

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Una Institución Adventista

**Influencia de adición de fibras de tereftalato de polietileno
reciclable en las propiedades de concreto permeable para
pavimento de tráfico liviano**

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Oyola Rojas, Brayan

Bach. Romaní Noa, Yelsin Fredy

Asesor:

Ing. Galarreta Chávez, Miguel Ángel

Lima, diciembre del 2020

ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

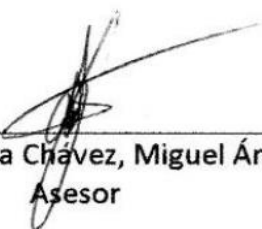
Ing. Galarreta Chávez, Miguel Ángel, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***"INFLUENCIA DE ADICIÓN DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO RECICLABLE EN LAS PROPIEDADES DE CONCRETO PERMEABLE PARA PAVIMENTO DE TRÁFICO LIVIANO"*** constituye la memoria que presenta el Bachiller **Brayan Oyola Rojas** y el Bachiller **Yelsin Fredy Romaní Noa** para aspirar al título de Profesional de Ingeniero civil ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Lima*, a los *15 días de diciembre del año 2020*.



Galarreta Chávez, Miguel Ángel
Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a los 10 días día(s) del mes de diciembre del año 2020 siendo las 18:00 horas, se reunieron en modalidad virtual u online sincrónica, bajo la dirección del Señor Presidente del jurado: **Mg. Leonel Chahuares Paucar**, el secretario: **Ing. Ferrer Canaza Rojas**... y los demás miembros: **Ing. David Díaz Garamendi**... y el asesor **Ing. Miguel Ángel Galarreta Chavez**, con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: "Influencia de adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimentos de tráfico liviano"

.....de los bachilleres: a).....**BRAYAN OYOLA ROJAS**.....

.....b)....., **YELSIN FREDY ROMANÍ NOA**.....

Conducente a la obtención del título profesional de.....

.....**INGENIERO CIVIL**.....

con mención en.....

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los candidatas hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por las candidatas. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): **BRAYAN OYOLA ROJAS**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

Candidato (b): **YELSIN FREDY ROMANÍ NOA**.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	18	A-	MUY BUENO	SOBRESALIENTE

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó a los candidatos a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente
Mg. Leonel
Chahuares Paucar



Secretario
Ing. Ferrer Canaza
Rojas

Asesor
Ing. Miguel Ángel
Galarreta Chavez

Miembro
Ing. David Díaz
Garamendi

Miembro

Candidato/a (a)
Brayan Oyola Rojas

Candidato/a (b)
Yelsin Fredy
Romaní Noa

DEDICATORIA

A las personas quienes fueron el pilar fundamental en mi vida mis padres Mauro Oyola y Alejandra Rojas, que día a día dedicaron toda su dedicación, esfuerzo, y su apoyo incondicional en los momentos más difíciles durante el transcurso de mi carrera profesional y de este proyecto. Jamás terminaré de agradecerles por todo lo que hicieron por mí, son mi gran motivación.

A mis hermanos (Roly, Renee, Carlin, Ruben, Rano, Silvio) y a mi tío Rogelio, que han sido mi ejemplo, mi guía y lucha para alcanzar mis metas, porque ellos han deseado siempre lo mejor para mí y nunca han faltado en los momentos decisivos de mi vida.

Oyola Rojas, Brayán

Con mucho amor y gratitud a mis padres: Elio Romaní y Marcelina Noa, gracias por brindarme día a día todo sus sabias consejos y motivación, durante el transcurso de mi formación profesional y que pudo conducirme para verme alcanzar esta meta, en mi vida profesional.

A mis hermanos Joseas, Ederson y Edwar y a mis hermanas Yuli, Jhanet y Nelida, con sus consejos y motivación siempre estuvieron conmigo, gracias hermanos por todo el apoyo que brindaron para culminar esta etapa.

Romaní Noa, Yelsin Fredy

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por haber permitido terminar el proyecto de investigación, porque él nos brindó la inteligencia y sabiduría durante el desarrollo en cada detalle del proyecto.

A nuestro asesor Juan Jesús Soria por guiarnos en esta investigación, a todos los amigos y familiares que brindaron el apoyo para el desarrollo del proyecto de tesis.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE ANEXOS.....	xiii
SÍMBOLOS / NOMENCLATURA	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Espacial.....	18
1.2.2. Temporal.....	18
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3.1. Problema General	18
1.3.2. Problemas específicos.....	19
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.5. JUSTIFICACIÓN	20
1.5.1. Justificación teórica	20
1.5.2. Justificación metodológica	20
1.5.3. Justificación práctica	20
1.6. PRESUPOSICIÓN FILOSÓFICA.....	21
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES	22

2.1.1.	Antecedentes Nacionales	22
2.1.2.	Antecedentes Internacionales	25
2.2.	BASES TEÓRICAS Y CIENTIFICAS	32
2.2.1.	Concreto permeable	32
2.2.2.	Concreto Permeable reforzado con fibras	39
2.2.3.	Tereftalato de Polietileno	41
2.2.4.	Pavimentos Permeables	47
2.2.5.	Normas Utilizadas en Concreto Permeable	52
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	53
2.4.	HIPÓTESIS	55
2.4.1.	Hipótesis General	55
2.4.2.	Hipótesis Específicos	56
2.5.	VARIABLES	56
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	57
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		58
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	58
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	58
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	58
3.4.	FUNDAMENTOS PARA DEFINIR EL TRABAJO	59
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	63
3.5.1.	Población	63
3.5.2.	Muestra	64
3.6.	MATERIALES	68
3.7.	DISEÑO DE MEZCLA	74
3.8.	TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS	75
3.8.1.	Técnica	75
3.8.2.	Instrumento de medición	75
3.8.3.	Software a usar	76

3.9.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	76
3.10.	ENSAYOS.....	76
3.10.1.	Ensayos en estado fresco	76
3.10.2.	Ensayos en estado duro.....	78
3.11.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	85
3.11.1.	Medidas de tendencia central.....	85
3.12.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL.....	88
3.12.1.	Distribución T student	88
3.13.	DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (ANOVA DE UN SOLO FACTOR).....	89
3.13.1.	Supuestos para el análisis de varianza	89
3.13.2.	Anova: Prueba de igualdad de k medias de población.....	90
3.14.	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	90
3.14.1.	Hipótesis nula (H_0)	90
3.14.2.	Hipótesis alternativa (H_1)	91
3.14.3.	Coeficiente de Pearson	91
3.14.4.	Regla de decisión.....	91
3.15.	DISEÑO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS	92
3.15.1.	Hipótesis estadística	92
3.15.2.	El Nivel de significancia.....	93
	CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	94
4.1.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	94
4.1.1.	Ensayos de concreto permeable en estado fresco	94
4.1.2.	Ensayos de concreto permeable en estado endurecido	97
4.2.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	116
4.2.1.	Análisis de resultados en estado fresco.....	116
4.2.2.	Análisis de resultados en estado endurecido.....	117
4.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	119
4.3.1.	Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado fresco	119

4.3.2.	Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado endurecido	120
4.4.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	122
4.4.1.	Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado fresco	122
4.4.2.	Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado endurecido	123
4.5.	RELACIÓN ENTRE VARIABLES DEPENDIENTES	126
4.5.1.	Contenido de vacío vs resistencia a la compresión.....	126
4.5.2.	Contenido de vacío vs resistencia a la flexión.....	126
4.5.3.	Contenido de vacío vs resistencia a degradación.....	127
4.5.4.	Contenido de vacío vs permeabilidad.....	128
4.5.5.	Contenido de vacío vs tasa de infiltración en laboratorio	128
4.5.6.	Contenido de vacío vs tasa de infiltración en campo.....	129
4.5.7.	Permeabilidad vs resistencia a la compresión.....	130
4.5.8.	Resistencia a la degradación por impacto y abrasión vs resistencia a compresión.....	130
4.6.	COMPARACIÓN ENTRE VARIABLES DEPENDIENTES	131
4.6.1.	Contenido de vacío en estado fresco y contenido de vacío en estado endurecido.	131
4.6.2.	Tasa de infiltración en laboratorio y tasa de infiltración en campo	132
4.7.	DISCUSIÓN	133
	CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
5.1.	CONCLUSIONES	136
5.1.1.	Conclusión general	136
5.1.2.	Conclusiones específicas	136
5.2.	RECOMENDACIONES.....	139
	CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	141
	Anexo	146

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Propiedades típicas de concreto permeable</i>	35
Tabla 2 <i>Normativas para los diferentes ensayos.</i>	52
Tabla 3 <i>Diseño de investigación</i>	58
Tabla 4 <i>Características de la fibra de PET</i>	63
Tabla 5 <i>Tamaño de muestra</i>	64
Tabla 6 <i>Propiedades de los agregados grueso y fino.</i>	68
Tabla 7 <i>Propiedades físicas y químicas</i>	69
Tabla 8 <i>Clasificación de los aditivos según la normativa</i>	69
Tabla 9 <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: Propiedades de concreto permeable en estado fresco según los porcentajes de adición de fibras de PET.</i>	92
Tabla 10 <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: Propiedades de concreto permeable en estado endurecido según los porcentajes de adición de fibras de PET.</i>	93
Tabla 11 <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: Tasa de filtración en una losa de concreto permeable.</i>	93
Tabla 12 <i>Resultado de ensayo de revenimiento (slump).</i>	94
Tabla 13 <i>Resultado de ensayo de peso unitario.</i>	95
Tabla 14 <i>Resultado de ensayo de contenido de vacío.</i>	96
Tabla 15 <i>Resultado de ensayo de Resistencia a Compresión.</i>	97
Tabla 16 <i>Resultado de ensayo a Resistencia a Flexión.</i>	98
Tabla 17 <i>Resultados de ensayo de resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión.</i>	99
Tabla 18 <i>Resultado de ensayo de Contenido de vacío.</i>	100

Tabla 19 Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 0% de fibras PET.	101
Tabla 20 Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 0.25% de fibras PET. ..	102
Tabla 21 Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 0.50% de fibras PET. ..	103
Tabla 22 Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 1.00% de fibras PET. ..	104
Tabla 23 Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 1.50% de fibras PET. ..	105
Tabla 24 Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 0.00 % de fibras PET.	106
Tabla 25 Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 0.25 % de fibras PET.	107
Tabla 26 Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 0.50 % de fibras PET.	108
Tabla 27 Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 1.00 % de fibras PET.	109
Tabla 28 Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 1.50 % de fibras PET.	110
Tabla 29 Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 0.00% de fibras PET.	111
Tabla 30 Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 0.25% de fibras PET.	112
Tabla 31 Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 0.50% de fibras PET.	113
Tabla 32 Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 1.00% de fibras PET.	114

Tabla 33 Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 1.50% de fibras PET.....	115
Tabla 34 Análisis Estadístico: Consistencia (slump).	119
Tabla 35 Análisis Estadístico: Peso Unitario.....	119
Tabla 36 Análisis Estadístico: Contenido de Vacío.	119
Tabla 37 Análisis estadístico Descriptivo: Resistencia a la compresión	120
Tabla 38 Análisis Estadístico: Resistencia a Flexión.....	120
Tabla 39 Análisis Estadístico: Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión.	121
Tabla 40 Análisis Estadístico: Contenido de vacío.	121
Tabla 41 Análisis Estadístico: Permeabilidad.	121
Tabla 42 Análisis Estadístico: Tasa de infiltración en laboratorio.	122
Tabla 43 Análisis Estadístico: Tasa de infiltración en campo.	122
Tabla 44 Prueba de Hipótesis Descriptivo: Consistencia	122
Tabla 45 Prueba de Hipótesis: Peso Unitario.....	123
Tabla 46 Prueba de Hipótesis Descriptivo: Contenido de Vacío.....	123
Tabla 47 Prueba de Hipótesis: Resistencia a compresión	123
Tabla 48 Prueba de Hipótesis: Resistencia a flexión	124
Tabla 49 Prueba de Hipótesis descriptivo: Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión	124
Tabla 50 Prueba de Hipótesis Descriptivo: Contenido de vacío	124
Tabla 51 Prueba de Hipótesis Descriptivo: Permeabilidad.....	125
Tabla 52 Prueba de Hipótesis Descriptivo: Tasa de infiltración en laboratorio.....	125
Tabla 53 Prueba de Hipótesis Descriptivo: Tasa de infiltración en campo.....	125

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fibras en Resistencia a flexión. Fuente: (Pils et al., 2019)	41
Figura 2. Síntesis de reacciones del PET. Fuente: Arao (2016).....	43
Figura 3. Celdas de concretos rellenos con césped.	49
Figura 4. Mallas o celdas plástica rellenos de piedra y césped	49
Figura 5. Adoquines con juntas rellenos de césped.....	50
Figura 6. Adoquines con ranuras incluidas en su geometría y sin ningún relleno.	50
Figura 7. Pavimento permeable construida con un tipo de betún.	51
Figura 8. Pavimento permeable de concreto.	51
Figura 9. Relación entre el contenido de huecos y resistencia a la compresión de 28 días para el tamaño agregado N°. 67 y N°. 8. (ACI 522R-10, 2010).	60
Figura 10. Características Físicas de la fibra de PET. (Fuente: Elaboración propia).....	63
Figura 11. Distribución de número de especímenes para determinar la resistencia a compresión.	65
Figura 12. Distribución de número de viguetas para determinar la resistencia a flexión. ..	65
Figura 13. Distribución de número de especímenes para determinar contenido de vacíos. 66	
Figura 14. Distribución de número de especímenes para determinar la permeabilidad.....	66
Figura 15. Distribución de número de especímenes determinar la resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión.	67
Figura 16. Distribución de número de losas para determinar la tasa de infiltración en laboratorio.....	67
Figura 17. Partes de la botella PET para obtener las fibras. Fuente: Elaboración propia. ..	71
Figura 18. Obtención de tiras de botella en la cortadora.	71

Figura 19. Rollos de tiras de botellas de tereftalato de polietileno reciclado.....	72
Figura 20. Máquina texturizadora de tiras de botella de PET reciclado.	72
Figura 21. Dimensión de fibra tipo ondulada de tereftalato de polietileno reciclado.	73
Figura 22. Fibras de tereftalato de polietileno.....	73
Figura 23. Ensayo de consistencia (slump) para medir asentamiento.....	77
Figura 24. Ensayo de Peso Unitario de concreto permeable con adición de fibras PET. ...	78
Figura 25. Proceso de compactación de concreto permeable en cilindro 15x30 cm.....	79
Figura 26. Compactación con martillo proctor estándar de concreto permeable con adición de fibras PET.	79
Figura 27. Proceso de compactación en viguetas de concreto permeable.....	80
Figura 28. Elaboración de viguetas compactando con martillo proctor estándar en moldes de madera.	80
Figura 29. Secado de especímenes en horno a una temperatura de 110 ± 5 °C	81
Figura 30. Ensayo de permeabilidad en un permeámetro de cabeza descendente.	82
Figura 31. Ensayo de resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión en tambor de acero rotatorio.	83
Figura 32. Dimensiones del anillo (permeámetro) para la prueba de infiltración.....	84
Figura 33. Ensayo de tasa de infiltración en pavimento de concreto permeable con adición de fibras PET.	84
Figura 34. Rango de aceptación y rechazo de la hipótesis nula.	92
Figura 35. Gráfica lineal de ensayo de revenimiento (slump).....	94
Figura 36. Desarrollo de concreto permeable con adiciones de fibras.....	98
Figura 37. (a) Fibras PET en Consistencia (slump); (b) Fibras PET en Peso Unitario.	116
Figura 38. Fibras PET en Contenido de Vacío en Estado Fresco.	116

Figura 39. (a) Fibras PET en Resistencia a Compresión a 28 días; (b) Fibras PET en Resistencia a flexión.....	117
Figura 40. (c) Fibras PET en Resistencia potencial a la degradación; (d) Fibras PET en Contenido de Vacío.	117
Figura 41. (e) Fibras PET en Permeabilidad; (f) Fibras PET en Tasa de Infiltración en Laboratorio.	118
Figura 42. Fibras PET en Tasa de Infiltración en Campo.	118
Figura 43. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y resistencia a la compresión.	126
Figura 44. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y resistencia a flexión.	127
Figura 45. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y resistencia a la degradación.....	127
Figura 46. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y permeabilidad.	128
Figura 47. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y tasa de infiltración en laboratorio.....	129
Figura 48. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y tasa de infiltración en campo	129
Figura 49. Correlación de permeabilidad y resistencia a la compresión.....	130
Figura 50. Correlación de resistencia a la degradación y resistencia a compresión.....	131
Figura 51. Comparación de contenido de vacío en estado fresco y contenido de vacío en estado endurecido.	132
Figura 52. Comparación de tasa de infiltración en lab. y tasa de infiltración en campo...	132

INDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Propiedad de materiales	146
ANEXO A - 1 Ubicación de cantera	146
ANEXO A - 2 Agregado grueso y fino	147
ANEXO B. Diseño de mezcla.....	152
ANEXO C. Certificado de resultados	162
ANEXO C - 1. Certificado de resultados de resistencia a compresión	162
ANEXO C – 2. Certificado de resultados de resistencia a flexión.....	177
ANEXO D. Análisis estadístico	178
ANEXO D - 1. Análisis estadístico de propiedades en estado fresco	178
ANEXO D - 2. Análisis estadístico de propiedades en estado endurecido	182
ANEXO E. Prueba de hipótesis.....	203
ANEXO E – 1. Prueba de hipótesis de propiedades en estado fresco.....	203
ANEXO E – 2. Prueba de hipótesis de propiedades en estado endurecido.....	212
ANEXO F. Panel fotográfico.	240

SÍMBOLOS / NOMENCLATURA

PET	: Tereftalato de polietileno
GC	: Grupo Control
GE	: Grupo Experimental
ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Society for Testing and Materials
NTP	: Norma Técnica Peruana
A/C	: Agua/Cemento
Pe	: Peso Especifico
Pesss	: Peso Específico Superficialmente Seco Saturado
E	: Espécimen
P	: Prueba
M	: Muestra

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de adición de fibras de PET en las propiedades de concreto permeable para pavimentos de tráfico liviano. El diseño fue experimental en donde se manipuló en forma deliberada la variable independiente con el propósito de observar los efectos en la variable dependiente. El grupo control no tuvo ninguna adición, sin embargo, el grupo experimental si tuvo adición de fibras PET a 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de dimensión 2mm x 45mm, respecto al peso del cemento. En cuanto al diseño de mezcla se desarrolló con un tamaño de agregado de Huso N° 8 (3/8”), con una relación de a/c 0.36 y con un contenido de vacío de 18%. Buscando los mejores resultados en las propiedades de concreto permeable, realizando los ensayos respectivos de cada uno de ellos a base de las normativas correspondientes. La adición de fibras PET en consistencia (slump) y peso unitario influye significativamente a medida se aumente por porcentajes de adición. En cuanto a contenido de vacío en estado fresco tanto endurecido no influye. En resistencia a compresión el porcentaje de adición óptimo es 0.50% con una resistencia de 192.26 kg/cm^2 , asimismo, en la resistencia a flexión el óptimo es 1.00% con 19.59 kg/cm^2 . En cuanto a resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión el óptimo es de 0.50% alcanzando 28.77%. Por último, la permeabilidad, tasa de infiltración en laboratorio tanto como campo, la influencia óptima es de 0.25% de fibras PET.

Palabras clave: Fibras de tereftalato de polietileno, reciclable, concreto permeable, pavimento, propiedades, infiltración, adición.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the influence of the addition of PET fibers on the properties of pervious concrete for light traffic pavements. The design was experimental where the independent variable was deliberately manipulated in order to observe the effects on the dependent variable. The control group did not have any addition, however, the experimental group did have addition of PET fibers at 0.25%, 0.50%, 1.00% and 1.50% of dimension 2mm x 45mm, with respect to the weight of the cement. Regarding the mix design, it was developed with an aggregate size of Spindle No. 8 (3/8”), with a 0.36 w/c ratio and a void content of 18%. Looking for the best results in the properties of pervious concrete, carrying out the respective tests of each one of them based on the corresponding regulations. The addition of PET fibers in consistency (slump) and unit weight has a significant influence as the addition percentages increase. In terms of void content in fresh state, both hardened does not influence. In compressive strength, the optimum addition percentage is 0.50% with a resistance of 192.26 kg/cm², likewise, in flexural strength, the optimum is 1.00% with 19.59 kg/cm². Regarding potential resistance to degradation by impact and abrasion, the optimum is 0.50% reaching 28.77%. Finally, the permeability, infiltration rate in the laboratory as well as in the place, the optimal influence is 0.25% of PET fibers.

Keywords: Polyethylene terephthalate fibers, recyclable, pervious concrete, pavement, properties, infiltration, addition.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El origen de concreto permeable se dio en Europa en el siglo XIX. En cuanto a sus aplicaciones el concreto permeable continuó desarrollándose con éxito, después de la segunda guerra mundial había muchas necesidades de reconstruir en las ciudades como edificaciones y carreteras con medios limitados. La escasez de materiales, así como el alto costo de estos y su transporte, dieron paso a la utilización de un concreto sin finos que disminuía los contenidos de cemento (pasta) en las mezclas y permitía reciclar escombros (Fernández & Navas, 2011).

