 2												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	H₀: u1 ≥ u2 Se rechaza si: {Z ₀ < -Z} La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	H_a: u1 < u2 Ha unilateral con cola a la izquierda La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100% a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm ² .												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>α= 0.05</td> <td>Z= 1.645</td> </tr> </table>	α= 0.05	Z= 1.645										
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 denota por: <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="flex: 1;"> $Z_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ </div> <div style="flex: 1;"> <p>Donde:</p> <p>Z₀: Estadístico de prueba.</p> <p>u1, u2: Resistencia promedio de los grupos.</p> <p>σ1, σ2: Desviación estándar de los grupos.</p> <p>n1, n2: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> </div> </div> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Z₀</td> <td>29.08</td> </tr> </table>	Prueba Z: Z ₀	29.08										
Prueba Z: Z ₀	29.08													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de Z=1.645. <p style="text-align: center;">Rechazar H₀ si: Z₀ < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>No se rechaza: H₀</td> <td>Se acepta H₀: u1 ≥ u2</td> </tr> </table> <p>Debido a que la expresión: {Z₀ < -Z} ó {29.08 < -1.645} es FALSA, entonces SE ACEPTA H₀: u1 ≥ u2; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación y reemplazo de agregado grueso reciclado por natural al 100%, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm² a los 28 días de edad.</p>	No se rechaza: H ₀	Se acepta H ₀ : u1 ≥ u2										
No se rechaza: H ₀	Se acepta H ₀ : u1 ≥ u2													

Prueba de Hipótesis: CR 100% – 28 días.



MUESTRA PATRÓN (1)	:	CN 100% - 28 días												
MUESTRA COMPARADA (2)	:	CR100%+0.6P-28 días												
1.- PARÁMETROS DE INTERÉS	:	Resultados obtenidos del Análisis Estadístico de la Distribución de Frecuencias para datos agrupados.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de fibra de polipropileno incorporado</th> <th>0.0 kg/m3</th> <th>0.6 kg/m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Número de muestras (n)</td> <td>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>Media (u)</td> <td>47.77</td> <td>36.26</td> </tr> <tr> <td>Varianza (σ^2)</td> <td>0.33</td> <td>1.33</td> </tr> </tbody> </table>			Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3	Número de muestras (n)	3.00	3.00	Media (u)	47.77	36.26	Varianza (σ^2)	0.33	1.33
Cantidad de fibra de polipropileno incorporado	0.0 kg/m3	0.6 kg/m3												
Número de muestras (n)	3.00	3.00												
Media (u)	47.77	36.26												
Varianza (σ^2)	0.33	1.33												
2.- HIPÓTESIS	:	<p>u1: f'c Media del grupo 1</p> <p>u2: f'c Media del grupo 2</p>												
a.- HIPÓTESIS NULA	:	<p>Ho: $u1 \geq u2$ Se rechaza si: $\{Z_o < -Z\}$</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100%.</p>												
b.- HIPÓTESIS ALTERNATIVA	:	<p>Ha: $u1 < u2$ Ha unilateral con cola a la izquierda</p> <p>La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3 a los 28 días de edad, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100%.</p>												
3.- NIVEL DE SIGNIFICANCIA	:	<table border="1"> <tr> <td>$\alpha = 0.05$</td> <td>$Z = 1.645$</td> </tr> </table>	$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$										
$\alpha = 0.05$	$Z = 1.645$													
4.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>El estadístico de prueba usado en la prueba de hipótesis de dos poblaciones con medias y varianzas conocidas se denota por:</p> <p style="text-align: right;">Donde:</p> $Z_o = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}}$ <p>Zo: Estadístico de prueba. u1, u2: Resistencia promedio de los grupos. σ_1, σ_2: Desviación estándar de los grupos. n1, n2: Cantidad de especímenes de los grupos.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Prueba Z: Zo</td> <td>15.47</td> </tr> </table>	Prueba Z: Zo	15.47										
Prueba Z: Zo	15.47													
5.- ESTADÍSTICO DE PRUEBA	:	<p>Se considera que, para un nivel de significancia de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, corresponde un valor de $Z=1.645$.</p> <p style="text-align: center;">Rechazar Ho si: Zo < -1.645</p>												
6.- CONCLUSIÓN	:	<table border="1"> <tr> <td>No se rechaza: Ho</td> <td>Se acepta Ho: $u1 \geq u2$</td> </tr> </table>	No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: $u1 \geq u2$										
No se rechaza: Ho	Se acepta Ho: $u1 \geq u2$													
<p>Debido a que la expresión: $\{Z_o < -Z\}$ ó $\{15.47 < -1.645\}$ es FALSA, entonces SE ACEPTA Ho: $u1 \geq u2$; con un nivel de significancia de 0.05 y con una confiabilidad del 95%; se concluye que: La incorporación de fibras de polipropileno en una cantidad de 0.6 kg/m3, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 elaborado con agregado grueso reciclado al 100% a los 28 días de edad.</p>														