En la actualidad el crecimiento de áreas urbanas y la construcción de pavimentos convencionales (impermeables) genera problemas de escurrimiento superficial e inundaciones, estos problemas ocurren en ciudades donde hay precipitación, cada vez que cae la lluvia, las calles se convierten en charcos y aniegos. Por ejemplo, en la sierra y en la selva del Perú, afectando paulatinamente. Las aguas pluviales se suman al problema del sistema de drenaje, que no se abastece para poder evacuar. Esto está generando problemas e incomodidad a los peatones. Del mismo modo, está afectando a todas las actividades como recreativas, turismo, transportes y entre otros.

El concreto permeable es una estructura porosa que permite filtrar el agua a través de ella, solucionando problemas de escurrimiento superficial e inundaciones, asimismo permite recargar a los mantos acuíferos. Por otro lado, las propiedades de concreto permeable en especial la resistencia a compresión es relativamente baja a comparación de concreto convencional. Con respecto a la relación de Contenido de Vacío/Resistencia a Compresión es cuanto más alto el contenido de vacío es menor resistencia y menor contenido de vacío es

mayor la resistencia. Por esto es de suma importancia mejorar las propiedades de concreto permeable ya que esta estructura tiene características adecuadas para ciudades donde hay precipitación.

Existen diferentes investigaciones sobre cómo mejorar las propiedades de concreto permeable, con diferentes adiciones de materiales como agregado fino, fibras naturales y artificiales entre ellos polipropileno. Por otro lado, no existe investigaciones que desarrollaron con adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable en concreto permeable. Por lo tanto, la investigación tiene el objetivo de determinar la influencia de adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento.

1.2. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Espacial

La investigación se realizará en el laboratorio de la Universidad Peruana Unión, km 19.5 Ñaña, Distrito Lurigancho, Provincia Lima y Departamento Lima.

1.2.2. Temporal

El desarrollo del proyecto de investigación se desarrollará durante los meses comprendido entre setiembre 2019 a noviembre del año 2020.

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General

¿De qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable en estado fresco?
- ¿De qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable en estado endurecido?
- ¿De qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en la tasa de infiltración de concreto permeable en laboratorio y en campo?
- ¿Cuál es el diseño de mezcla de concreto permeable con adición optima de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable para pavimento?

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Determinar de qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Determinar de qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable en estado fresco para pavimento.
- Determinar de qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable en estado endurecido para pavimento.

- Determinar de qué manera influye el porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en la tasa de infiltración de concreto permeable en laboratorio y en campo.
- Determinar el diseño de mezcla de concreto permeable con adición optima de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable para pavimento.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. Justificación teórica

Esta investigación permitirá corroborar las propiedades del concreto permeable teniendo en cuenta la normatividad existente e indicaciones de los estudios básicos de ingeniería, asimismo cómo influye el tereftalato de polietileno en las propiedades de concreto permeable.

1.5.2. Justificación metodológica

Con el fin de realizar la investigación se acudirá a la formulación de los instrumentos para medir la variable independiente “fibras de tereftalato de polietileno” y su influencia en la variable dependiente “propiedades del concreto permeable”, asimismo el método que se utilizará servirá metodológicamente para que siguientes investigadores de la línea en estudio, tengan la posibilidad de replicar en otras propuestas que quieran llevar a cabo más adelante.

1.5.3. Justificación práctica

Es de gran importancia realizar investigaciones que permitan mejorar propiedades de los materiales utilizando materia prima, para hacer proyectos que sean sostenibles y ecológicos. En nuestro país, la tecnología del concreto permeable en pavimentos aún no se viene implementando como solución a los problemas de escurrimiento superficial, inundación, hidroplaneo que genera accidentes, contaminación, entre otros problemas causado por el

pavimento convencional (impermeable), no siendo caso de otros países que implementan, entre ellos México, Alemania, Holanda y otros países. Esta investigación tiene como fin principal determinar la influencia del porcentaje de adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable en las propiedades de concreto permeable para pavimento.

1.6. PRESUPOSICIÓN FILOSÓFICA

Dios creo el cielo y la tierra, con vida vegetal y animal, el mar y las fuentes de agua. Con la creación nos muestra su gran amor. Él dice que no se haga obras en contra de su creación sino teniendo en cuenta la preservación y el cuidado de su creación, el concreto permeable es una innovación de ingeniería civil, brindando sus mejores beneficios que es amigable con la naturaleza y que permite actuar sin interrupción al ciclo del agua por su propiedad permeable.

Antiguamente se desconocía el ciclo del agua, las culturas antiguas consideraban que la lluvia era como un regalo de alguno de sus dioses, sin embargo, la biblia ya describía el ciclo del agua hace miles de años. “Los ríos van al mar, y el mar no se llena; el lugar de donde los ríos vinieron, allí vuelven para correr de nuevo” en Eclesiastés 1:7 (Valera, 1960). Este versículo bíblico muestra la cosmovisión sobre el ciclo del agua, hoy en día las grandes superficies de pavimentos interrumpen el ciclo natural, ya que la infiltración es parte del ciclo del agua y que recarga a los mantos acuíferos. También el concreto permeable de la investigación tiene adición de las fibras de tereftalato de polietileno reciclable, este es una estrategia para absorber dicho material que es un contaminante peligroso para el mundo. Se tiene que dar nuevas iniciativas de un mejor cuidado de la tierra, innovando nuevos métodos de construcción que sean sostenibles y ecológicos, que tengan beneficios económicos y ambientales.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Nacionales

(Quispe & Ticona, 2017) en su investigación denomina “*Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* ”, sustentada en la Universidad Peruana Unión, Juliaca, Puno, Perú. Teniendo como objetivo de la investigación evaluar la influencia de la adición de fibras de polipropileno en las propiedades del concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ fabricado con agregado grueso artificial y natural; en esta investigación se investigó dos grupos de muestra con una asignación aleatoria, un grupo control que es sin adición de fibras y el otro con adición de fibras en porcentajes de 10%, 25%, 40% y 55% respecto a peso del cemento; a base de los resultados en la investigación se demuestra que la incorporación de fibras de polipropileno si mejora en propiedades de resistencia a la compresión, desgaste de abrasión e impacto, en cuanto a contenido de vacío y permeabilidad presenta tendencias a la reducción a medida que se aumenta los porcentajes de adición. La adición optima de fibras de polipropileno es de 40% con un $f'c = 216.77 \text{ kg/cm}^2$ y desgaste de abrasión e impacto de 25.12%; en cuanto a las otras propiedades con los porcentajes de adición no incrementa sus propiedades; de contenido de vacío es de 17.21-18.62 %, permeabilidad 0.285 –0.354 cm/s. También se demuestra que el agregado natural es mayor en los resultados que el agregado artificial y la resistencia máxima alcanzada es de 229.11 kg/cm^2 .

(C. Flores & Pacompia, 2015) en su tesis denomina “*Diseño de mezcla de concreto permeable con adicción de tiras de plástico para pavimentos $f'c= 175\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno*”, sustentada en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno; Perú. El cual tuvo

como objetivo evaluar la incidencia que tiene la incorporación de tiras de plástico (polipropileno) en las propiedades del concreto permeable $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ diseñado para pavimentos en la ciudad de Puno. La metodología de la investigación es un tipo correlacional, nivel explicativo y método cuantitativo. Por lo cual llegó a las siguientes conclusiones: la incorporación de tiras de polipropileno (3mm x 30mm) mejora parcialmente las propiedades del concreto permeable, específicamente su resistencia a la compresión. Se determinaron a los 28 días la resistencia a la compresión del concreto permeable con agregado grueso de Huso N° 57, es menor en un 26.13% comparada con la desarrollada con el Huso N° 8, igualmente se desarrolló el diseño óptimo de adición de tiras de polipropileno en 0.05% y 0.10%, que aumenta la resistencia a la compresión en 16.7% y 4.2% respectivamente. Mientras que al incorporar las tiras polipropileno en un 0.15% disminuye su resistencia a la compresión en un 10.7%. Concluyendo que el óptimo porcentaje de incorporación de Tiras de Polipropileno es 0.05% respecto al peso de todos los materiales del diseño de mezclas. también la incorporación de tiras hace que los valores obtenidos de contenido vacíos en estado fresco y estado endurecido tienden a reducir el contenido de vacíos conforme se incrementa el porcentaje de tiras añadidas. Del mismo modo el coeficiente de permeabilidad se encuentra dentro del rango definido por el aporte de ACI 522, el cual es 0.14 a 1.22cm/s, por el cual cumple con los requisitos de permeabilidad mínimos establecidos.

(Cerdán, 2015) en su tesis denominada *“Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015”*, sustentada en la Universidad Privada del Norte; Cajamarca, Perú, el objetivo de la investigación fue determinar el comportamiento de concreto permeable utilizando agregados de las canteras la Victoria y Roca Fuerte

aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015. El diseño de la investigación es experimental y el método que usaron es según ACI 211 3R, y consecutivamente se establecieron los diseños de mezcla de los diferentes porcentajes de aumento de vacíos, para evaluar la permeabilidad l/min/m². Los resultados obtenidos de la investigación son: Se confirma el cumplimiento de la hipótesis formulada; es decir, el aumento en diferentes porcentajes de vacíos 15%, 18%, 20% y 23%, al concreto permeable disminuye la resistencia a la compresión en un 20.96%, 37.72%, 61.88% y aumenta la permeabilidad en un 35.97%, 80.69% y 158.92% para la cantera La Victoria. También para la cantera roca fuerte, el aumento en diferentes porcentajes de vacíos 15%, 18%, 20% y 23%, al concreto permeable disminuye la resistencia a la compresión en un 21.04%, 35.50%, 43.30% y aumenta la permeabilidad en un 12.48%, 105.06% y 182.79%. Además, las mezclas de concreto permeable en estado fresco resultaron con una consistencia seca de cero centímetros de revenimiento, el peso volumétrico de las mezclas de 15%, 18%, 20% y 23% de vacíos resultaron 2011.24 kg/m³, 1940.41 kg/m³, 1879.58 kg/m³ y 1830.41 kg/m³ respectivamente para la cantera La Victoria. Por otro lado, también para la cantera Roca Fuerte las mezclas de concreto permeable en estado fresco resultaron con una consistencia seca de cero centímetros de revenimiento, el peso volumétrico de las mezclas de 15%, 18%, 20% y 23% de vacíos resultaron 2031.26 kg/m³, 1989.61 kg/m³, 1977.89 kg/m³ y 1856.88 kg/m³. Así mismo, según las pruebas realizadas al diseño del concreto permeable con 15% de vacíos resultó con una resistencia promedio de 155.03 kg/cm² siendo la más resistente de la cantera La Victoria y el diseño del concreto permeable con mayor permeabilidad resultó la Cantera Roca Fuerte con un coeficiente de 38.03 mm/s con 23% de vacíos.

2.1.2. Antecedentes Internacionales

(Fernández & Navas, 2011) en su artículo denominada: “*Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad*”, publicado en la revista de infraestructura vial, Costa Rica. Los resultados obtenidos de la investigación indican que el concreto permeable es un material cuya resistencia y permeabilidad dependen de ciertas variables. Los valores recomendados para el diseño de mezcla de concreto permeable según la investigación presente. Parámetros Recomendados: $AG/c = (4/1 - 4.5/1)$, $a/c = (0.28 - 0.30)$, $AF/AG < 10 \%$, Plastificante 2 - 3 cm^3/kg de cemento, tamaño máximo 12 mm y procedencia río. La relación de agregado fino y grueso, el uso de un 8% de AF con respecto AG mejoró las características de concreto permeable en estado fresco y entado endurecido. Pero el uso del AF está limitado, porque podría presentar un efecto negativo para la permeabilidad.

(Cabello et al., 2015) En su artículo denominada: “*Concreto Porosos: Constitución, Variables influyentes y Protocolos para su caracterización*”, publicado en la Universidad Técnica de Machala, Ecuador. Cuyo propósito de la investigación es evaluar la caracterización, potencial y sus componentes principales del concreto poroso, con ello llego a los siguientes resultados: el concreto permeable o poroso es una alternativa de construcción frente al problema de inundación, agotamientos de los mantos acuíferos y escasez de agua. Y los componentes de concreto poroso son: agua, cemento, agregado grueso, aditivos (opcional) y poco o nada de agregado finos. Y la caracterización del concreto permeable implica el desarrollo de ensayo de compresión, flexotracción, porcentaje de vacíos y permeabilidad de acuerdo a las normas ACI y ASTM.

(Vancura, MacDonald, & Khazanovich, 2011) En su artículo denominada: “*Análisis estructural de pavimento de concreto permeable*” Registro de Investigación de Transporte: Journal of Transportation Research Board, N° 2226, Junta de Investigación de Transporte de las Academias Nacionales, Washington. En la investigación Llegó a la siguiente Conclusión: los resultados de concreto permeable existe como un hormigón de doble propósito que sirve como una herramienta de gestión de aguas pluviales y un pavimento. Del mismo modo los ejercicios mostraron que, mientras que el módulo subrasante, módulo de elasticidad, y la resistencia a la flexión de concreto permeable son generalmente más bajos que de lo convencional, con el espesor apropiado pavimento, material base y la profundidad de material base, el concreto permeable puede proporcionar una carga adecuada capacidad. Asimismo, se encontró que el modelo Westergaard describe adecuadamente el comportamiento de los pavimentos de concreto permeables. Este hallazgo se confirmó al observar la sensibilidad del calculado hacia atrás a la carga, comparando los perfiles de deflexión FWD de los pavimentos de concreto permeables con las deflexiones generadas por las simulaciones ISLAB2005, y observando que la relación $A7 - A4$ fue similar para los pavimentos de concreto permeable y convencional. Además, el cálculo posterior del concreto permeable indicó que la rigidez del pavimento de concreto permeable es menor que la del pavimento de concreto convencional y que se debe usar una E de 2.5 millones de psi para el diseño del pavimento de concreto permeable si no se dispone de datos específicos del proyecto. El análisis de fatiga realizado en este estudio demostró que, de manera similar al pavimento de concreto convencional, un aumento de espesor del pavimento de hormigón y módulo de rotura aumenta la vida de fatiga. También se encontró que la capa de base contribuye significativamente a la capacidad de carga de los pavimentos de hormigón permeable.

(Kevern, Schaefer, & Wang, 2011) en su artículo denominada: “*Proporción mezcla de Desarrollo y evaluación del rendimiento del concreto permeable para aplicaciones de superposición*”, Publicado en la revista Materials ACI Journal. La investigación desarrollada llegó a los siguientes resultados: La prueba giratoria modificado es un método valioso para la evaluación de los materiales y proporciones de mezcla usadas para el concreto permeable altamente viable y además el aumento de contenido mortero mejora tanto la trabajabilidad y la fuerza del concreto permeable. La adición de fibras de CS tenía un impacto limitado en la trabajabilidad inicial de concreto permeable pero significativamente mejoró la capacidad de retención de borde de la mezcla, lo que demuestra adecuado para la construcción de encofrado deslizante. También el uso de 35% de cenizas de escoria y 15% Clase C proporcionó a PCPC un buen desempeño a temprana edad y largo plazo. Se requieren Ciertos aditivos (HRWRA, HS, y AEA) para lograr la viabilidad necesaria para alcanzar la densidad y durabilidad adecuada. La mezcla de PCPC seleccionado para la superposición pavimento proyecto demostró una excelente durabilidad de congelación y descongelación (con un factor de durabilidad por encima de 95). Hasta la fecha, la durabilidad construida ha sido buena con pocos problemas, mientras que el pavimento parece extremadamente silencioso con valores de OBSI en el rango medio de 90 dB.

(Pils, Oliveira, Regoso, Paulon, & Costella, 2019) en su artículo denominada: “*El concreto permeable: estudio de dosis y fibras de polipropileno adicción*”, Publicado en la revista IBRACON. El objetivo de la investigación fue estudiar la mezcla de concreto permeable para su uso en pisos de concreto permeables moldeados en el sitio, verificando la resistencia a la compresión, tracción, flexión y las propiedades de permeabilidad en la mezcla con la adicción de fibras. La investigación desarrollada llegó a los siguientes resultados: La

influencia de la adición de fibras de polipropileno en las propiedades de concreto permeable se desarrollaron en cuatro diseños de mezcla. Las adiciones de fibras fueron para el primer diseño de mezcla D = sin fibras, segundo D1=1kg/m³, Tercero D2 =2kg/m³ y cuarto D3 = 4kg/m³. La resistencia a la compresión no obtuvo un buen resultado hubo una disminución en la resistencia con la adición de fibras, las fibras obstaculizaron el proceso de amasado del hormigón, que por su propia naturaleza ya tenía una viabilidad de casi cero. La resistencia a la flexión a los 28 días de la mezcla D3, que tiene la mayor cantidad de fibras 4 kg/m³, tenía la más alta resistencia de (2.92Mpa) a la flexión. La permeabilidad fue más alta para la mezcla D1. La mezcla D3 ha tenido la más baja (K = 0.0996cm/s), mientras la mezcla D1 tenía una permeabilidad de 0.1237cm/s, siendo este es el valor más alto obtenido entre las mezclas.

(Márquez, Mejía, Arenzano, Martínez, & Tolentino, 2018) en su artículo denominada: *“Perfiles de PET Ligeramente pretensados Como Fibras de refuerzo en Elementos Estructurales de concreto”*, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. La investigación desarrollada llegó a las siguientes conclusiones: la construcción ecológica es la oportunidad de reutilizar los productos tóxicos y contaminantes que pueden ser integrados en los elementos de la construcción útiles que pueden mejorar los procesos de la construcción. Se demostró que el PET-perfiles utilizados en la matriz de fibra unidireccional y bidireccional con la condición de pretensión suave podrían tener ventajas en miembros estructurales en algunas aplicaciones precisas, como por ejemplo, miembros imponer a impactos como barreras de seguridad vial implementadas en la infraestructura carretera donde PET perfiles de inclusión en el hormigón puede ser útil en el apoyo estructural cuando un impacto coche puede extenderse pequeños fragmentos de hormigón y los perfiles de PET o PET-hilos podrían mantener los fragmentos de concreto confinado y también las de PET-

fibras pueden ser útiles en el entorno de la condición de falla por agrietamiento, teniendo tres aspectos principales: un sutil aumento del módulo de ruptura, mitigación de grietas en el plano de falla y proporcionar una capacidad de plástico PET adicional después de la falla. Desde la perspectiva de la confiabilidad estructural, los hilos de PET tienen influencia, aumentando los niveles de confiabilidad para las fuerzas esperadas para una resistencia a la compresión particular de los miembros estructurales. Vale la pena decir que el modelo estocástico coincide correctamente con la prueba experimental.

(Marthong, C., Kumar, 2015) en su artículo denominada: “*Comportamiento mecánico de fibra de PET reciclado Matriz de Hormigón Armado*”, Academia Mundial de Ciencias, Ingeniería y Tecnología. Cuyo objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de fibras de PET en concreto armado. En esta investigación llegaron a los siguientes resultados: en el estudio desarrollaron cuatro tipos de muestras SP1, SP2, SP3 y SP4. La adición de fibras para SP1 es al 0% y para SP2, SP3 y SP4 al 0.5% con diferentes geometrías de fibra, como hoja recta, extremo aplanadas y hoja de hendidura deformada para cada muestra respectivamente. Con una relación de agua y cemento de 0,5 la trabajabilidad del concreto fresco se disminuyó ligeramente con la inclusión de 0,5% de fibras de PET. Sin embargo, la geometría de la fibra tiene un resultado pequeño, significativo sobre la trabajabilidad del hormigón. La adición de 0.5% de fibra de PET en el concreto mejoró la resistencia a la compresión de las muestras y varió con la geometría de la fibra. También aumento la resistencia a la flexión y mostró la capacidad de absorción de energía en el estado de la muestra de craqueo posterior. Los resultados de la prueba de resistencia a la flexión muestran que las inclusiones de 0.5% de fibra de PET en el concreto aumentan la resistencia a la flexión. Las curvas de carga frente a desplazamiento muestran un comportamiento dúctil para

el hormigón de fibra de PET. Sin embargo, los aumentos en la resistencia a la flexión del hormigón que contiene fibra de PET varían con la geometría de la fibra. La fibra de lámina de hendidura de extremo aplanado y la fibra de lámina de hendidura deformada muestran una mejora significativa sobre las fibras de lámina de hendidura recta en términos de capacidad de carga y capacidad de disipación de energía.

(Játiva, 2014) en su tesis denominada “*Desarrollo de Hormigones Permeables enfocado al diseño de mezclas, construcción de obras y a la protección ambiental, basado en las normas ACI, ASTM e INEN*”, sustentada en la Universidad San Francisco de Quito; Quito, Ecuador. El cual tuvo como objetivo desarrollar hormigones permeables utilizando cemento Holcim Rocafuerte tipo “GU” y agregado de 3/8”, N° 4 y N° 8 proveniente de la cantera del río Guayllabamba y comparar los resultados con uso de otro cemento y otro agregado. Por lo cual se llegó a las siguientes conclusiones: la aplicación de los hormigones permeables en vías de tránsito de carga pesada no es recomendable por su baja resistencia mecánica; pero el uso de mallas biaxiales podría mejorar el desempeño del hormigón permeable sin afectar sus propiedades de permeabilidad. Otra de las conclusiones a la que llegó es en la elaboración de hormigón permeable, el agregado debe estar libre de finos y apropiadamente seco, los cambios de humedad en el agregado pueden afectar significativamente la relación agua y cemento incidiendo negativamente en su resistencia. La resistencia del concreto permeable se encuentra principalmente en la adhesión entre la pasta de cemento y el agregado, los dos materiales principales que compone el concreto permeable; también las características son muy importantes debiendo ser, anguloso y de la mayor resistencia mecánica posible. Asimismo, ha sido comprobado que la resistencia del concreto permeable con uso de agregados de calidad media (materiales de mina del río Guayllabamba) y cemento Holcim

tipo GU, no se alcanza la resistencia a la flexión de diseño mínima impuesta. Con el uso de agregado de la cantera San Martin (de alta resistencia mecánica) y cemento Portland Tipo 1 (de gran calidad) se cumple la resistencia a la flexión mínima impuesta, así como a resistencia a la compresión simple y la permeabilidad. Y finalmente se determinó que al añadir la arena fina influye negativamente en la permeabilidad del espécimen, sin embargo, mejora en cuanto a la resistencia a la compresión simple y flexión. Un cambio mínimo de un 3% en peso de arena entre dos mezclas similares en material como agregados, cemento, agua y aditivos os principales del concreto permeable.

(Zavala, 2015) en su tesis denominada “*Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado*”, sustentada en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE; Santa Tecla, El Salvador. El objetivo de la investigación es desarrollar el diseño de morteros hidráulicos, para la industria de la construcción, con enfoque arquitectónico utilizando botellas de plástico reciclado. Dicha investigación se basa dentro de un proceso metodológico, buscando estrategias para resolver posibles problemáticas que se encuentra en el ambiente buscando alternativas para reutilización de botellas de plástico. A las conclusiones que llegó respecto a la metodología son: Los elementos a partir de cemento y PET en proporción 1.0:0.50, tiene un peso específico de 1.22gr/cm^3 ; que es entre un 15% y 20%, menor que los creados con cemento y arena. Respecto a la resistencia a la compresión tiene 62.66 kg/cm^2 ; que equivale a un promedio del 40% menos que la que tienen los creados con cemento y arena; por lo tanto, el uso de este material se limita a espacios de circulación peatonal. En uso del agua, la cantidad es de 175ml; que equivale a un 11.5% menos que la utilizada con cemento y arena. También tienen una alta resistencia al fuego por lo que se considera un material combustible de muy baja

propagación. En el uso del PET la geometría es muy importante que influye directamente en el comportamiento de mezcla, entre más fina sea la partícula habrá mayor adherencia.

2.2. BASES TEÓRICAS Y CIENTIFICAS

2.2.1. Concreto permeable

2.2.1.1. *Concreto permeable*

Según (Fernández & Navas, 2011) el concreto permeable es un material que puede ser usado en pavimentos de bajo volumen, calles de urbanizaciones o parqueos, entre otros. Es una mezcla de cemento, agua y agregado grueso. La resistencia y la permeabilidad del concreto poroso son sus características más importantes y deben balancearse para lograr un desempeño adecuado del material.

Cuando las materias primas que conforman el hormigón permeable son elegidas adecuadamente, se ha demostrado que el hormigón permeable ayuda a biodegradar aceites, reduce el ruido provocado por la capa de rodadura y la llanta, además de preservar el ecosistema nativo y reducir costos, Ferguson, 2010, Citado por (Játiva, 2014).

El concreto permeable es fabricado con agregado grueso, cemento, agua, y con poco o sin fino. Este concreto tiene algunas características muy particulares a diferencia de concreto convencional al momento de su fabricación, uno de los que se tiene que tener mucho cuidado es con la relación de agua cemento (a/c) la cual debe ser baja para evitar que la mezcla fluya y se llene a los vacíos. También se encuentra el porcentaje de vacíos utilizando agregado de 3/8 pulg (10mm) que es de 15 al 25% mientras utilizando agregado de 1/2 pulg (12mm) es de 30 a 40 por ciento.

2.2.1.2. *Propiedades del Concreto Permeable*

Asentamiento: En caso del concreto permeable el asentamiento no define la calidad como en concreto convencional, pero si permite adquirir conocimiento sobre la manejabilidad. Las mezclas del concreto permeable en estado fresco es mucho más rígida que varían entre 0 a 1 cm. Una de las normas que se considera para realizar el ensayo es ASTM C143.

Peso unitario: Esta propiedad debido a sus altos porcentajes de vacíos, el concreto permeable se considera como un concreto liviano y su masa volumétrica es aproximadamente 70% del concreto convencional, su determinación se realiza de acuerdo con la norma ASTM C1688.

La densidad del concreto permeable depende de las propiedades y proporciones de los variables utilizados, y de los procedimientos de compactación utilizados en la colocación. Las densidades en el lugar del orden de 100 lb/ft³ a 125 lb/ft³ (1600 kg/m³ a 2000 kg/m³) son comunes, lo que está en el rango superior de hormigones livianos (Tennis, Leming, & Akers, 2004).

Tiempo de fraguado: En concreto permeable por poca cantidad de agua el tiempo de fraguado se reduce, por lo cual se debe de incluir aditivo que permita el tiempo considerable hasta la colocación del concreto.

Porosidad: Es equivalente al porcentaje de vacíos dentro de la estructura de concreto poroso. El porcentaje de vacíos va a influenciar directamente la permeabilidad del concreto. Los vacíos se deben a la forma de las partículas del agregado ya que por más que tengan diferentes tamaños no van a encajar perfectamente. Según las investigaciones anteriores el rango de porcentaje es de 15% al 25% para considerar una estructura porosa.

La resistencia a compresión: Las mezclas de concreto permeables pueden desarrollar resistencias a la compresión en el rango de 500 psi a 4000 psi (3.5 MPa a 28 MPa), lo cual es adecuado para una amplia gama de aplicaciones. Los valores típicos son aproximadamente 2500 psi (17 MPa). Al igual que con cualquier concreto, las propiedades y combinaciones de materiales específicos, así como las técnicas de colocación y las condiciones ambientales, determinarán la resistencia real en el lugar (Tennis et al., 2004).

Resistencia a flexión: La resistencia a flexión en concreto permeable generalmente varía entre aproximadamente 150 psi (1 MPa) y 550 psi (3,8 MPa). Muchos factores influyen en la resistencia a la flexión, particularmente el grado de compactación, la porosidad y la relación agregado: cemento (A/C) (Tennis et al., 2004).

Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión: El potencial de resistencia a la degradación del concreto permeable oscila entre 19% y 95% para un contenido de vacío de 18, 20 y 22%. Todos los pavimentos como el pavimento permeable están expuestos a un alto desgaste que está relacionada directamente con la resistencia a compresión del concreto permeable, se podría decir que a mayor resistencia a compresión mayor resistencia al impacto y abrasión, presentando menos desgaste del pavimento. La falla que presenta en el pavimento permeable por tener un acabado áspero y la estructura abierta tiende a desintegración de las partículas. (ASTM C1747/C1747M-13, 2013)

Permeabilidad: Es una de las características indispensable para el concreto permeable de permitir el flujo de agua atravesar por su interior sin alterar la estructura. La capacidad de infiltración incrementa cuando se aumenta el contenido de vacíos, sin embargo, disminuye la resistencia a la compresión. El contenido de vacíos si no se tiene en cuenta el método correcto de colocación se puede sellar los poros por una demasiada compactación o por mal

curado, también por no tener en cuenta la relación de agua/cemento, haciendo que la fluidez del agua se pierda por los poros.

La velocidad de flujo a través del concreto permeable depende de los materiales y las operaciones de colocación. Los caudales típicos para el agua a través del concreto permeable son 3 galones/pie² / min (288 pulg./hr, 120 L/m²/min, o 0.2 cm/s) a 8 gal/pie² / min (770 pulg./hr, 320 L/m²/min, o 0.54 cm/s), con tasas de hasta 17 gal/ft²/min (1650 pulg./hr, 700 L/m²/min, 1.2 cm/s) y más altas que se han medido en el laboratorio. (Crouch, 2004), citado por (Tennis et al., 2004)

Contracción: La contracción por secado se produce en menor tiempo en estos concretos, es casi la mitad del orden de lo regular en un concreto convencional. Como la contracción por fraguado es menor, esto permite disminuir el número de juntas colocándolas más espaciadas o eliminarlas según sea el tipo de pavimento (Imcyc, 2011).

Tabla 1
Propiedades típicas de concreto permeable

Propiedad	Rango
Asentamiento (mm)	20
Peso unitario (kg/m ³)	1600-2000
Tiempo de Fraguado (hora)	1
Porosidad, % (en volumen)	15-25
Permeabilidad (cm/seg.)	0,20-0,54
Resistencia a compresión (MPa)	3,5-28
Resistencia a flexión (MPa)	1-3,8

Fuente: Imcyc (2008). *Construcción y tecnología en Concreto*. Recuperado de <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>

2.2.1.3. ***Ventajas y Desventajas de Concreto Permeable***

En cuanto el estudio de las propiedades y aplicaciones del concreto permeable se desarrollaron algunas ventajas y desventajas del concreto permeable.

2.2.1.3.1. ***Ventajas***

El concreto permeable permite gestionar las aguas pluviales de manera agradable con el medio ambiente, además gracias al drenaje el concreto permeable habilita la infiltración de lluvias a los acuíferos subterráneos garantizando su reintegración al ciclo natural del agua, además reduce la escorrentía superficial. También permite el control de la contaminación de las aguas pluviales, impidiendo que éstas se conducen hacia el sistema de desagüe y se mezclen con las aguas residuales.

También reduce el efecto de hidroplaneo el cual es generado por espejos de agua que se forman por las lluvias, lo que hace que el contacto del neumático con el pavimento no exista. Del mismo modo esto sucede cuando el vehículo pierde tracción y control por parte del conductor sin poder girar o detenerse sobre una capa delgada de agua, así terminando en accidentes. La textura en la superficie del pavimento permeable proporciona tracción al neumático reduciendo hidroplaneo, así brindando seguridad a los conductores.

Se puede asociar al uso del concreto permeable la capacidad de permitir la filtración de los contaminantes de los automóviles, lo que impide la afectación de áreas adyacentes, como sucede con las superficies impermeables; además, cuando se usa en combinación con zonas verdes, la estructura porosa permite el ingreso de agua y oxígeno, necesario para el crecimiento de las plantas que dan sombra y calidad al aire (Imcyc, 2011).

2.2.1.3.2. Desventajas

Cuando la pendiente es mayor al 1%, el uso del concreto permeable permite que el agua filtre en la capa inferior, lo que hace que se generen fuerzas ascendentes por el agua que pueden perjudicar las estructuras subyacentes de la capa de rodadura.

La aplicación del concreto poroso debe de hacerse con maquinaria que no sea muy pesada ya que esto podría causar una sobre compactación lo que haría que la estructura de los vacíos se altere, lo cual se refleja en su permeabilidad o capacidad de infiltración, o que se produzca una colmatación en su estructura porosa, el cual es uno de los principales problemas potenciales de los concretos porosos, sobre todo en capa de rodadura (Meneses & Bravo, 2007).

Justamente en cuanto a la colmatación, se debe mencionar que, por esta característica ligada a la porosidad; el uso de estos pavimentos permeables está contraindicado en zonas o terrenos con suelos impermeables, regiones climáticas con permanentes ciclos hielo-deshielo, regiones áridas o con un alto grado de erosión eólica, zonas de alto tráfico, o donde exista alta posibilidad de colmatación (De Solminihac & Castro, 2002).

Se debe decir que para utilizar pavimentos porosos de hormigón como solución para problemas de aguas de lluvia, el esfuerzo debe enfocarse en tres aspectos fundamentales: un correcto dimensionamiento de la estructura para satisfacer requerimientos estructurales e hidráulicos y que incluya un adecuado diseño de la mezcla; un correcto proceso constructivo; un buen plan de mantenimiento que evite la colmatación y que comience desde el momento de la construcción (Moujir & Castañeda, 2014).

2.2.1.4. *Aplicaciones de Concreto Permeable*

Durante el desarrollo y diferentes investigaciones que se ha evidenciado tiene variedades aplicaciones el concreto poroso o permeable como los siguientes:

- Capa de rodadura de tramos de carreteras
- Capa de Base o sub base para pavimentos
- Pavimentos de plazoletas y parques
- Áreas de estacionamiento
- Sistema de drenaje
- Andenes
- Filtros y/o sistemas de drenaje
- Edificaciones
- Cubiertas laterales en piscinas
- Muros de contención
- Protección de taludes y gaviones
- Bases en zanjas de ductos para tuberías

El concreto permeable es un material que puede ser proporcionado por cualquier contratista; sin embargo, deberá tener experiencia y familiaridad con este tipo de concreto para asegurar su calidad. Cuando se use como sistema de pavimentos, es de vital importancia darle mantenimiento adecuado cuando lo requiera, para así asegurar que cumpla con su función de permeabilidad (Imcyc, 2011).

2.2.2. Concreto Permeable reforzado con fibras

2.2.2.1. *Influencia de fibras en concreto permeable*

Según (Quispe & Ticona, 2017) el concreto permeable reforzado con fibras de polipropileno Sikafiber PE al 40%, mejora las propiedades de resistencia a la compresión y al desgaste de abrasión e impacto, sin embargo, en las propiedades del permeabilidad y contenido vacío presentan una tendencia a la reducción a medida que se incrementa la cantidad de fibras.

Según (C. Flores & Pacompia, 2015) la incorporación de tiras o fibras de polipropileno en el diseño de mezcla de concreto permeable mejora parcialmente las propiedades del mismo, específicamente su resistencia a la compresión. En cambio, respecto a las otras propiedades como el coeficiente de permeabilidad y contenido de vacío, produce una variación ligera en reducir según que incrementa el porcentaje de adicción de las tiras.

(Pils et al., 2019) menciona las fibras polipropileno como refuerzo en el concreto en últimos años ha crecido para mejorar el rendimiento del concreto permeable. Pues el uso de fibras polipropileno es más apropiado que el uso de fibras metálicas a causa de la corrosión y la necesidad de mejorar la resistencia a la flexión, un requisito importante para pavimentos de concreto.

Muchas de las propiedades cambian cuando la matriz cementosa se refuerza con fibras, tales como: facilidad de trabajo, resistencia a la compresión, slump, resistencia a flexión, resistencia a la tracción directa, resistencia al impacto, resistencia a la fatiga, aumento a la tenacidad.

2.2.2.2. Tipos de fibras en concreto

2.2.2.2.1. Fibras de Polipropileno

La fibra de polipropileno tiene las siguientes características y beneficios: inhibe y controla la formación de grietas intrínsecas en el concreto; refuerza contra las fuerzas de impacto, mejora la resistencia al impacto y proporciona una durabilidad mejorada entre otros beneficios (Huang, Wu, Shu, & Burdette, 2010).

2.2.2.2.2. Fibras de plástico

Las fibras o tiras de plástico aumentan la resistencia en todos los modos de carga (compresión, flexión y tracción indirecta) y disminuir la fragilidad de la matriz débil y quebradiza del concreto poroso, facilitando de igual manera la reutilización de un material no biodegradable (Reyes, Torres, & CECATA, 2002).

2.2.2.2.3. Fibras de tereftalato de polietileno

Las fibras de tereftalato de polietileno conocido como PET son producido como envase para alimento y bebidas, y son residuos plásticos no degradables y puede causar perturbación ambiental. Hay algunos estudios de uso de fibras de PET en concreto, mostraron que la adicción de fibras de PET disminuye la conductividad térmica, mientras aumenta la resistencia a la compresión y ductilidad (Irwan et al., 2013).

2.2.2.3. *Influencia de fibras de tereftalato de polietileno en una fisura*

2.2.2.3.1. *Influencia en una fisura*

La mejora en el comportamiento de la resistencia a flexión con la adición de fibras se puede explicar en el comportamiento posterior al agrietamiento, cuando las macro fibras forman una costura en la región de la grieta, actuando como un refuerzo (Pils et al., 2019).

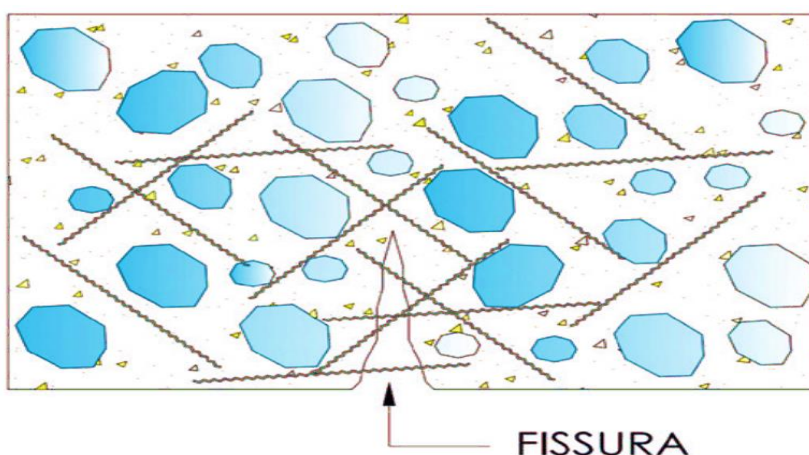


Figura 1. Fibras en Resistencia a flexión. Fuente: (Pils et al., 2019)

2.2.3. **Tereftalato de Polietileno**

El Tereftalato de Polietileno, conocido como PET, es un polímero termoplástico que tiene una estructura alifática y aromática, semi-cristalina y hace parte de la familia de los poliésteres. Su denominación oficial es polioxitereftaloila de oxietileno (Baldenebro, 2015).

El polietileno tereftalato (PET) es una de las fibras más importantes para la producción industrial. Debido a su alto rendimiento, bajo costo, y el reciclado, es uno de los candidatos más atractivos para las fibras de alta resistencia. Un gran número de técnicas experimentales han sido investigadas para la mejora de PET incluyendo coextrusión en estado sólido, calentamiento por microondas, entre otras. Sin embargo, el mayor uso de

PET hoy es en contenedores. En esta área, las botellas de bebidas son el número uno. De este modo, el PET es la estrella de reciclaje de plásticos. En 1995, 1.2 millones de toneladas de recipientes de PET se reciclaron, pero la demanda del mercado fue de 1,8 millones de toneladas. La mitad de los contenedores van a vertedero y a la incineración (Baldenebro, 2015).

Recientemente, ha aumentado la preocupación por el medio ambiente, el incremento en el consumo de termoplásticos se debe principalmente a que presentan una serie de ventajas, tales como buena resistencia al impacto, la eliminación de los requisitos de almacenamiento controlados, el reciclado y los rentables procesos de fabricación. Especialmente, tereftalato de polietileno (PET), entre otros termoplásticos tiene una buena capacidad de teñido, acabado de superficie y excelente uniformidad del producto. También tiene una buena resistencia al encogimiento, la abrasión y a la mayoría de los productos químicos. En general, las propiedades mecánicas de PET se determinan por la estructura cristalina. La cristalización actúa para aumentar aún más la rigidez y la resistencia más allá de la que se obtiene simplemente por la orientación molecular y también proporciona la estabilidad dimensional del material después del procesamiento (Baldenebro, 2015).

Los termoplásticos son polímeros que poseen la capacidad de tornarse fluidos con el calentamiento y después de un proceso de enfriamiento, vuelven a su estado inicial sin ninguna alteración en sus propiedades. Esa característica permite que los termoplásticos sean moldeados y reciclados sin afectar sus propiedades físicas. Algunas ventajas del PET sobre otros tipos de termoplásticos son: la estabilidad térmica, la facilidad de procesamiento, la estabilidad química y la estabilidad hidrolítica, causada por la presencia de anillos

aromáticos, alta resistencia mecánica a temperaturas elevadas, su baja densidad, brillo, transparencia y bajos costos de producción (Fuentes-Audén et al., 2008).

En lo que respecta a la producción de PET, se tiene un proceso dividido en tres etapas desde el punto de vista químico: Pre - polimerización, policondensación y polimerización en estado sólido. La pre - polimerización consiste en la fabricación de un pre - polímero llamado Oligómero Tereftalato de Bis (2 - hidroxietileno), BHET. En la policondensación, el PET es producido a partir del calentamiento gradual de BHET. Para la fabricación de fibras textiles, esos dos procesos son suficientes, sin embargo, para la producción de empaques y botellas se requiere un material con un alto peso molecular (>30.000 g/mol), por lo que se hace necesaria la tercera etapa de polimerización en estado sólido, que consiste en dejar el producto en un mayor grado de cristalinidad, en el que el material puede ser moldeado (Berrío, 2017).

Esta secuencia de reacciones se observa con detalle en la Figura 2.