Prueba de Hipótesis: CR100% + 0.6P – 28 días.



ANEXO 12:

ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGREGADO GRUESO

RECICLADO.



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y
PATRONES DE REFERENCIA



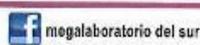
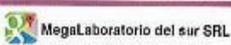
ANÁLISIS QUÍMICO DE CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RIGIDO

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
ALPY DAVID MURIZ VARGA
Especialista en Geotecnia

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO
Email: megalaboratorio@hotmail.com

Referencia:
Jr. Ancash 456



Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



RESULTADO DE ANÁLISIS DE CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RÍGIDO

ASUNTO: ANÁLISIS QUÍMICO CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RÍGIDO

-PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO GRUESO RECICLADO, PUNO 2020"

SOLICITANTE : TESISTA: SHOMARITA GENOVEVA QUILLY CCORIMANYA
UBICACIÓN : DISTRITO PUNO - PROVINCIA PUNO, DPTO DE PUNO
PROCEDENCIA : PAVIMENTO RÍGIDO
MOTIVO : Análisis químico de concreto triturado de pavimento rígido
FECHA RECEPCIÓN : 17/07/2021
FECHA ENTREGA : 20/06/2021
TOTAL DE MUESTRAS : 01 Muestra

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LA MUESTRA:

CLORUROS:

NORMA AASHTO T291 - NTP 339.117

SULFATOS:

MÉTODO TURDIMETRICO – REACTIVO H193751-01

ELEMENTOS ANALIZADOS	MUESTRA DE AGREGADO	
	CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RÍGIDO	
Descripción de ensayos		
pH	9.01	
Conductividad eléctrica C.E. mS	0.70	
Solidos disueltos totales ppt	0.36	
Cloruros (como Cl-) ppm	225.50	
Sulfatos (como SO ₄) mg/L	150.00	

OBSERVACIONES: las muestras de CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RÍGIDO en estudio fueron proporcionados por el solicitante.

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
ALPX DAVID MURIZ VARGA
INGENIERO DE LABORATORIO

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL EIR. N° 126148
ESPECIALISTA EN FOTOMETRÍA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



PANEL FOTOGRÁFICO DE LABORATORIO

TRAZABILIDAD Y
PATRONES DE REFERENCIA

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUÑOZ VARGA
INGENIERO CIVIL

MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL, N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456) | Email: megalaboratorio@hotmail.com | Celular: 951 960404 | 998 998 948 | Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y
PATRONES DE REFERENCIA



PANEL FOTOGRÁFICO EN LABORATORIO DEL MATERIAL DE ENSAYO – CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RÍGIDO



VISTA 01: PROCESOS DE SECADO DE LA MUESTRA EN ESTUDIO.



VISTA 02: PROCESOS DE FILTRACIÓN DEL MATERIAL EN ESTUDIO PARA REALIZAR LOS DIFERENTES ENSAYOS.



MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MONTZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.

WALTER MACNACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP N° 126148

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 284 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com

MegaLaboratorio del sur SRL

megalaboratorio-del-sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

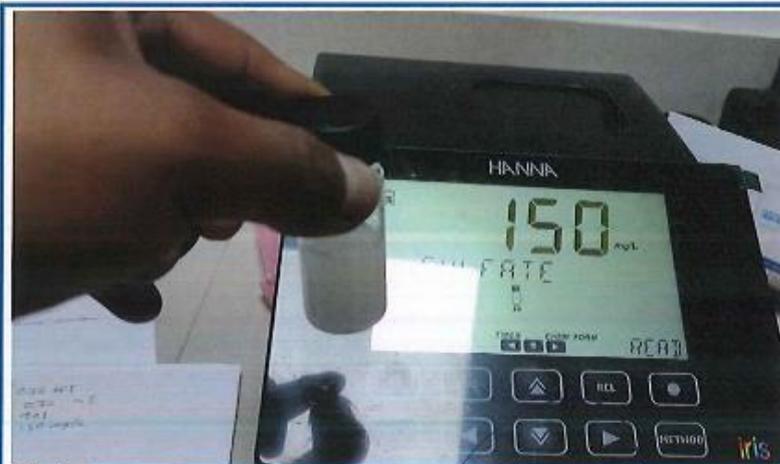
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto,
Análisis de Agua y Ensayos de Materiales



PANEL FOTOGRÁFICO EN LABORATORIO DEL MATERIAL DE ENSAYO – CONCRETO TRITURADO DE PAVIMENTO RÍGIDO



VISTA 09: ANÁLISIS QUÍMICO DE CLORUROS, PH, SÓLIDOS
DISUELTOS TOTALES DEL CONCRETO TRITURADO.



VISTA 10: ANÁLISIS QUÍMICO SULFATOS DEL CONCRETO
TRITURADO.



MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.

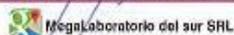
ALEX DAVID MORIZ VARGA
TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGALABORATORIO
DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL SUP. N° 125146
ESPECIALISTA EN PAVIMENTOS

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



ANEXO 13:

HOJA TÉCNICA SIKAFIBER ® PE



BUILDING TRUST



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

1/3

	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	MODOS 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.
---	---



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 Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,
Lurín
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.





ANEXO 14:

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-017-2019

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 19004
Solicitante UNIVERSIDAD NACIONAL DE ALTIPLANO – PUNO
Dirección AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA PUNO-PUNO
Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Equipo Calibrado PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)

Marca (o Fabricante) ELE INTERNATIONAL
Modelo 36-3086/01
Número de Serie 1796-8-2299
Identificación NO INDICA
Procedencia USA
Indicador de Lectura DIGITAL
Alcance de Indicación 0 KN a 1200 KN
Resolución 0,1 KN
Marca (o Fabricante) ELE INTERNATIONAL
Modelo 1886B0033(ADR.)
Número de Serie 1886-1-4335
Identificación NO INDICA
Transductor de Fuerza TRANSDUCTOR
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie o Identificación NO INDICA
Ubic. Del Instrumento LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Lugar de Calibración AV. JORGE BASADRE 640 – PUNO

Fecha de Calibración 2019-01-16

Sello



Fecha de emisión

2019-01-18

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
 JEFE DE LABORATORIO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LF-017-2019

Laboratorio de fuerza

Pág 2 de 2

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado por la Universidad Católica del Perú