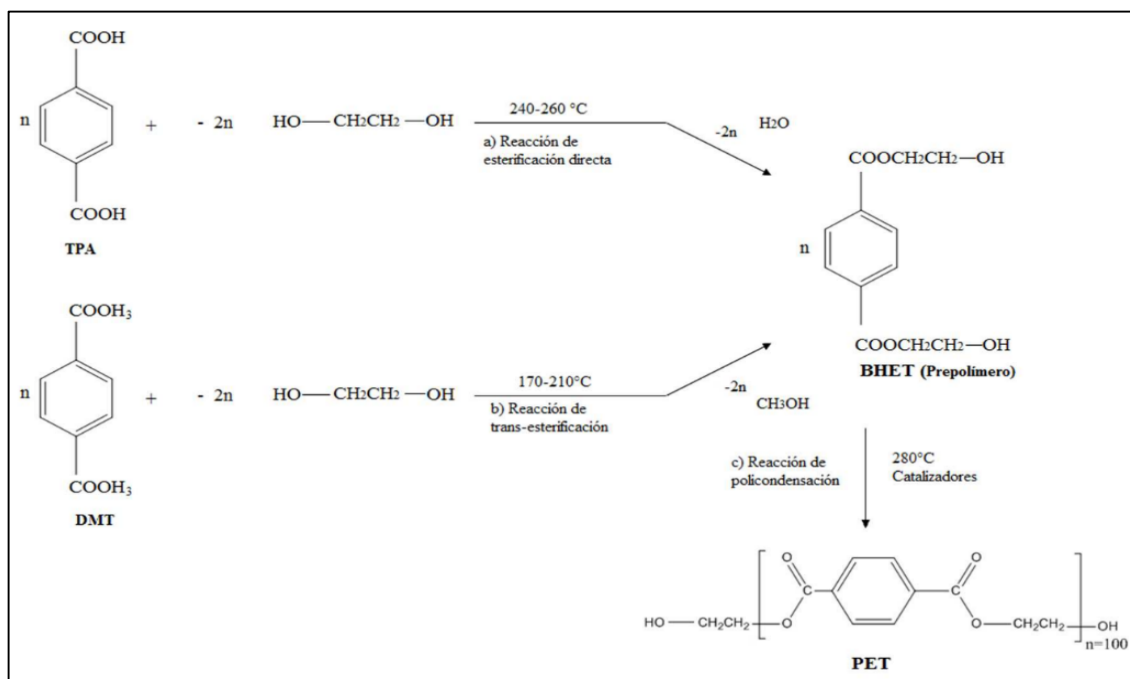


Figura 2. Síntesis de reacciones del PET. Fuente: Arao (2016).

2.2.3.1. ***Propiedades de Tereftalato de Polietileno***

Según (Zavala, 2015) Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material haya alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles y en la producción de una gran diversidad de envases. Presentando características como las siguientes:

- 1) Cristalinidad y transparencia.
- 2) Buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes.
- 3) Alta resistencia al desgaste.
- 4) Muy buen coeficiente de deslizamiento.
- 5) Buena resistencia química
- 6) Totalmente reciclable
- 7) Alta rigidez y dureza.

2.2.3.2. ***Ventajas y Desventajas de Tereftalato de Polietileno***

En la industria de la construcción es uno de los sectores que se utilizan diversos productos de plástico, los cuales son utilizados en tuberías, instalaciones eléctricas, pisos, mobiliario y otros. Los productos de plástico tienen una gran gama de aplicaciones y es importante conocer cuáles son sus ventajas y desventajas; por lo que se definen algunas de estas características (Zavala, 2015).

Ventajas

- a) El material es moldeable, además aplicando diferentes técnicas se puede dar la forma deseada.

- b) Tiene variada flexibilidad dependiendo de las características del material que se requiera.
- c) Después de instalación no requiere constante mantenimiento.
- d) Posee muy buena durabilidad.
- e) De acuerdo el uso se puede variar la resistencia del plástico.
- f) Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad lo que hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.
- g) Al incorporar fibras de plástico al mortero trae buenos resultados, ya que mejora en durabilidad y resistencia a la tensión.
- h) Tiene una buena resistencia a las sustancias químicas (líquidas y gases).
- i) Resiste altas y/o bajas presiones y temperaturas.
- j) Alta resistencia al desgaste y corrosión.

Desventajas

- a) Son desechos de residuos de difícil solución.
- b) Escaso manejo de la recolección y disposición final de los residuos.
- c) Material poco convencional y utilizado en la actualidad como material de construcción.
- d) Material inflamable, por lo que no es recomendable utilizarlo sin recubrimiento.

2.2.3.3. *Uso de Tereftalato de Polietileno*

2.2.3.3.1. *El plástico en la construcción*

El desarrollo acelerado de las ciudades genera diferentes problemáticas, por eso hay dos principales problemas relacionadas con la industria de la construcción: la escasez de viviendas para la población de bajo recursos y el aumento de contaminación ambiental

ocasionado por la generación de desechos no biodegradables. Dentro de las soluciones se encuentran el desarrollo y mejora en la calidad de los elementos de la construcción. Empleando nuevas tecnologías y materiales que ayuden a disminuir el impacto ambiental, reduciendo el costo de energía y materiales primas que requieren los elementos de la construcción convencional, así mismo de bajo costo en su elaboración y procedimiento fácil; dentro de este rango que se considera el PET utilizado en la elaboración de botellas plásticas.

Los plásticos PET se clasifican según su comportamiento, ya que es utilizado en otros países en la construcción de viviendas para ciudades vulnerables y en múltiples materiales para la construcción. Todas salen con la filosofía de mejorar la conservación del medio ambiente, bajo la premisa de darles aplicación y utilización a los residuos plásticos PET.

El reciclaje de desechos ha permitido alcanzar nuevos materiales de construcción, que por lo regular suelen ser sumamente resistentes y económicos, uno de los materiales que más aplicación tiene en la industria de la construcción es el plástico denominado PET, ya que por sus características y resistencia puede ser utilizado tanto para la construcción de elementos divisorios como muros, celosías y losas; como para construir edificaciones completas (Zavala, 2015).

En la actualidad existen muchos elementos de diferentes formas que se han creado y diseñado utilizando el PET como materia prima, tenemos por ejemplo ladrillos, bloques y placas de plástico reciclado, este un sistema de construcción está compuesto por placas unidos mecánicamente entre sí y anclados al piso con pernos expansibles. Son materiales prefabricadas fácil de construir, además se pueden desmontar y reubicar en otro lugar.

2.2.3.4. *Reciclaje de Plástico*

En todo el país, existe la gran preocupación por la contaminación del suelo, aire, agua y biodiversidad ocasionada en gran cantidad, por los volúmenes de plásticos que se generan a diario sin ningún tratamiento adecuado.

Los plásticos son sustancias orgánicas de alto peso molecular que se sintetizan a partir de compuestos de bajo peso molecular y se caracterizan por una alta relación resistencia/densidad; que son propiedades óptimas para el aislamiento térmico y eléctrico, también son resistentes a los ácidos, álcalis y solventes (Zavala, 2015).

Dichos materiales, entraron al mundo industrial hasta expandirse también en el campo de la construcción; y en la actualidad se emplean en elementos constructivos tales como pisos, cubiertas, tragaluces, falsos plafones o muebles; además a causa del crecimiento de la industria de los plásticos, han creado una dependencia sobre estos; generando un problema de tipo ambiental, debido a la acumulación de plásticos como desecho, ya que, sabiendo que pueden transformarse y reutilizarse; son tirados indiscriminadamente a basureros sin importar si son plásticos considerados como reciclables (Zavala, 2015).

2.2.4. *Pavimentos Permeables*

Los pavimentos permeables forman parte del conjunto de medidas que pueden llevarse a cabo para atender criterios de sustentabilidad ambiental en materia de construcción de infraestructuras para el transporte, en particular los relacionados con la conservación, el aprovechamiento y manejo de las aguas de lluvia (Cárdenas, Albiter, & Jaimes, 2017).

El objetivo de estos sistemas es generar zonas donde el agua se infiltre o se almacene y se amortigüe la cantidad de agua de lluvia precipitada aumentando sus tiempo de concentración (Cárdenas et al., 2017).

2.2.4.1. ***Estructura de Pavimentos Permeables***

La estructura del pavimento permeable consiste por lo general por tres capas a) una superficie de rodamiento que permite la entrada del agua, que puede ser de diferentes materiales como asfalto, concreto (pavimentos porosos), arcillas, grava, césped, b) una capa de base de material granular fino, la cual permite una instalación adecuada de la superficie de rodamiento y c) una capa compuesta por una matriz de material granular de gran tamaño o por módulos o geo-células plásticas donde el agua se almacena (sub-base) (Cárdenas et al., 2017).

2.2.4.2. ***Clasificación de Pavimentos Permeables***

Según (Rodríguez, 2008) la clasificación de pavimentos permeables se divide en dos:

a) Pavimentos permeables discontinuos

Son aquellos formados por elementos prefabricados o no que son impermeables, que permiten la filtración a través de ranuras o espacios que hay en una superficie, asegurando una adecuada capacidad portante. Dentro de los pavimentos discontinuos está los siguientes pavimentos permeables:

- Césped poroso o grava con refuerzos:

Prefabricados de concreto: celdas de concreto con espacios rellenos de césped o piedra.



Figura 3. Celdas de concretos rellenos con césped.

Fuente: <https://garden.easynaildesigns.org/?p=5544>, 3 de junio, 2019.

Prefabricados de plástico: retículas, parrillas o celdas de plástico rellenos de césped o piedra.



Figura 4. Mallas o celdas plástica rellenos de piedra y césped

Fuente: <https://tectonica.archi/materials/paneles-protectores-de-cesped>. Año 2019.

- Adoquines con ranuras o juntas abiertas:

Rellenas con material drenante: son adoquines con juntas rellenos de arena o césped.



Figura 5. Adoquines con juntas rellenos de césped.

Fuente: http://www.arquitecturablanca.com/obras/adoqu%C3%ADn-palma_90.html. Año 2008

Sin relleno: Adoquines con ranuras incluida en su geometría que no se rellenan con ningún tipo de relleno drenante.



Figura 6. Adoquines con ranuras incluidas en su geometría y sin ningún relleno.

Fuente: <https://productosdeconcretocr.com/product/adoquin-drenante/>. Año 2019.

b) Pavimentos permeables continuos

Pavimentos continuos son formados únicamente por materiales que permiten la infiltración atreves de su estructura porosa permitiendo una adecuada capacidad portante. Y son los siguientes pavimentos permeables:

- Mezcla bituminosa porosa:

Convencional: Construida con un tipo de betún convencional como por ejemplo e B 60/70

Modificada: Construida con un tipo de betún modificado con polímeros como por ejemplo el BM-3b.



Figura 7. Pavimento permeable construida con un tipo de betún.

Fuente: <https://educalingo.com/ru/dic-it/asfalto>. Año: 2019.

- Concreto poroso:

Hidráulico: Construida con cemento hidráulico como conglomerante de los áridos.

Sintético: Construida con ligante sintético a base de resinas encargando de ligar el esqueleto mineral adecuadamente.



Figura 8. Pavimento permeable de concreto.

Fuente: <https://bigreddog.com/porous-pavement-as-a-water-quality-credit/>. Año 2015.

2.2.5. Normas Utilizadas en Concreto Permeable

Tabla 2

Normativas para los diferentes ensayos.

	ENSAYO - NORMA	ASTM	NTP	ACI
A	Especificación estándar para agregado de concreto	C-33	-	-
B	Peso unitario	C-29	-	-
C	Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados gruesos	C-127	400.021	
D	Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, la densidad relativa (gravedad específica), y la absorción de agregados finos	C-128	-	-
E	Ensayo de consistencia de concreto permeable	C-143	339.035	
F	Peso unitario de concreto permeable	C-138	-	-
G	Método de prueba estándar para la densidad y el contenido de vacío de concreto permeable recién mezclado	C-1688	-	-
H	Práctica estándar para hacer y curar especímenes de prueba de concreto en el laboratorio	C-192	-	-
I	Informe sobre aditivos químicos para hormigón	-	-	212.3r-14
J	Concreto permeable			522R-06
K	Método de prueba estándar para resistencia a compresión de especímenes de concreto	C-39	-	-
L	Método de prueba estándar para resistencia a flexión de concreto	C-78, C-31	-	-
M	Contenido de vacío en estado duro	C-642	-	-
N	Desgaste de abrasión e impacto	C-1747	-	-
O	Método de prueba estándar para la tasa de infiltración	C-1701	-	-

Fuente: ASTM (American Society for Testing and Materials), NTP (Norma Técnica Peruana) y ACI (American Concrete Institute).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Aditivo: Son compuestos químicos añadidos durante el proceso de mezclado del concreto principalmente que le brindan al mismo en estado fresco o endurecido alguna propiedad que este no posee o mejora alguna de las que ya tiene como plasticidad, tiempo de fraguado, resistencia, entre otros (Sika, 2020).

Agregado: Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente (resistencia del grano), que no perturba ni afecta el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantiza una adherencia con la pasta de cemento endurecida (Concreto, 2005), citado por (Moujir & Castañeda, 2014).

Agua: Es aquella sustancia líquida que se caracteriza por ser sin color, olor ni sabor que se utiliza en una mezcla de concreto cumpliendo ciertos requisitos según norma. La calidad del agua para el hormigón permeable se rige por los mismos requisitos que para el hormigón convencional (ACI 522R-10, 2010).

Cemento: El cemento cumple la función de ligante entre los agregados. Esto se debe a las propiedades del cemento que le permite fraguar al reaccionar con el agua, obteniendo propiedades aglutinantes, lo que le permite agrupar los agregados para conformar el concreto (Moujir & Castañeda, 2014).

Concreto permeable: Concreto poroso o permeables es un concreto de desempeño fabricado a partir de cantidades controladas de cemento, agregado grueso, aditivos, agua y poca o nada de finos (arena). La combinación de estos ingredientes produce un material endurecido con poros interconectados (Cabello et al., 2015).

Contenido de vacíos: Es la relación entre el volumen de huecos, incluidos el aire atrapado y el aire retenido, con respecto al volumen total expresado como porcentaje (ACI 522R-10, 2010).

Esgurrimiento: Es el proceso superficial por el cual el agua fluye por la superficie del terreno hacia los cauces y el mar (Bateman, 2007).

Infiltración: Es la penetración de agua en el suelo; la gota de agua al caer sobre el suelo, desciende verticalmente por gravedad y por las fuerzas capilares a través de los intersticios. La capacidad de infiltración de un sitio está definida por la intensidad máxima de agua de lluvia que este puede absorber (mm/hora) (Maldonado & Paredes, 2015).

Pavimento: Es una estructura conformada por capas que recibe en forma directa las cargas del tránsito y transmiten al terreno preparado para soportar las cargas durante un lapso de tiempo que el diseñador considera un periodo de diseño, dentro de un rango de serviciabilidad. Lo cual incluye pistas, estacionamientos, aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías (Norma CE.010, 2010).

Pavimento permeable: Es un pavimento que comprende material con suficientes huecos continuos para permitir que el agua pase de la superficie a las capas subyacentes (ACI 522R-10, 2010).

PET: Es un tipo de poliésteres hechos de la composición de etilenglicol y ácido fosfórico y su nombre químico es Tereftalato de Polietileno (Rahmani, Dehestani, Beygi, Allahyari, & Nikbin, 2013).

Permeabilidad: Es la capacidad que tiene material para que lo atraviesen fluidos, aire o luz, sin perder la figura de su estructura interna; además el hecho de que algún material sea permeable indica que su estructura es porosa o contiene un porcentaje de vacíos que están interconectados y que le permite la absorción de otros elementos (Subramanian, 2009, Citado por (Perez, 2017).

Plástico reciclado: Consiste básicamente en recolectar, limpiar, seleccionar por tipo de material y fundirlos de nuevo para usarlo como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeo de otros productos (Zavala, 2015).

Porosidad: (Sanchez, 2001) define que la porosidad es la propiedad física que le permite a un material traspasarlo con un fluido, aire o luz. La porosidad en un material se identifica como la relación que existe entre el porcentaje de vacíos y el volumen unitario del material al cual se le hace el estudio de porosidad, esta es muy importante en el comportamiento de los agregados dentro del concreto.

Tasa de infiltración: la velocidad, generalmente expresada en pulgadas por hora o pulgadas por día, a la cual el agua se mueve a través del concreto permeable (ACI 522R-10, 2010).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

El porcentaje de adición del tereftalato de polietileno reciclable influye significativamente en las propiedades de concreto permeable para pavimento.

2.4.2. Hipótesis Específicos

- El porcentaje de adición del tereftalato de polietileno reciclable influye significativamente en las propiedades de concreto permeable en estado fresco.
- El porcentaje de adición del tereftalato de polietileno reciclable influye significativamente en las propiedades de concreto permeable en estado endurecido.
- El porcentaje de adición del tereftalato de polietileno reciclable influye significativamente en la tasa de infiltración de concreto permeable en laboratorio y en campo.
- El diseño de mezcla con adición optima del tereftalato de polietileno reciclable, es aquel porcentaje que logra alcanzar mejores propiedades de concreto permeable para pavimento.

2.5. VARIABLES

Variable independiente

- Adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable

Variable dependiente

- Propiedades de concreto permeable

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	FACTOR A MEDIR
Variable Independiente Adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable	El PET (Tereftalato de Polietileno) es un poliéster, un polímetro termoplástico. Es el mejor y más resistente plástico para la fabricación de botellas o garrafas para agua, jugos, refresco, aceites y un largo etcétera. Son 100% reciclables y su composición química no libera ningún producto tóxico.	Existen diferentes alternativas en las cuales se puede reciclar el PET desde el reciclado mecánico, químico y algunos que han sido planteados en otros países para reutilizar el PET o encontrar utilidad a los envases de PET, con el fin de disminuir su impacto ambiental y el volumen de estos en los tiraderos de basura.	Características físicas	Medida	Longitud: 45 mm Ancho: 2 mm Espesor: 0.30 mm
				Geometría	Fibras onduladas
Variable Dependiente Propiedades del concreto permeable	El concreto permeable es un tipo especial de concreto con una alta porosidad, usado para aplicaciones en superficies de concreto que permita el paso a través de él de agua proveniente de precipitación y otras fuentes, reduciendo la escorrentía superficial de un sitio y recargando los niveles de agua subterránea.	Las propiedades del concreto permeable se da en estado fresco y en estado endurecido.	Propiedades en estado fresco	Consistencia	Método según ASTM C143M NTP 339.035
				Peso unitario	Método según ASTM C138 NTP 339.046
				Contenido de vacío	Método según ASTM C642 M
			Propiedades en estado endurecido	Resistencia a compresión	Ensayos a 7, 14 y 28 días
				Resistencia a flexión	Ensayos a 28 días
				Contenido de vacío	
				Permeabilidad	
				Desgaste por impacto y abrasión	
			Tasa de filtración	Conductividad	Ensayos a 14 días
			Diseño de mezcla	Adición optima	% de adición de fibras de tereftalato de polietileno de (0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5%)

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación realizado es una investigación aplicada porque se encuentra ligada a la investigación básica, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos para resolver problemas o intervenir situaciones con la finalidad de generar bienestar a la sociedad.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es nivel explicativo ya que los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos, así como del establecimiento de relaciones entre conceptos. Del mismo modo se encarga de explorar la relación de causa y efecto, es decir no solo busca describir o acercarse al problema, sino que prueba encontrar las causas. Su interés es explicar el por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones de manifiesta o bien por qué se relacionan dos o más variables.

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación fue experimental porque se manipuló en forma deliberada la variable independiente con el propósito de observar sus efectos en la variable dependiente.

Tabla 3
Diseño de investigación

Grupo	Asignación	Tratamiento	Post-test
GC	Sí R	---	O ₁
GE	Sí R	X	O ₂

Nota: Fuente: elaboración propia; GC: Grupo Control, GE: Grupo Experimental, R: Aleatorización (R en inglés “Random= Azar”), O: Observación (Medidas a registrar en el Post-test), X: Tratamiento (Los diferentes % de adición de fibras).

El diseño de investigación mostrada en la tabla 2 significa que se realizó en dos grupos con asignación aleatoria (R): el Grupo Control (GC) no tuvo tratamiento alguno (sin adición de fibras de tereftalato de polietileno) evaluado en post-test. El Grupo Experimental (GE) si tuvo tratamiento (con adición de fibras de tereftalato de polietileno) evaluado en post-test.

3.4. FUNDAMENTOS PARA DEFINIR EL TRABAJO

Los fundamentos para definir la investigación son los siguientes:

1. Contenido de vacíos del concreto permeable

Según (Cabello et al., 2015) el rango de porcentaje de vacío varía en un 15% a 25% para ser consideradas una estructura porosa y con una buena resistencia. Además (ACI 522R-10, 2010) afirma que un contenido de vacío inferior a 15% no hay filtración significativa a través del concreto. Por otro lado, el contenido de vacío depende también del agregado grueso, al utilizar agregado grueso de tamaño de 3/8" (10 mm) varía de 15% a 25%, mientras utilizando agregado de 1/2" (12 mm) es de 30% a 40% de contenido de vacío.

Para esta investigación se toma de referencia al reporte de ACI 522R-10, siendo que un porcentaje menos que el 15%, no hay filtración significativa a través de la estructura, por motivos que no hay suficiente interconexión entre los vacíos. Por lo tanto, a menos contenido de vacíos hay más resistencia y según que se aumente el porcentaje de vacíos baja la resistencia del concreto permeable, como se observa en la siguiente figura:

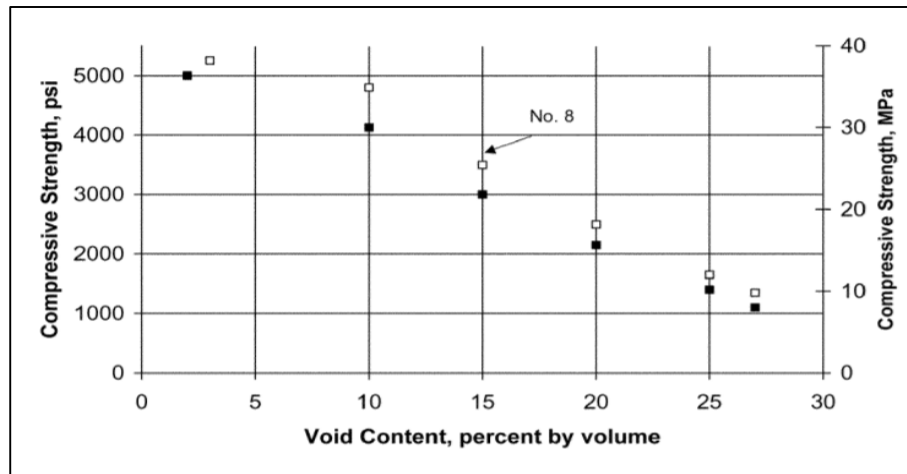


Figura 9. Relación entre el contenido de huecos y resistencia a la compresión de 28 días para el tamaño agregado N°. 67 y N°. 8. (ACI 522R-10, 2010).

(ACI 522R-10, 2010) el porcentaje de vacíos para esta investigación es de 18%. Según la figura 9 de relación entre el contenido de vacíos y resistencia a compresión, siendo que para un 18 % de contenido de vacío, resulta una resistencia a compresión de 175 kg/cm² aproximadamente. De acuerdo a esto, la resistencia requerida de diseño es de 175 kg/cm².

2. Porcentaje de adición de agregado fino

La adición de agregado fino según el (ACI 522R-10, 2010) puede aumentar las resistencias y la densidad a compresión, pero a consecuencia reduce la permeabilidad. Por ello la adición es limitada poco o nada se agregado fino. También existe un rango de 0 a 20% de adición de agregado fino.

En esta investigación se utilizó 10% de agregado fino por un motivo que un porcentaje mayor reduce la permeabilidad.

3. Relación de agua/cemento (a/c)

La relación de agua/cemento es muy importante para poder lograr la resistencia deseada. Generalmente la relación de a/c varía entre 0.26 a 0.40 según (ACI 522R-06, 2006).

Según (J. Castro, De Solminihaç, Videla, & Fernández, 2009) recomiendan utilizar razones de a/c entre 0.35 a 0.38 para mezclas de hormigón poroso. Mezclas con relación de a/c menores presentan muy baja resistencia y apreciable desprendimiento superficial de áridos. Mezclas con a/c presentan escurrimiento de la pasta de cemento y disminución notoria de porcentaje de vacíos.

En el diseño de mezcla de esta investigación se trabajó con una relación definida de a/c 0.36.

4. Tamaño de agregado grueso

El concreto permeable tiende a utilizar agregados de 3/8" (9.5mm), 1/2" (12.7mm) y 3/4" (19mm), estos tamaños ya son definidos por las investigaciones existentes y estos agregados deben de cumplir los requisitos de ASTM D448 Y C33 / C33M.

En esta investigación se utilizó agregado grueso Huso N° 8 (3/8"), ya que este tamaño cumple con el rango de contenido de vacío que es de 15% a 25%, siendo que el porcentaje elegido es de 18% en la investigación.

5. Porcentaje de adición de fibras

La dosificación de la fibra es muy importante para poder lograr el objetivo de esta investigación. Además, la fibra de PET es la variable independiente para cumplir el diseño experimental. Los porcentajes de adición que se consideraron en esta investigación, se determinaron de acuerdo a los estudios existentes como:

Según (Irwan et al., 2013) la adición de porcentajes del PET de 0, 0.5, 1, 1.5% se realizaron ensayos en las propiedades de concreto, que son resistencia a la compresión, tracción y el módulo de elasticidad. Los resultados que determinaron fue con adición al 0.5%

que aumentó 8.5%, la resistencia del concreto en comparación con el concreto normal. El concreto que contiene 1% y 1.5% de fibra de PET disminuye al 8.3 y 20.8% la resistencia a la compresión, tracción y el módulo de elasticidad de compresión. Además, las dosis altas de fibras causarán problemas de trabajabilidad debido a su área relativamente superficial.

Según (Marthong & Kumar, 2015) la influencia de diferentes geometrías de fibras de materiales PET en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón. Fueron adicionados al 0.5% para todos los ensayos. La fibra de lámina de hendidura de extremo aplanado y la fibra de lámina de hendidura deformada muestran una mejora significativa sobre las fibras de lámina de hendidura recta en términos de capacidad de carga y capacidad de disipación de energía.

Según (Pelisser, Montedo, Gleize, & Roman, 2012) el PET es un polímero poliéster. Se ha demostrado que la adición de 1.0% en volumen de fibras de poliéster al concreto produce un aumento del 75%, 9%, 7% y 5% en la resistencia al impacto, la resistencia a tracción dividida, resistencia a flexión y la resistencia compresión, respectivamente.

En esta investigación los porcentajes de adición de fibras de PET se consideraron los siguientes porcentajes de 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% respecto al peso del cemento.

6. Características de fibra

Si Concrete Systems, 2002 (como se citó en (ACI 522R-10, 2010) menciona que las pruebas de productos de fibras sintéticas en muestras de vigas de concreto permeable de acuerdo con ASTM C1339 demostraron que las fibras de 1.5 a 2.0 pulg. (40 a 50 mm) de longitud fueron las más efectivas para impartir tenacidad al concreto.

Tabla 4*Características de la fibra de PET*

Características de la fibras de PET	
Tipo	Fibras cortas tipo ondulada
Color	Cristalina
Ancho	2 mm
Longitud	45 mm
Espesor	0.20 – 0.40 mm

Nota: Respecto al espesor de las fibras se consideraron de acuerdo las especificaciones de Coca Cola, Sprite y otras marcas que tiene el mismo rango de espesores. Fuente: Elaboración propia

Características físicas de la fibra del PET.

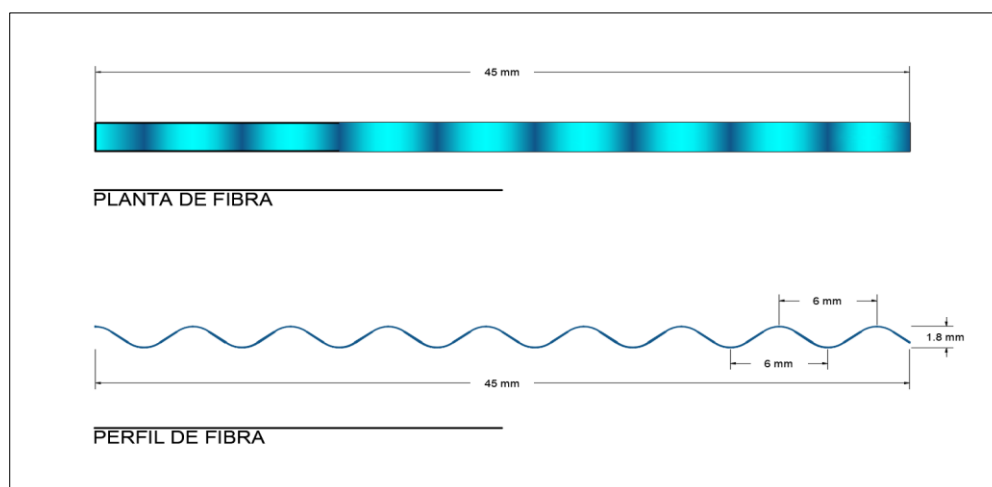


Figura 10. Características Físicas de la fibra de PET. (Fuente: Elaboración propia).

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

La población estuvo constituida por unidades de análisis (especímenes, viguetas y losas) de concreto permeable elaborados en laboratorio de materiales de la Universidad Peruana Unión, Lima, teniendo en cuenta lo siguientes:

- De una resistencia de 175 kg/cm²
- Fibras de tereftalato de polietileno reciclable

- Tamaño de agregado Huso N° 8 (3/8")

3.5.2. Muestra

3.5.2.1. Tipo de muestreo:

Probabilístico, ya que el muestro probabilístico es una técnica de muestreo en donde a todos los individuos les permite la misma probabilidad de ser elegido.

3.5.2.2. Tamaño de muestra:

Total, de unidades de análisis para variable dependiente son:

Tabla 5
Tamaño de muestra

Descripción	Especímenes	Vigas	Losas
Resistencia a compresión	150	-	-
Resistencia a Flexión	-	15	-
Resistencia a la Degradación	45	-	-
Contenido de Vacío	15	-	-
Permeabilidad	15	-	-
Tasa de infiltración en laboratorio	-	-	15
Tasa de infiltración en Campo	Pavimento conformado por una estructura (base y losa de concreto)		
TOTAL	225	15	15

Nota: Unidades de análisis de para cumplir con el diseño experimental de la investigación. Fuente: Elaboración propia.

En los siguientes organigramas se detalla las unidades de análisis para cumplir con el diseño de investigación que se realizó en dos grupos, sin adición de tereftalato de polietileno reciclable y con adición de tereftalato de polietileno reciclable.

➤ **Número de especímenes para determinar la resistencia a la compresión**

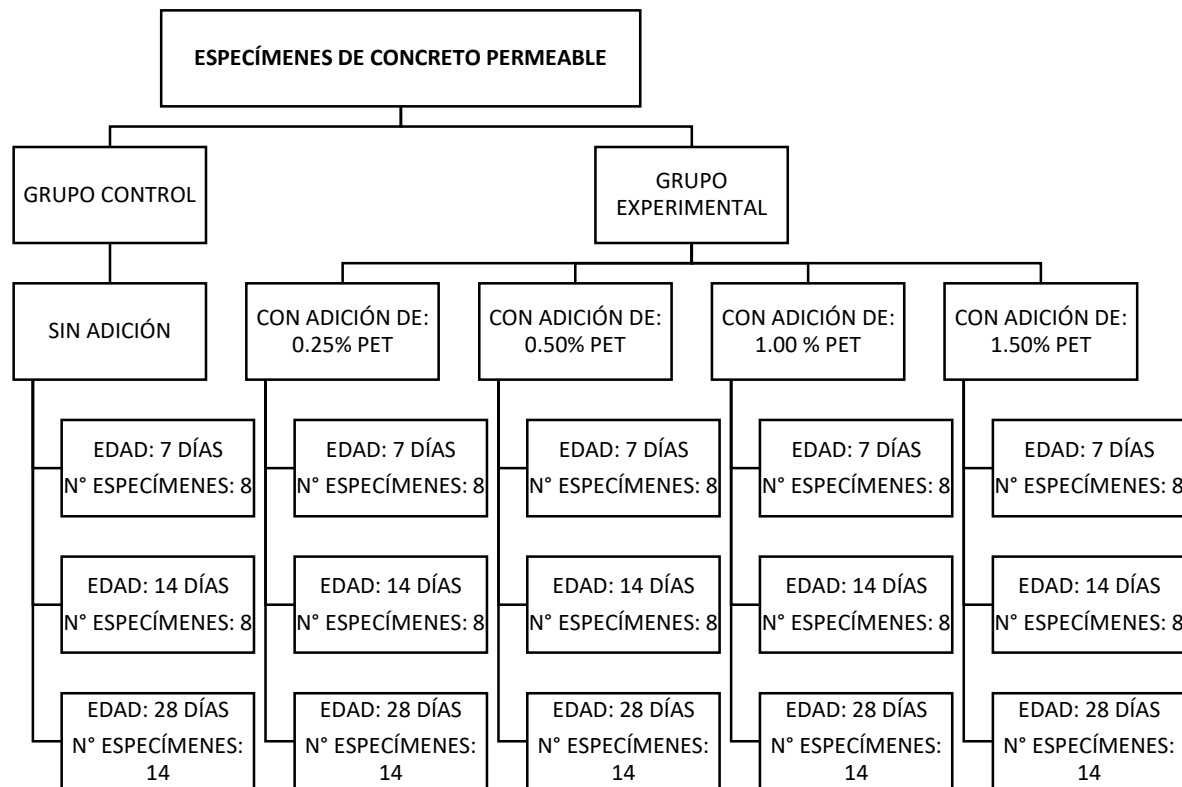


Figura 11. Distribución de número de especímenes para determinar la resistencia a compresión.

➤ **Número de especímenes para determinar la resistencia a flexión**

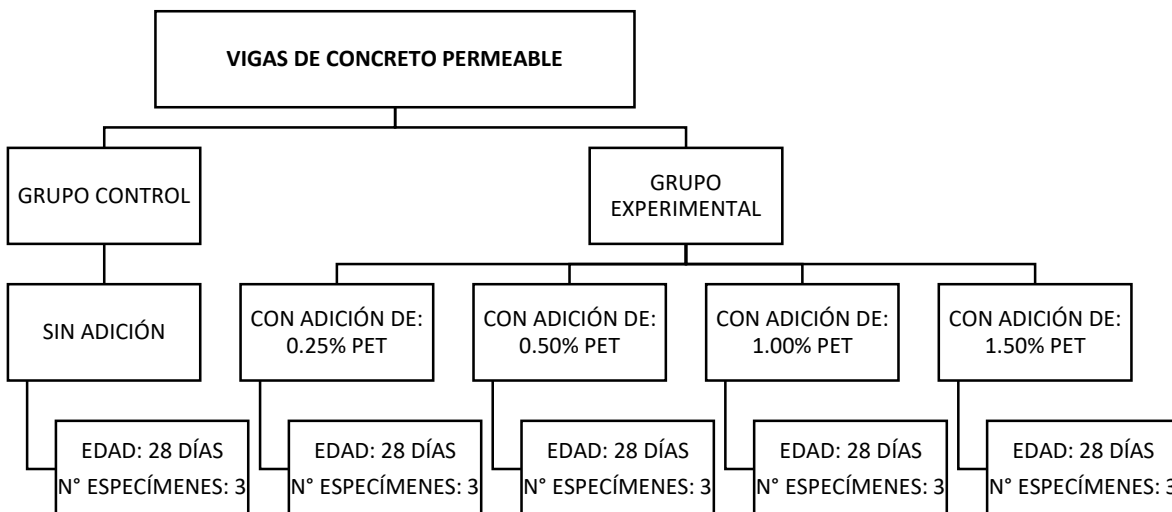


Figura 12. Distribución de número de viguetas para determinar la resistencia a flexión.

➤ **Número de especímenes para determinar contenido de vacíos**

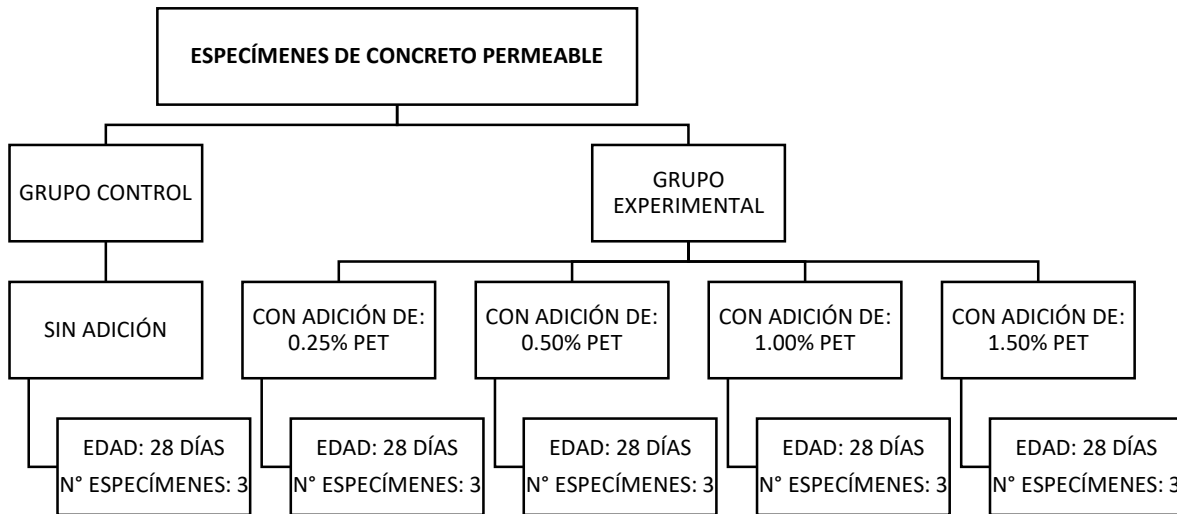


Figura 13. Distribución de número de especímenes para determinar contenido de vacíos.

➤ **Número de especímenes para determinar la permeabilidad**

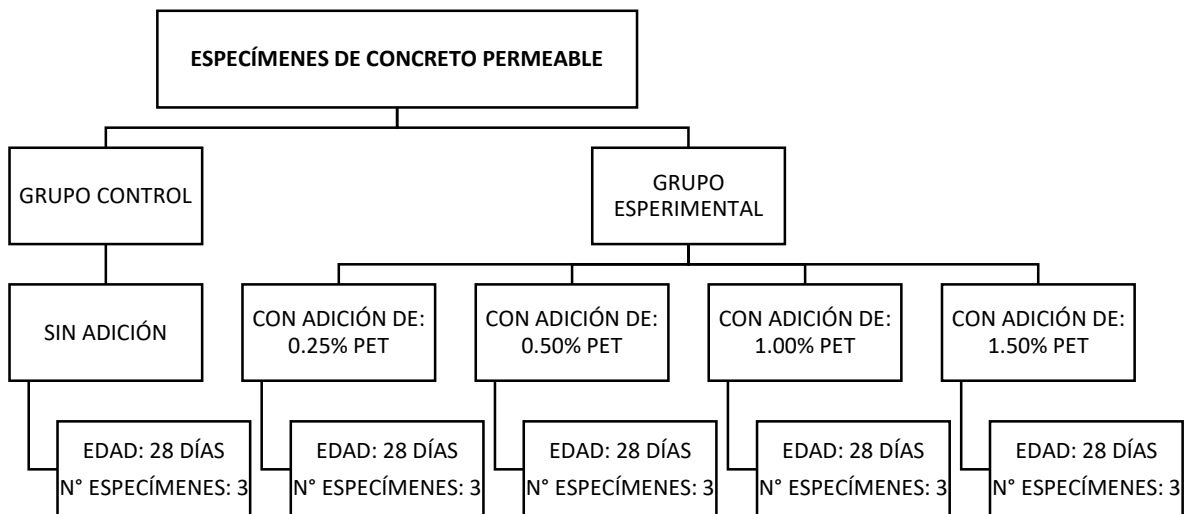


Figura 14. Distribución de número de especímenes para determinar la permeabilidad.

➤ **Número de especímenes para determinar la resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión**

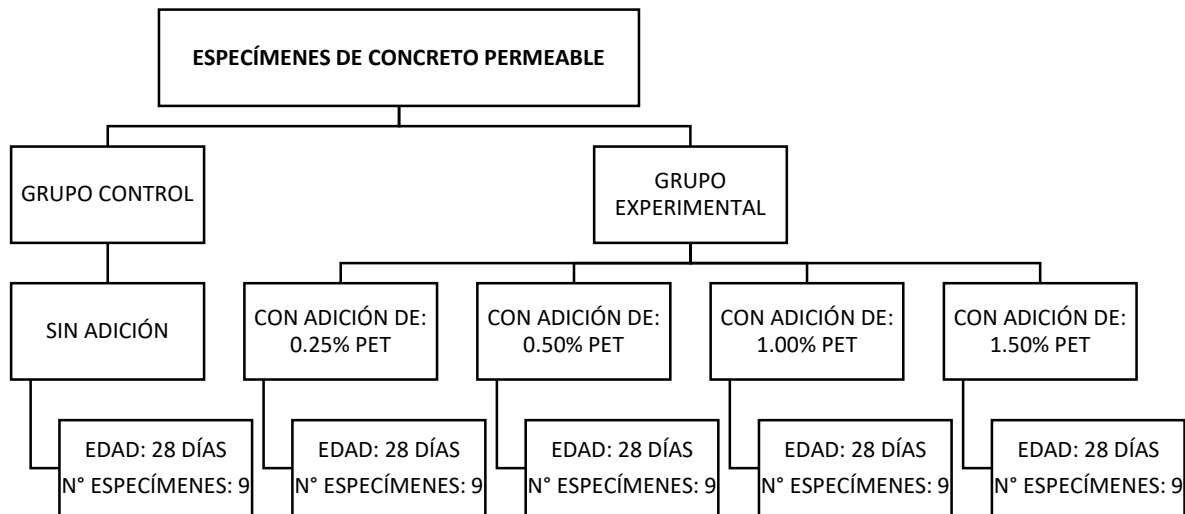


Figura 15. Distribución de número de especímenes determinar la resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión.