Patrones utilizados: INF-LE-172-18

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	10197	10268,5	10217,6	10054,4	10180,2	0,2	2,1	1,3
20	20394	20526,9	20282,2	20384,1	20397,7	0,0	1,2	0,7
30	30591	30581,3	30448,7	30499,7	30509,9	0,3	0,4	0,3
40	40789	40615,3	40890,6	40992,6	40832,8	-0,1	0,9	0,6
50	50986	51006,2	51057,2	51098,0	51053,8	-0,1	0,2	0,3
60	61183	61366,5	61203,4	61407,3	61325,7	-0,2	0,3	0,3
70	71380	71573,9	71359,7	71604,5	71512,7	-0,2	0,3	0,3
80	81577	81903,6	81699,7	81832,2	81811,8	-0,3	0,2	0,3
90	91774	92060,0	92162,0	92121,2	92114,4	-0,4	0,1	0,2
100	101972	102848,6	102920,0	102573,3	102780,6	-0,8	0,3	0,3
Lectura máquina en cero		0	0	0	-----	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 15,0 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

Evaluación de los resultados

De los resultados obtenidos durante la calibración se ha obtenido la siguiente ecuación cuadrática:

$$Y = A * X^2 + B * X + C$$

Donde:

Y = Indicación del equipo en kgf;

X = Lectura directa del Equipo, valores del dial.

Los coeficientes obtenidos son:

A = 1,425183

B = 0,990973

C = 103,278013

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

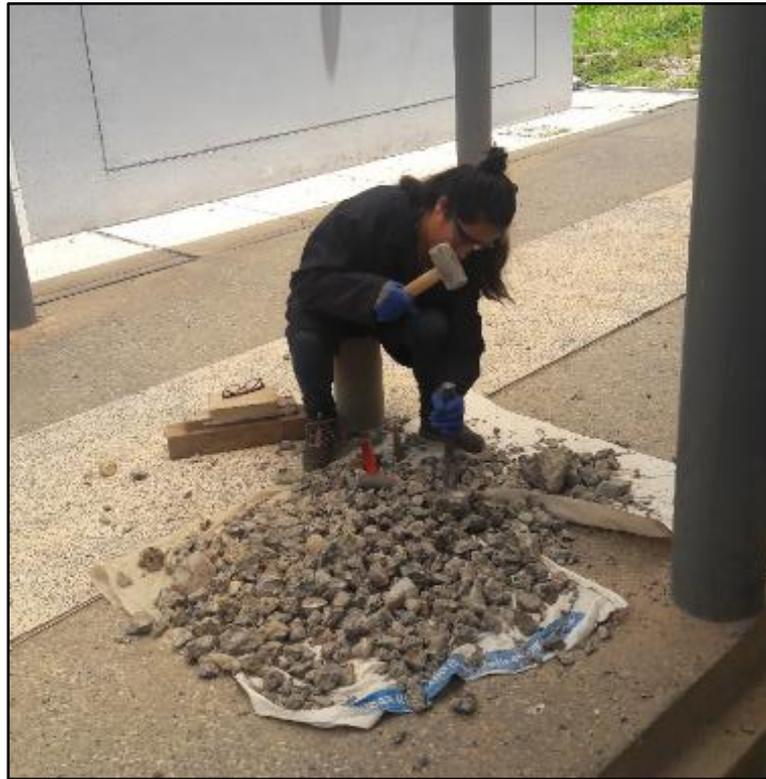


Fin del documento

Centro Especializado en Metrología Industrial
Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima
• Telf.: 6717346 • RPM: #958009777 • CEL: 958009776
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



ANEXO 15:
PANEL FOTOGRAFICO



Chancado manual del agregado grueso reciclado.



Contenido de humedad de los agregados.



Primer desmoronamiento, material en estado SSS.



Peso específico del agregado grueso, muestra S.S.S.



Peso específico del agregado grueso, peso sumergido de la muestra.



Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso reciclado.



Peso unitario de los agregados, registro de datos del molde.



Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado.



Separado del agregado grueso y fino mediante el tamiz N°4



Testigos para el ensayo de resistencia a la compresión



Testigos para el ensayo de resistencia a la flexión.



Ensayo de resistencia a la compresión $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$



e

Registro de datos del ensayo de resistencia a la compresión $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$



Colocación de la muestra en la máquina de ensayo a flexión del concreto