➤ **Número de losas para determinar la tasa de infiltración en laboratorio**

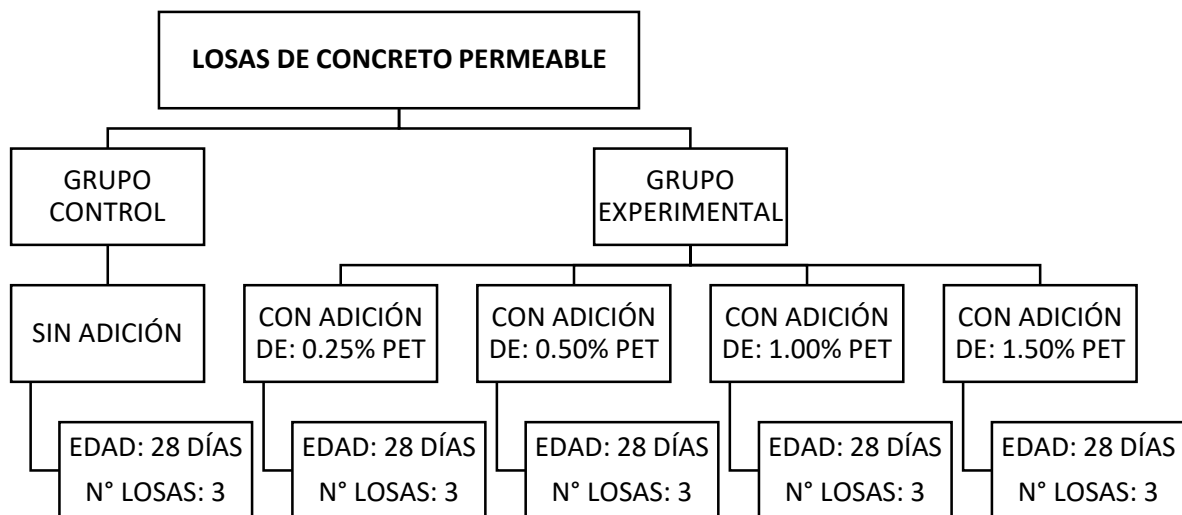


Figura 16. Distribución de número de losas para determinar la tasa de infiltración en laboratorio.

3.6. MATERIALES

a) Agua

La calidad de agua para el diseño de mezcla de concreto permeable se rige los mismos requisitos de una mezcla de concreto convencional. En el diseño de mezcla el agua es un factor muy importante, la relación de a/c es relativamente baja según (ACI 522R-10, 2010).

El agua para la mezcla de concreto permeable se empleó del campus de laboratorio de materiales de la Universidad Peruana Unión. En este caso no se realizó el control de calidad del agua, ya que cumple con los requisitos según las normas NTP 299.088, ASTM 1602M/C1602M y es agua potable.

b) Agregado grueso y fino

En esta investigación se optó utilizar el agregado grueso Huso N° 8 (3/8”), este tamaño de agregado cumple con los requisitos de la norma ASTM D448 Y C33 / C33M.

Por otro lado, este tamaño también cumple con el rango de contenido de vacío que es de 15% a 25%, siendo que el porcentaje elegido es de 18% para la investigación.

El agregado grueso como agregado fino se realizó los ensayos correspondientes, para obtener las propiedades necesarias para el diseño de mezcla del concreto permeable.

Tabla 6
Propiedades de los agregados grueso y fino.

Propiedades	A. Grueso (Huso N° 8)	A. Fino	Unidad
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	3/8”	N° 4	Pulg.
Peso Específico (Pe)	2.49	2.06	gr/cm3
Peso Específico SSS (Pe-sss)	2.50	2.13	gr/cm3
Peso Unitario Suelto (Pus)	1355.93	1547.32	Kg/m3
Peso Unitario Compactado (Puc)	1449.16	1729.52	Kg/m3
Absorción (a)	0.52	3.45	%
Contenido de Humedad (CH)	0.56	1.62	%

c) Cemento

El material cementante se optó utilizar cemento portland tipo I, que cumple con las siguientes normas técnicas, (NTP-334.009, ASTM C-150). Marca Sol, siendo un uso general y cuando no existe especificaciones particulares para la construcción.

Propiedades físicas y químicas

Tabla 7
Propiedades físicas y químicas

Parámetros	Unidad	Cemento Portland	Requisitos
Requisitos físicos			
Peso específico	gr/cm ³	3.12 a 3.15	No especifica
Densidad	g/ml	3.12	No especifica
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Requisitos químicos			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	3.00	Máximo 3.5

Nota: Fuente: Ficha técnicas de cemento portland Tipo I, Marca Sol.

d) Aditivo

Los aditivos son sustancias químicas naturales o manufacturas que se adicionan al concreto antes o durante el mezclado del mismo. Estos emplean aportes en las propiedades del concreto fresco o endurecido, y mejoran las características del concreto. (National ready mixed concrete association 2019)

Tabla 8
Clasificación de los aditivos según la normativa

TIPOS	ADITIVOS
A	Reductor de agua
B	Retardador de fraguado
C	Acelerador de fraguado
D	Reductor de agua y retardador
E	Reductor de agua y acelerador
F	Reductor de agua de alto efecto
G	Reductor de agua de alto efecto y retardador

Nota: Fuente: ASTM C 494

El aditivo SikaCem plastificante es para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce la cantidad de agua en aproximadamente un 10%; no contiene cloruro, de modo no corroe los metales. (SikaCem Plastificante, 2019)

1. Características y ventajas

En el concreto fresco

- Mejora la trabajabilidad del concreto (plastifica), facilitando su colocación y compactación.
- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado de un 10 % aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumenta la cohesión interna en el hormigón fresco, teniendo evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación

En el concreto endurecido

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero.

2. Dosificación recomendada

- Como plastificante: 250 ml por saco del cemento de 42,5kg.
- Como súper plastificante: 500 ml por saco del cemento de 42,5kg.

e) Fibras de tereftalato de polietileno reciclable

Las fibras se obtuvieron de las botellas recicladas de tereftalato de polietileno post-consumo mediante una cortadora de tiras y una máquina texturizadora.

Para obtener las fibras hay cuatro pasos importantes y son los siguientes:

Primer paso: Una vez reciclada las botellas pasan por limpieza y secado, luego se corta parte del talón para reciclaje y la parte del cuerpo, hombro y cuello para la obtención de las tiras.

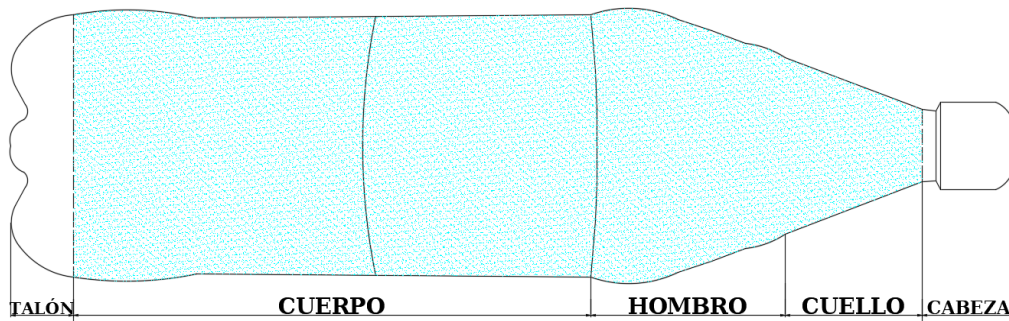


Figura 17. Partes de la botella PET para obtener las fibras. Fuente: Elaboración propia.

Segundo paso: Se corta una guía en el inicio del cuerpo de la botella con un espesor de 2 mm de ancho y 70 mm de largo aproximado, después se coloca la guía en la cortadora para



Figura 18. Obtención de tiras de botella en la cortadora.

poder continuar jalando la tira con una fuerza horizontal hasta llegar a la parte final del cuello de la botella, así consiguiendo un rollo de tiras. Por otro lado, los desperdicios como el talón, la cabeza y la tapa pasan al reciclaje.



Figura 19. Rollos de tiras de botellas de tereftalato de polietileno reciclado.

Tercer paso: Una vez ya adquirido los rollos de las botellas de tereftalato de polietileno reciclado, pasa por el proceso de ondulación. Teniendo en cuenta que la ondulación es una característica importante para la adherencia entre el concreto y la fibra. Las tiras se pasan por la máquina texturizadora.

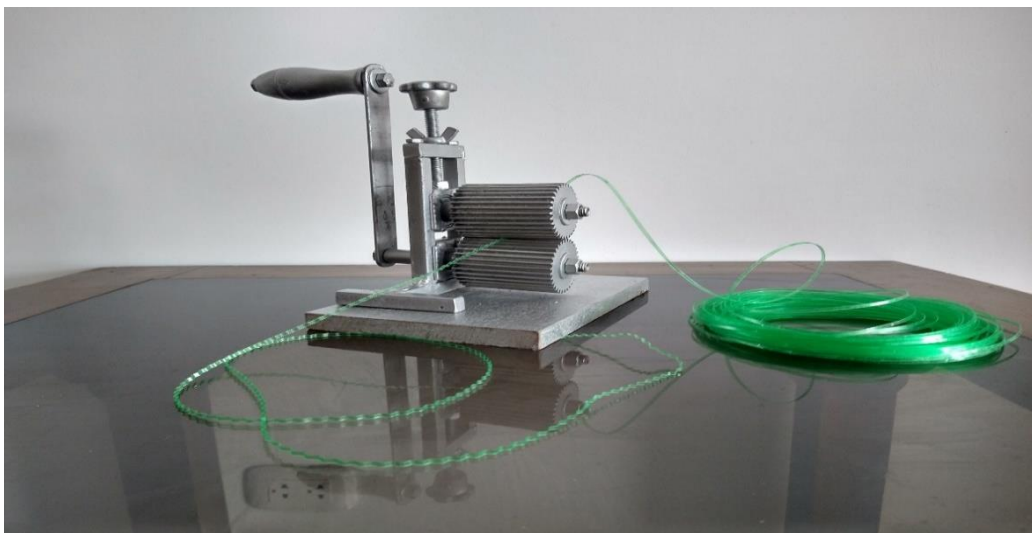


Figura 20. Máquina texturizadora de tiras de botella de PET reciclado.

Cuarto paso: El rollo texturizado se procedió a cortar con una medida exacta de 45 mm de largo. Producto final obtenido es la fibra ondulada de tereftalato de polietileno reciclado (2mm x 45mm).

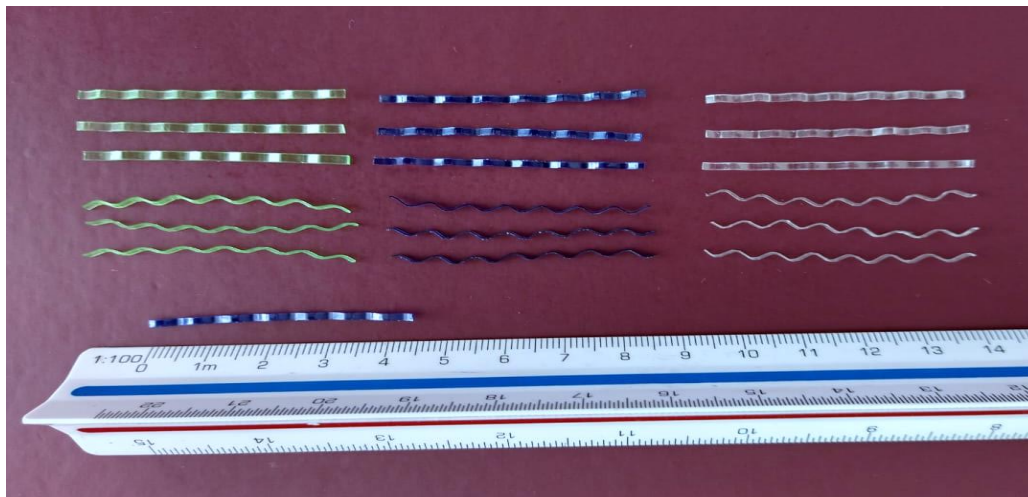
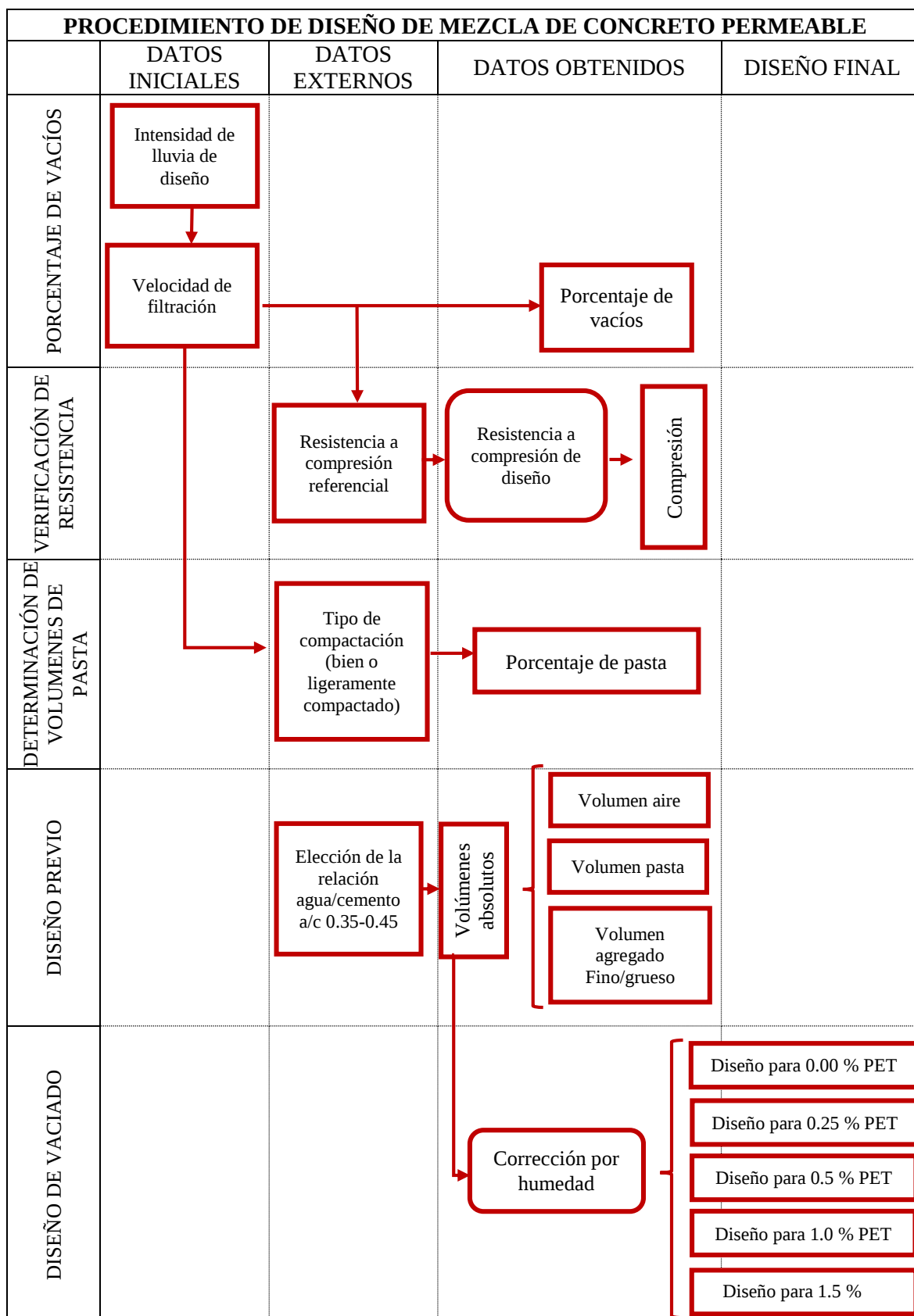


Figura 21. Dimensión de fibra tipo ondulada de tereftalato de polietileno reciclado.



Figura 22. Fibras de tereftalato de polietileno.

3.7. DISEÑO DE MEZCLA



3.8. TÉCNICAS DE INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.8.1. Técnica

3.8.1.1. *Fuentes Primarias*

Observación. La observación es uno de los ejercicios más inmediatos del ser humano y algo muy esencial para la vida. El acto de observar implica mirar fijamente una cosa y percibir e identificar sus características, formas y cualidades, registrarlas en algún instrumento así poder organizarlas, analizarlas y sintetizarlas. Es decir, saber observar es saber seleccionar. No basta con “ver” las cosas, proceso fisiológico que se genera en los sentidos. Es necesario “mirar”, proceso cognitivo que, aunque se inicia como ver, exige una actividad de la mente. En nuestra investigación se observó todo el fenómeno que se da al agregar tereftalato de polietileno en las propiedades del concreto permeable.

3.8.1.2. *Fuentes Secundarias*

Las fuentes secundarias parten de conclusiones basadas en fuentes primarias. Estas fuentes no tienen un conocimiento de primera mano, por lo que se basan en un conocimiento que proviene de las fuentes primarias de información. La fuente secundaria es un tipo común de referencia en los proyectos de investigación, ya que es el elemento más fácil de encontrar. Estas fuentes las obtendremos de las Bibliotecas, Tesis, Hemerotecas.

3.8.2. Instrumento de medición

Se utilizó para extraer los datos más importantes de las características de las propiedades del concreto permeable por la adición de tereftalato de polietileno:

- Fichas Técnicas

3.8.3. Software a usar

- Word 2016, Excel 2016, Minitab y Mendeley

3.9. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

- Tabulación de la información recopilada
- Presentación de gráficos para identificar informaciones.
- Interpretación de resultados.

3.10. ENSAYOS

3.10.1. Ensayos en estado fresco

3.10.1.1. *Ensayo de consistencia de concreto permeable*

Se desarrolló según la norma NTP 339.035 (2009) Y (ASTM C143/C143M-15, 2015), a base de este método de ensayo se realizó para proporcionar una técnica para monitorear la consistencia de concreto permeable fresco. En primer lugar, humedecer el molde (Cono de Abrams) y colocar sobre una superficie plana, húmeda, rígida. Se debe mantener en el centro y sujetando con los pies firmemente en su lugar hasta el llenado de la mezcla por el operador. El llenado de la mezcla del concreto permeable se realizó en tres capas, cada una aproximadamente un tercio de volumen del molde y la compactación con una varilla cilíndrica de 5/8" de diámetro por cada capa 25 golpes distribuidas uniformemente los trazos sobre la sección transversal de cada capa, después se procedió a enrasar con la varilla cilíndrica dejando nivelada, así mismo remover el material excedente que se encuentra en su alrededor, al final se retiró el molde en dirección vertical, después colocando inmediatamente el molde al lado de la muestra para medir el asentamiento de la muestra.



Figura 23. Ensayo de consistencia (slump) para medir asentamiento.

3.10.1.2. ***Método de prueba estándar para la densidad y el contenido de vacío de concreto permeable recién mezclado según ASTM C 1688/C1688M-08.***

Se realizó a base de esta normativa (ASTM C 1688/C1688M-08) y se determinó los ensayos correspondientes como densidad y contenido de vacío. El método se aplicó en una muestra de concreto fresco permeable, se compactó en una medida estándar utilizando un martillo proctor estándar. La densidad y el contenido de vacíos del concreto permeable se calcularon en función de la masa medida del espécimen de concreto compactado, el volumen de la medida y la masa total de los materiales. Este método solo se aplica para agregados de tamaño máximo nominal de 25 mm (1 pulg.). El martillo para compactar debe cumplir con el método de prueba D 698.

Se colocó en una superficie nivelada y se humedeció el interior de la medida para luego colocar el concreto permeable en dos capas dejando caer 20 veces por una altura de 305 mm (12 in.). Para cada capa distribuyendo uniformemente. En la última capa la mezcla debe de exceder 3 mm que sobresale. En caso de que en la última capa después de 10 caídas de martillo no habrá suficiente concreto se agrega la cantidad necesaria y si después de 10 caídas

de martillo parece que habrá demasiado se retira una porción, así corrigiendo la deficiencia y se completa la compactación. Luego se enrasa con la plancha metálica para poder nivelar la parte superior y finalmente se hace la limpieza exterior y pesaje de la medida.



Figura 24. Ensayo de Peso Unitario de concreto permeable con adición de fibras PET.

3.10.2. Ensayos en estado duro

3.10.2.1. *Ensayo de resistencia a compresión según la norma ASTM C39*

El ensayo de resistencia a la compresión (f'_c) se determinó en una prensa hidráulica, los especímenes se ensayaron a diferentes edades de concreto como 7, 14 y 28 días donde se aplica una carga de compresión uniaxial a los cilindros a una velocidad de carga específica. Para los cilindros de concreto permeable se utilizó discos de neopreno contenido en la capsula metálica para mejorar su distribución de la carga, este se hace por la superficie irregular del espécimen de concreto permeable.

Las dimensiones de los especímenes para la investigación han sido de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.

La elaboración de especímenes de concreto permeable es en tres capas dejando caer 25 veces por una altura de 304.8 mm $\pm$ 1 mm. Para cada capa distribuyendo uniformemente. En la última capa la mezcla debe de exceder 3 mm que sobresale. En caso de que en la última capa después de 15 caídas de martillo no habrá suficiente concreto se agrega la cantidad necesaria y si después de 10 caídas de martillo parece que habrá demasiado se retira una porción, así corrigiendo la deficiencia y se completa la compactación. Luego se enrasa con varilla de acero para poder nivelar la parte superior y finalmente se hace la limpieza exterior.

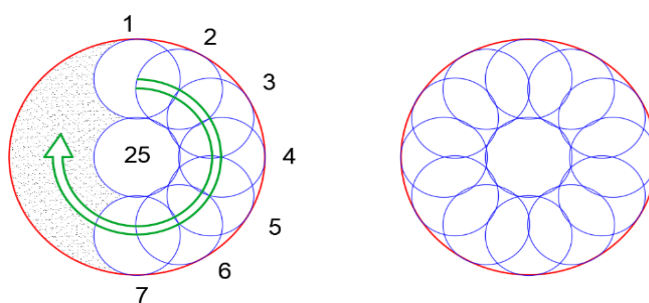


Figura 25. Proceso de compactación de concreto permeable en cilindro 15x30 cm.



Figura 26. Compactación con martillo proctor estándar de concreto permeable con adición de fibras PET.

3.10.2.2. *Ensayo a resistencia a flexión*

Según la norma (ASTM C 78-02, 2002) y (NTP 339.078,2012), a base de estos métodos de ensayo se aplica la determinación de la resistencia a la flexión de las muestras del concreto permeable, mediante el uso de una viga con carga de tercer punto. Empleando bloques de cojinetes que asegurarán que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la cara de la muestra y se apliquen sin excentricidad. Además, los especímenes se debe cumplir todo el requerimiento de los métodos de prueba ASTM C42 o practicas ASTM C31 y ASTM C192.

La dimensión de las viguetas para la investigación es de 6 pulg. x 6 pulg. de sección transversal y con una luz de 21 pulg. En la elaboración de las vigas, se realizaron en dos capas, en las cuales los golpes del martillo se distribuyeron en tres líneas a lo largo del molde de viga lo más uniforme posible, finalmente se enrasa para un mejor acabado.

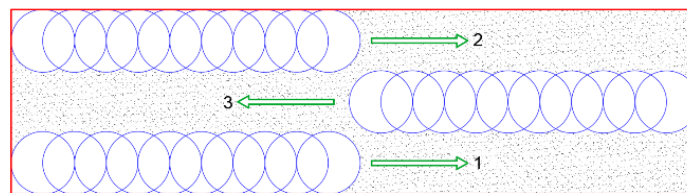


Figura 27. Proceso de compactación en viguetas de concreto permeable.



Figura 28. Elaboración de viguetas compactando con martillo proctor estándar en moldes de madera.

3.10.2.3. *Ensayo de contenido de vacío*

Se realizó según las especificaciones de la norma (ASTM C 642-97, 1997), a base de este método de ensayo se analizaron los especímenes de concreto permeable por separado, cada espécimen debe estar libre de fisuras, grietas o bordes rotos. Después se coloca cada espécimen en horno para el secado a una temperatura de 110 ± 5 °C durante no menos de 24 horas. Luego, se retira las muestras del horno, para dejar enfriar a una temperatura ambiente y posteriormente para determinar su masa, seguidamente se sumerge el espécimen en agua no menos de 48 horas, después del secado final, en seguida sacar la muestra eliminando la humedad con una toalla para determinar masa saturada de la muestra.



Figura 29. Secado de especímenes en horno a una temperatura de 110 ± 5 °C

3.10.2.4. *Ensayo de permeabilidad según la norma ACI 522R*

El ensayo de permeabilidad se realizaron según las recomendaciones de la norma (ACI 522R-10, 2010). La permeabilidad de concreto permeable se puede medir con un simple permeámetro de cabeza descendente. En esta norma el ensayo está referenciado en los ensayos realizados por Neithalath et al. (2003); para ello se envuelve el espécimen con una membrana látex para así evitar que el agua fluya por los lados de la muestra. Se tiene que tener en cuenta poner abrazaderas en las uniones y verificando la horizontalidad con un nivel.

Luego de instalar la muestra al permeámetro se agrega agua para saturar y garantizar la salida del aire, dejando drenar a través de la tubería hasta que el nivel en el cilindro graduado sea el mismo que la parte superior de la tubería de drenaje. Así minimizando bolsas de aire en el espécimen. Con la válvula cerrada, el cilindro graduado se llena de agua para luego abrir la válvula y poder registrar el tiempo t requerido desde el momento que inicia la descarga hasta alcanzar la superficie superior de la muestra. Este ensayo se repite por 3 veces para cada espécimen y se considera el tiempo medio.



Figura 30. Ensayo de permeabilidad en un permeámetro de cabeza descendente.

3.10.2.5. ***Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión***

El ensayo se realizaron según método de prueba estándar para determinar el potencial de resistencia a la degradación del concreto permeable al impacto y a la abrasión mediante la norma (ASTM C1747/C1747M-13, 2013), este método de ensayo cubre la determinación de la resistencia potencial a la degradación del concreto permeable mediante la medición de la pérdida de masa de las muestras sometidas a la acción combinada de impacto y la abrasión en un tambor de acero rotatorio. El procedimiento del ensayo, una vez finalizado el curado de las muestras secar de cualquier humedad libre y colocar las tres muestras utilizados para proporcionar un único resultado de la prueba en la balanza. Se registra la masa de los tres

especímenes como la masa original. Después colocar las tres muestras en la maquina Los Ángeles. No cargar la maquina con esferas de acero. Girar la maquina en 30 a 33 revoluciones por minuto durante 500 revoluciones. Después de 500 revoluciones, se descarga el material desde la máquina y enseguida tamizar en la malla de 1" pulgada. Girar las partículas, si es necesario, con el fin de determinar si van a pasar a través de la abertura de tamiz; sin embargo, No forzar las partículas a pasar. Registrar la masa final el material retenido sobre el tamiz.

Al final calcular la pérdida de masa como la diferencial entre la masa original de las tres muestras y la masa final retenido en el tamiz. Se divide la pérdida de masa por la masa original de los tres especímenes y se multiplica por 100. Registrar de la pérdida de masa como un porcentaje de original masa al 1% más cercano.



Figura 31. Ensayo de resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión en tambor de acero rotatorio.

3.10.2.6. ***Método de prueba estándar para la tasa de infiltración***

Se desarrolló según las especificaciones de la norma (ASTM C 1701/C 1701M-09, 2009), a base de este método de prueba se mide la tasa de infiltración. Esta prueba se realizó de la siguiente manera. A) se asegura el permeámetro a la losa con sellador (se recomienda utilizar masilla de plomería) para evitar fugas de agua. B) Humedecer previamente la losa vertiendo

aproximadamente 3.60 kg de agua en el anillo a una velocidad suficiente para mantener una cabeza entre las líneas marcadas a una distancia de 10 y 15 mm del fondo, respectivamente, hasta los 3.6 kg de agua utilizada. C) Luego se inicia a cronometrar tan pronto como el agua impacte a la superficie permeable, y se detenga cuando el agua libre ya no esté presente en la superficie permeable. Se registra el tiempo transcurrido para la humectación previa hasta los 0.1 s más cercano. D) ejecute la prueba real (se repite los pasos A y B) si en la prehumectación se usó 3.6 kg de agua el tiempo transcurrido ha sido de 30 s, de lo contrario usar 18 kg de agua y se registra la masa apropiada de agua M y el tiempo transcurrido t duración y finalmente. E) calcular la tasa de infiltración (también conocida como coeficiente de permeabilidad, conductividad hidráulica) utilizando el siguiente formula.

$$I = \frac{KM}{D^2t}$$

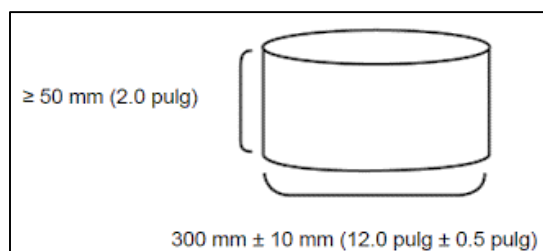


Figura 32. Dimensiones del anillo (permeámetro) para la prueba de infiltración.



Figura 33. Ensayo de tasa de infiltración en pavimento de concreto permeable con adición de fibras PET.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO

3.11.1. Medidas de tendencia central

Es necesario considerar o disponer de valores que sean representativos de la distribución del conjunto de datos que forman las puntuaciones.

a) *Media (x)*

La media muestral también se llama “media aritmética”, o, simplemente, “promedio”. Representa la suma de los números en la muestra, dividido entre la cantidad total de números que hay (Navidi, 2006).

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

b) *Mediana (Me)*

A esta mediana se define como el punto medio geométrico de la distribución de datos agrupados, o sea, el punto divide a dicha distribución en dos mitades respecto de las frecuencias. Esta medida de tendencia central es de gran utilidad cuando se desconocen las puntuaciones extremas, y se considera la forma de la distribución de frecuencias (Pérez, 2008).

$$Me = LIR + \left[\left(\frac{\frac{n}{2} - f_{aa}}{f} \right) a \right]$$

Donde:

LIR = Límite inferior real del intervalo, donde faa está cerca del 50%.

n = Número de casos.

faa = Frecuencia acumulada anterior al intervalo, donde cae la mediana (50%).

f = Frecuencia absoluta donde cae la mediana.

a = Tamaño del intervalo.

c) Moda (Mo)

Es el dato que ocurre más veces (que tiene la mayor frecuencia de ocurrencia). Para datos agrupados se obtiene utilizando la siguiente fórmula (Pérez, 2008).

$$Mo = LIR + \left[\left(\frac{f_p}{f_a + f_p} \right) a \right]$$

Donde:

LIR = Límite inferior real del intervalo modal.

fp = Frecuencia absoluta posterior a la frecuencia del intervalo modal.

fa = Frecuencia absoluta anterior a la frecuencia del intervalo modal.

a = Tamaño del intervalo.

d) Cuartiles

A menudo es recomendable dividir los datos en cuatro partes, cada una de las cuales contiene aproximadamente un cuarto, o 25% de las observaciones (Anderson, Sweeney, & Williams, 2012).

3.11.1.1. Medidas de dispersión o variabilidad

Además de las medidas de posición, con frecuencia es conveniente considerar las medidas de variabilidad o dispersión (Anderson et al., 2012).

a) Varianza (V_a)

La varianza es una medida de la variabilidad que utiliza todos los datos. Se basa en la diferencia entre el valor de cada observación (x_i) y la media. La diferencia entre cada x_i y la media ($\bar{x}$ para una muestra; μ para una población) se llama desviación respecto de la media. Para una muestra, una desviación respecto de la media se escribe ($x_i - \bar{x}$); para una población, se escribe ($x_i - \mu$). Si se desea calcular la varianza, las desviaciones respecto de la media se elevan al cuadrado (Anderson et al., 2012).

$$s^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{N}$$

b) Desviación estándar

La desviación estándar se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza. Siguiendo la notación que se adoptó para las varianzas muestral y poblacional, se usa “s” para denotar la desviación estándar muestral y “ σ ” para denotar la desviación estándar poblacional (Anderson et al., 2012).

$$\text{Desviación estándar muestral} = s = \sqrt{s^2}$$

c) Coeficiente de variación (CV)

En algunas situaciones nos interesa la estadística descriptiva que indique qué tan grande es la desviación estándar con respecto a la media. Esta medida se llama coeficiente de variación, y se expresa por lo general como un porcentaje (Anderson et al., 2012).

$$\left(\frac{\text{desviación estándar}}{\text{media}} \times 100 \right) \%$$

3.12. ANÁLISIS ESTADÍSTICO INFERENCIAL

3.12.1. Distribución T student

3.12.1.1. *Varianzas desconocidas pero iguales*

Según (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2007) las situaciones que más prevalecen que implican pruebas sobre dos medias son aquellas con varianzas desconocidas. Si el científico interesado está dispuesto a suponer que ambas distribuciones son normales y que $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$, se puede utilizar la prueba t combinada (a menudo llamada prueba t de dos muestras). El estadístico de prueba está dado por el siguiente procedimiento de prueba.

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{s_p \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}},$$

$$s_p^2 = \frac{s_1^2(n_1 - 1) + s_2^2(n_2 - 1)}{n_1 + n_2 - 2},$$

Se incluye la distribución t y no se rechaza la hipótesis bilateral cuando

$$-t_{\alpha/2, n_1 + n_2 - 2} < t < t_{\alpha/2, n_1 + n_2 - 2}.$$

Los grados de libertad para la distribución t son un resultado de la combinación de la información de las dos muestras para estimar σ^2 . Las alternativas unilaterales sugieren regiones críticas unilaterales, como era de esperarse. Por ejemplo, para $H_1: \mu_1 - \mu_2 > d_0$, rechace $H_1: \mu_1 - \mu_2 = d_0$ cuando $t > t_{\alpha, n_1 + n_2 - 2}$ (Walpole et al., 2007).

3.12.1.2. *Varianzas desconocidas pero diferentes*

Hay situaciones donde el analista no es capaz de suponer que $\sigma_1 = \sigma_2$.

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

tiene una distribución t aproximada con grados de libertad aproximados

$$v = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{(s_1^2/n_1)^2/(n_1 - 1) + (s_2^2/n_2)^2/(n_2 - 1)}$$

Como resultado el procedimiento de prueba es no rechazar H_0 cuando

$$-t_{\alpha/2, v} < t' < t_{\alpha/2, v}$$

con v dado como antes. De nuevo, como en el caso de la prueba t combinada, las alternativas unilaterales sugieren regiones críticas unilaterales.

3.13. **Diseño completamente al azar (ANOVA de un solo factor)**

Según (Walpole et al., 2007) El ANOVA es una técnica que se usa cuando se tiene “k” muestras de “k” poblaciones, con el objetivo de probar la igualdad de sus medias poblacionales.

El término análisis de varianza describe una técnica mediante la cual se analiza la variación total o dividida en componentes representativos.

3.13.1. **Supuestos para el análisis de varianza**

Para trabajar con análisis de varianza se requieren tres supuestos:

- a) Para cada población, la variable de respuesta (VD) esta normalmente distribuida.
- b) La varianza de la variable de respuesta, representada por σ^2 , es la misma para todas las poblaciones.

c) Las observaciones deben ser independientes.

3.13.2. Anova: Prueba de igualdad de k medias de población

El análisis de varianza se usa para probar la igualdad de “k” medias poblacionales. La forma general de las hipótesis que se prueban es:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \dots = \mu_k \\ H_1 : \text{No todas las medias de población son iguales} \end{cases}$$

En forma equivalente se plantea así:

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \dots = \mu_k \\ H_1 : \text{Al menos dos de las medias no son iguales} \end{cases}$$

donde $\mu_j = \text{medias de la } j - \text{ésima población}$

Supongamos que se toma una muestra aleatoria simple de tamaño n_j de cada una de las k poblaciones o tratamientos.

$$\text{Sean: } \begin{cases} x_{ij} = \text{Valor de la observación } i \text{ para el tratamiento } j \\ n_j = \text{Número de observaciones para el } j - \text{ésimo tratamiento} \\ \bar{x}_j = \text{Mediade la muestra del } j - \text{ésimo tratamiento} \\ s_j^2 = \text{Varianza de la muestra del } j - \text{ésimo tratamiento} \\ s_j = \text{Desviación estándar de la muestra del } j - \text{ésimo tratamiento} \end{cases}$$

3.14. Hipótesis de la investigación

3.14.1. Hipótesis nula (H_0)

La H_0 establece una afirmación acerca del valor de ciertos parámetros poblacionales y por lo general se expresa como la negación de una relación posible entre la variable independiente y la dependiente. Si H_0 es verdadera, se niega la posibilidad de que la hipótesis

de investigación también lo sea. Se supone que H_0 es cierta, a menos que los resultados de la significancia de una prueba estadística posibiliten rechazarla con explicaciones alternativas.

3.14.2. Hipótesis alternativa (H_1)

La H_1 se manifiesta acerca del valor de ciertos parámetros poblacionales y se expresa de modo que contradice la hipótesis nula. El rechazo de H_0 conduce al no rechazo de H_1 y a la posibilidad de que la hipótesis de investigación se acierte, aunque no necesariamente, por existir algunos factores de confusión. En general, se propone y contrasta una hipótesis alternativa con la nula para decidir, entre dos posibles acciones, una apropiada si la nula es verdadera y otra si es falsa.

3.14.3. Coeficiente de Pearson

Coeficientes de correlación de Pearson son medidas que muestran la situación relativa de los mismos sucesos respecto a dos variables. Es decir, son la expresión numérica que nos muestra el grado de relación existente entre dos variables y en qué medida se relacionan. El coeficiente fluctúa entre (+1 y -1). Su magnitud indica el grado de agrupación entre las variables; el valor ($r = 0$), indica que no existe relación entre las variables; El indicador de una correlación perfecta y positiva es igual al valor 1. Podemos expresar el coeficiente de Pearson en puntuaciones diferenciales o centradas mediante la fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}}$$

3.14.4. Regla de decisión

La prueba de hipótesis para la investigación que se asumió es de siguiente manera. Si el valor de t student calculado cae en la región de rechazo (se rechaza H_0), entonces se asume

que la hipótesis de la investigación plantea es correcto (H1), contrario si el valor no cae en región de rechazo (se acepta Ho), por lo tanto, se asume que la hipótesis nula es la verdadera.

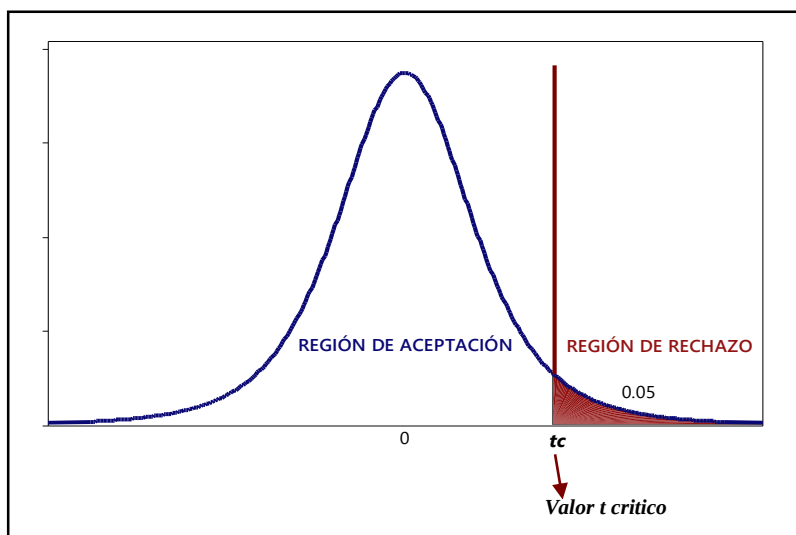


Figura 34. Rango de aceptación y rechazo de la hipótesis nula.

3.15. DISEÑO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.15.1. Hipótesis estadística

Tabla 9

Planteamiento de la hipótesis estadística: Propiedades de concreto permeable en estado fresco según los porcentajes de adición de fibras de PET.

Descripción	Planteamiento	Interpretación de planeamiento
Hipótesis nula	$H_0: u_{GE} \leq u_{GC}$	El porcentaje de adición en un 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% de fibras de tereftalato de polietileno, NO INFLUYE en las propiedades de concreto permeable en estado fresco.
Hipótesis de investigación	$H_i: u_{GE} > u_{GC}$	El porcentaje de adición en un 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% de fibras de tereftalato de polietileno, SÍ INFLUYE en las propiedades de concreto permeable en estado fresco.

Nota: u_{GE} = resultados de grupo experimental; u_{GC} = resultados de grupo control. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Planteamiento de la hipótesis estadística: Propiedades de concreto permeable en estado endurecido según los porcentajes de adición de fibras de PET.

Descripción	Planteamiento	Interpretación de planeamiento
Hipótesis nula	$H_0: u_{GE} \leq u_{GC}$	El porcentaje de adición en un 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% de fibras de tereftalato de polietileno, NO INFLUYE en las propiedades de concreto permeable en estado endurecido.
Hipótesis de investigación	$H_1: u_{GE} > u_{GC}$	El porcentaje de adición en un 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% de fibras de tereftalato de polietileno, SÍ INFLUYE en las propiedades de concreto permeable en estado endurecido.

Nota: u_{GE} = resultados de grupo experimental; u_{GC} = resultados de grupo control. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11

Planteamiento de la hipótesis estadística: Tasa de filtración en una losa de concreto permeable.

Descripción	Planteamiento	Interpretación de planeamiento
Hipótesis nula	$H_0: u_{GE} \leq u_{GC}$	El porcentaje de adición en un 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% de fibras de tereftalato de polietileno, NO INFLUYE en la propiedad de tasa de infiltración.
Hipótesis de investigación	$H_1: u_{GE} > u_{GC}$	El porcentaje de adición en un 0.25%, 0.50%, 1.0% y 1.5% de fibras de tereftalato de polietileno, SÍ INFLUYE en la propiedad de tasa de infiltración.

Nota: u_{GE} = resultados de grupo experimental; u_{GC} = resultados de grupo control. Fuente: Elaboración propia.

3.15.2. El Nivel de significancia

Lo más recomendados de nivel de significación son:

$\alpha = 0.10$ con 90% de probabilidad de certeza.

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

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

El nivel de significancia más habitual con el que se estudia los resultados de resistencia del concreto es con un error de $\alpha = 0.05$, y con un nivel de confianza de 95%; se optó este nivel de confianza porque proporciona un buen balance entre la precisión y confiabilidad.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Ensayos de concreto permeable en estado fresco

4.1.1.1. Consistencia (slump)

Tabla 12

Resultado de ensayo de revenimiento (slump).

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE DE ADICIÓN DE FIBRAS PET					UNIDAD
	0%	0.25%	0.50%	1.00%	1.50%	
M-01	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	cm
M-02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	cm
M-03	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	cm
x =	0.3	0.00	0.00	0.00	0.00	cm

Nota: M = Muestra por cada porcentaje, X= promedio.

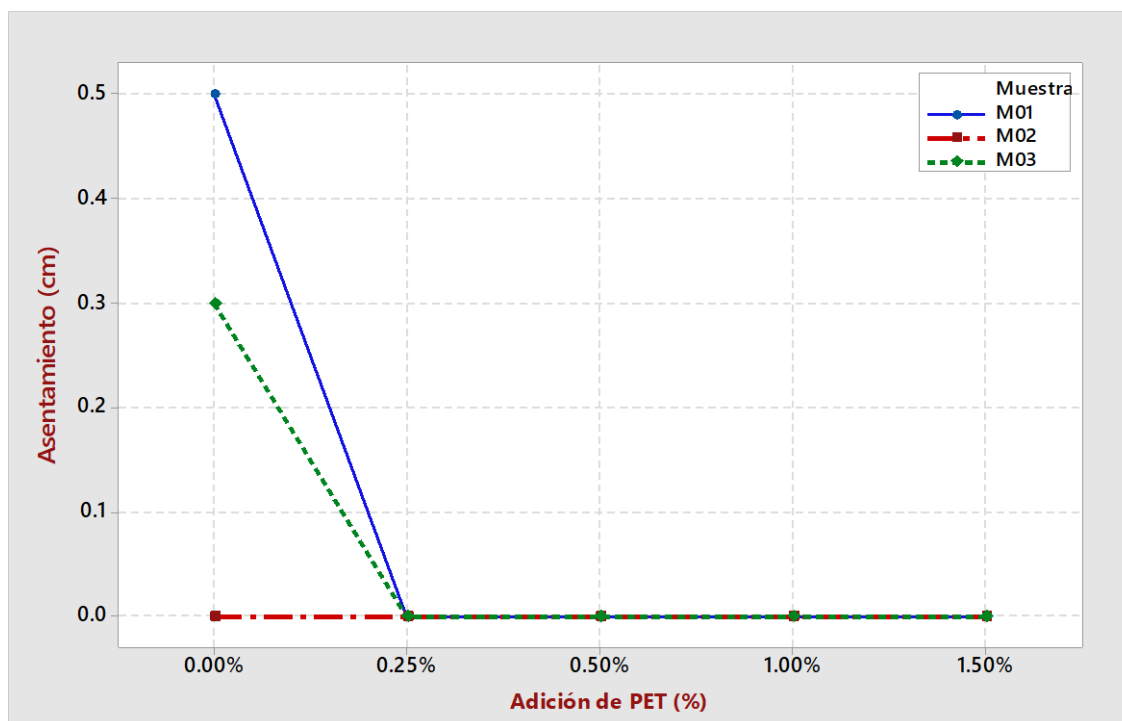


Figura 35. Gráfica lineal de ensayo de revenimiento (slump).

4.1.1.2. *Peso unitario*

Tabla 13
Resultado de ensayo de peso unitario.

	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			UNIDAD
		M-01	M-02	M-03	
0.00 % PET	A = Peso del molde	4.82	4.82	4.82	kg
	B = Peso del molde + Muestra	21.8	21.72	21.32	kg
	B-A = Peso del Muestra	16.98	16.9	16.5	kg
	C =Volumen de molde	0.00944	0.00944	0.00944	m3
	Peso Unitario ((B-A)/C)	1798.73	1790.26	1747.88	kg/m3
	Peso Unitario compactado	1.80	1.79	1.75	gr/cm3
	Promedio Peso Unitario	1778.96			kg/m3
0.25 % PET	A = Peso del molde	4.82	4.82	4.82	kg
	B = Peso del molde + Muestra	21.98	21.38	21.68	kg
	B-A = Peso del Muestra	17.16	16.56	16.86	kg
	C =Volumen de molde	0.00944	0.00944	0.00944	m3
	Peso Unitario ((B-A)/C)	1817.80	1754.24	1786.02	kg/m3
	Peso Unitario compactado	1.82	1.75	1.79	gr/cm3
	Promedio Peso Unitario	1786.02			kg/m3
0.50 % PET	A = Peso del molde	4.82	4.82	4.82	kg
	B = Peso del molde + Muestra	21.62	21.76	21.6	kg
	B-A = Peso del Muestra	16.8	16.94	16.78	kg
	C =Volumen de molde	0.00944	0.00944	0.00944	m3
	Peso Unitario ((B-A)/C)	1779.66	1794.49	1777.55	kg/m3
	Peso Unitario compactado	1.78	1.79	1.78	gr/cm3
	Promedio Peso Unitario	1783.90			kg/m3
1.00 % PET	A = Peso del molde	4.82	4.82	4.82	kg
	B = Peso del molde + Muestra	21.84	21.65	21.75	kg
	B-A = Peso del Muestra	17.02	16.83	16.93	kg
	C =Volumen de molde	0.00944	0.00944	0.00944	m3
	Peso Unitario ((B-A)/C)	1802.97	1782.84	1793.44	kg/m3
	Peso Unitario compactado	1.80	1.78	1.79	gr/cm3
	Promedio Peso Unitario	1793.08			kg/m3
1.50 % PET	A = Peso del molde	4.82	4.82	4.82	kg
	B = Peso del molde + Muestra	22.16	21.96	21.88	kg
	B-A = Peso del Muestra	17.34	17.14	17.06	kg
	C =Volumen de molde	0.00944	0.00944	0.00944	m3
	Peso Unitario ((B-A)/C)	1836.87	1815.68	1807.21	kg/m3
	Peso Unitario compactado	1.84	1.82	1.81	gr/cm3
	Promedio Peso Unitario	1819.92			kg/m3

Nota: M = Muestra por cada porcentaje.

4.1.1.3. *Contenido de vacío*

Tabla 14

Resultado de ensayo de contenido de vacío.

	Mc(kg)	Mm(kg)	Vm(m ³)	D(kg/m ³)	Ms(kg)	Vs(m ³)	T(kg/m ³)	U	PROM
0.00% PET	21.80	4.82	0.0094	1798.7322	21.8	0.0094	2309.33	22.11 %	
	21.72	4.82	0.0094	1790.2576	21.72	0.0094	2300.85	22.19 %	22.30 %
	21.32	4.82	0.0094	1747.8846	21.32	0.0094	2258.48	22.61 %	
0.25% PET	21.98	4.82	0.0094	1817.8000	21.98	0.0094	2328.39	21.93 %	
	21.38	4.82	0.0094	1754.2406	21.38	0.0094	2264.83	22.54 %	22.24 %
	21.68	4.82	0.0094	1786.0203	21.68	0.0094	2296.61	22.23 %	
0.50% PET	21.62	4.82	0.0094	1779.6643	21.62	0.0094	2290.26	22.29 %	
	21.76	4.82	0.0094	1794.4949	21.76	0.0094	2305.09	22.15 %	22.25 %
	21.60	4.82	0.0094	1777.5457	21.6	0.0094	2288.14	22.31 %	
1.00% PET	21.84	4.82	0.0094	1802.9695	21.84	0.0094	2313.56	22.07 %	
	21.65	4.82	0.0094	1782.8423	21.65	0.0094	2293.44	22.26 %	22.16 %
	21.75	4.82	0.0094	1793.4355	21.75	0.0094	2304.03	22.16 %	
1.50% PET	22.16	4.82	0.0094	1836.8678	22.16	0.0094	2347.46	21.75 %	
	21.96	4.82	0.0094	1815.6813	21.96	0.0094	2326.28	21.95 %	21.91 %
	21.88	4.82	0.0094	1807.2068	21.88	0.0094	2317.80	22.03 %	

Nota: Mc=Masa de la medida llena de concreto, Mm = Masa de medida, Vm=Volumen de la medida, D = Densidad (unidad de peso) de concreto, Ms=Masa total de todos los materiales por lotes, Vs=Suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes componentes en el lote, T=Densidad teórica del concreto calculada sobre una base libre de aire, U=Porcentaje de huecos en el concreto permeable fresco, incluidos los huecos de aire atrapados y atrapados en la pasta de cemento.

4.1.2. Ensayos de concreto permeable en estado endurecido

4.1.2.1. Resistencia a compresión (kg/cm²)

Tabla 15

Resultado de ensayo de Resistencia a Compresión.

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE FIBRAS PET											
		0%		0.25%		0.50%		1.00%		1.50%	
TIEMPO (EDAD DE CONCRETO)	7 DÍAS	P-01	141.79	P-31	162.99	P-61	154.65	P-91	136.03	P-121	115.04
		P-02	127.10	P-32	139.73	P-62	128.78	P-92	176.41	P-122	131.20
		P-03	189.84	P-33	119.23	P-63	162.46	P-93	117.94	P-123	144.07
		P-04	123.52	P-34	181.92	P-64	125.33	P-94	127.04	P-124	135.97
		P-05	125.66	P-35	134.77	P-65	152.03	P-95	125.14	P-125	154.05
		P-06	175.62	P-36	140.96	P-66	136.57	P-96	147.55	P-126	141.91
		P-07	155.49	P-37	124.38	P-67	161.24	P-97	172.29	P-127	150.37
		P-08	168.67	P-38	139.75	P-68	119.44	P-98	149.72	P-128	105.66
	x =	150.96	x =	142.97	x =	142.56	x =	144.02	x =	134.78	
	14 DÍAS	P-09	176.95	P-39	136.73	P-69	141.97	P-99	195.74	P-129	136.67
		P-10	169.85	P-40	174.72	P-70	166.72	P-100	123.81	P-130	132.83
		P-11	171.94	P-41	138.06	P-71	176.82	P-101	181.59	P-131	132.79
		P-12	177.87	P-42	137.21	P-72	185.21	P-102	145.46	P-132	148.33
		P-13	191.75	P-43	174.57	P-73	165.42	P-103	162.06	P-133	150.60
		P-14	158.42	P-44	149.33	P-74	172.13	P-104	183.08	P-134	161.95
		P-15	170.89	P-45	137.89	P-75	141.03	P-105	151.89	P-135	153.82
		P-16	107.27	P-46	174.63	P-76	181.24	P-106	171.13	P-136	125.62
	x =	165.62	x =	152.89	x =	166.32	x =	164.35	x =	142.83	
	28 DÍAS	P-17	174.81	P-47	176.13	P-77	220.48	P-107	154.45	P-137	144.56
		P-18	163.77	P-48	152.19	P-78	206.39	P-108	205.14	P-138	135.16
		P-19	142.53	P-49	192.56	P-79	189.57	P-109	167.67	P-139	162.70
		P-20	212.11	P-50	154.96	P-80	175.87	P-110	207.31	P-140	161.04
		P-21	167.61	P-51	151.86	P-81	187.65	P-111	197.24	P-141	152.04
		P-22	157.67	P-52	158.59	P-82	168.93	P-112	174.88	P-142	144.53
		P-23	132.87	P-53	160.30	P-83	162.93	P-113	190.15	P-143	135.40
		P-24	179.66	P-54	147.14	P-84	211.18	P-114	179.61	P-144	165.43
		P-25	164.82	P-55	188.92	P-85	179.82	P-115	193.25	P-145	148.62
		P-26	179.01	P-56	191.46	P-86	222.69	P-116	205.91	P-146	166.43
		P-27	192.03	P-57	143.89	P-87	219.62	P-117	199.02	P-147	168.93
		P-28	191.78	P-58	177.83	P-88	168.48	P-118	184.25	P-148	184.98
		P-29	183.01	P-59	188.19	P-89	212.78	P-119	206.29	P-149	126.24
		P-30	117.75	P-60	204.34	P-90	165.27	P-120	171.21	P-150	118.12
	x =	168.53	x =	170.60	x =	192.26	x =	188.31	x =	151.01	

Nota: P = Probeta (espécimen), X = Promedio.

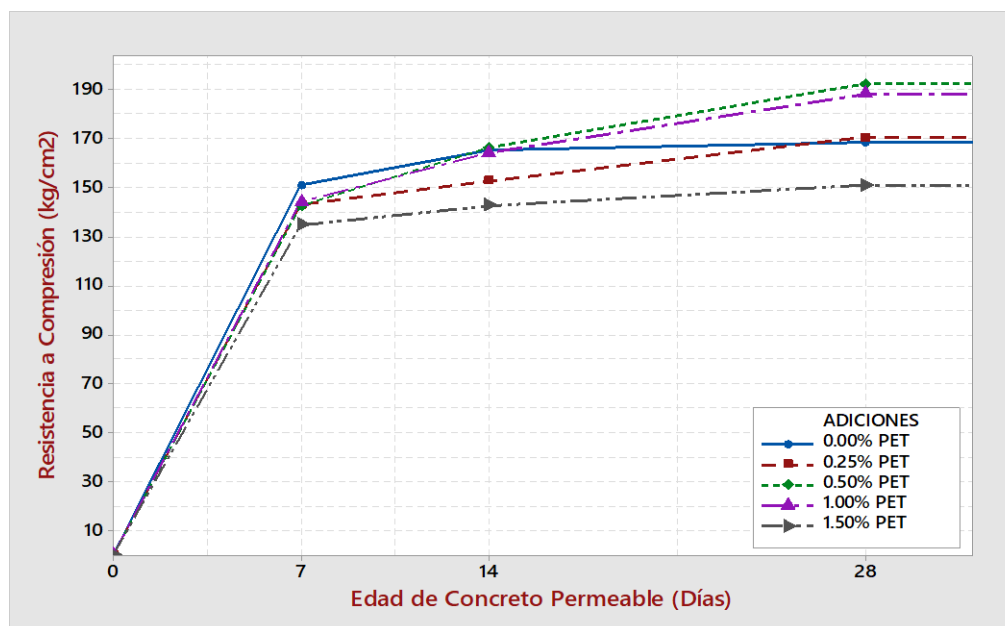


Figura 36. Desarrollo de concreto permeable con adiciones de fibras.

4.1.2.2. Resistencia a flexión (kg/cm²)

Tabla 16

Resultado de ensayo a Resistencia a Flexión.

	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	ANCHO	ALTURA	LONG. APOYO	CARGA	MR (kg/cm²)	PROMEDIO
0% PET	V-01	28	15 cm	15 cm	45 cm	923.24	12.31	13.72
	V-02	28	15 cm	15 cm	45 cm	1199.10	15.99	
	V-03	28	15 cm	15 cm	45 cm	964.04	12.85	
0.25% PET	V-04	28	15 cm	15 cm	45 cm	1045.63	13.94	16.36
	V-05	28	15 cm	15 cm	45 cm	1507.83	20.10	
	V-06	28	15 cm	15 cm	45 cm	1127.27	15.03	
0.50% PET	V-07	28	15 cm	15 cm	45 cm	1393.37	18.58	18.02
	V-08	28	15 cm	15 cm	45 cm	1523.53	20.31	
	V-09	28	15 cm	15 cm	45 cm	1137.05	15.16	
1.0% PET	V-10	28	15 cm	15 cm	45 cm	1311.88	17.49	19.59
	V-11	28	15 cm	15 cm	45 cm	1445.69	19.28	
	V-12	28	15 cm	15 cm	45 cm	1649.81	22.00	
1.5% PET	V-13	28	15 cm	15 cm	45 cm	1434.17	19.12	18.66
	V-14	28	15 cm	15 cm	45 cm	1556.56	20.75	
	V-15	28	15 cm	15 cm	45 cm	1206.87	16.09	

Nota: V = Viguetas de concreto permeable, MR = Módulo de rotura.

4.1.2.3. Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión (%)

Tabla 17

Resultados de ensayo de resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión.

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	E-01	E-02	E-03	PROMEDIO
0% PET	Peso inicial de la muestra (Pi)	g	15743	16147	15623	30.058
	Peso final de la muestra (Pf)	g	11263	11212	10756	
	DA = $\left(\frac{(Pi-Pf)}{Pi}\right)*100$	%	28.46	30.56	31.15	
	Desgaste por abrasión e impacto	%	28.457	30.563	31.153	
0.25% PET	Peso inicial de la muestra (Pi)	g	15251	16422	16014	29.622
	Peso final de la muestra (Pf)	g	10935	11710	10910	
	DA = $\left(\frac{(Pi-Pf)}{Pi}\right)*100$	%	28.30	28.69	31.87	
	Desgaste por abrasión e impacto	%	28.300	28.693	31.872	
0.50% PET	Peso inicial de la muestra (Pi)	g	15611	15920	15605	28.772
	Peso final de la muestra (Pf)	g	11219	10926	11421	
	DA = $\left(\frac{(Pi-Pf)}{Pi}\right)*100$	%	28.13	31.37	26.81	
	Desgaste por abrasión e impacto	%	28.134	31.369	26.812	
1.0% PET	Peso inicial de la muestra (Pi)	g	15617	16151	15698	29.570
	Peso final de la muestra (Pf)	g	10632	11502	11302	
	DA = $\left(\frac{(Pi-Pf)}{Pi}\right)*100$	%	31.92	28.78	28.00	
	Desgaste por abrasión e impacto	%	31.920	28.785	28.004	
1.5% PET	Peso inicial de la muestra (Pi)	g	15103	16069	16028	29.478
	Peso final de la muestra (Pf)	g	10724	10993	11564	
	DA = $\left(\frac{(Pi-Pf)}{Pi}\right)*100$	%	28.99	31.59	27.85	
	Desgaste por abrasión e impacto	%	28.994	31.589	27.851	

Nota: E = Espécimen, DA = Desgaste por Abrasión.

4.1.2.4. *Contenido de vacío (%)*

Tabla 18
Resultado de ensayo de Contenido de vacío.

	DESCRIPCIÓN	UND	ESPÉCIMEN			PROMEDIO
			P-01	P-02	P-03	
0% PET	Peso del espécimen (A)	gr	10078	10060	10421	20.375
	Peso del espécimen superficialmente seca (C)	gr	10520	10510	10872	
	Peso aparente del espécimen en agua (D)	gr	8289	8365	8654	
	Contenido de vacío (CV =(C-A)/(C-D)*100)	%	19.812	20.979	20.334	
0.25 % PET	Peso del espécimen (A)	gr	10163	10385	9964	20.191
	Peso del espécimen superficialmente seca (C)	gr	10617	10884	10395	
	Peso aparente del espécimen en agua (D)	gr	8487	8261	8265	
	Contenido de vacío (CV =(C-A)/(C-D)*100)	%	21.315	19.024	20.235	
0.50% PET	Peso del espécimen (A)	gr	10202	10186	10025	19.349
	Peso del espécimen superficialmente seca (C)	gr	10663	10619	10481	
	Peso aparente del espécimen en agua (D)	gr	8353	8282	8150	
	Contenido de vacío (CV =(C-A)/(C-D)*100)	%	19.957	18.528	19.562	
1.00% PET	Peso del espécimen (A)	gr	10159	10215	10172	19.380
	Peso del espécimen superficialmente seca (C)	gr	10645	10661	10623	
	Peso aparente del espécimen en agua (D)	gr	8214	8353	8227	
	Contenido de vacío (CV =(C-A)/(C-D)*100)	%	19.992	19.324	18.823	
1.50% PET	Peso del espécimen (A)	gr	10151	10055	10003	18.857
	Peso del espécimen superficialmente seca (C)	gr	10618	10519	10550	
	Peso aparente del espécimen en agua (D)	gr	8131	8134	7567	
	Contenido de vacío (CV =(C-A)/(C-D)*100)	%	18.778	19.455	18.337	

Nota: P = Prueba, UND = Unidad.

4.1.2.5. **Permeabilidad**

Tabla 19

Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 0% de fibras PET.

ENSAYO-01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	45.08	44.13	43.12	s
Área de la muestra =a	177.90	177.90	177.90	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.05	15.05	15.05	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
$k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)$	0.937	0.957	0.979	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.958			cm/s
ENSAYO-02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	45.02	43.09	44.36	s
Área de la muestra =a	180.03	180.03	180.03	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.14	15.14	15.14	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
$k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)$	0.955	0.998	0.969	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.974			cm/s
ENSAYO-03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	42.01	42.26	43.21	s
Área de la muestra =a	180.51	180.51	180.51	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.16	15.16	15.16	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
$k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)$	1.028	1.021	0.999	cm/s
Permeabilidad promedio k	1.016			cm/s
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0% PET	0.983			cm/s

Nota: UND = Unidad.

Tabla 20

Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 0.25% de fibras PET.

ENSAYO-01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	44.77	43.64	42.64	s
Área de la muestra =a	176.24	176.24	176.24	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	14.98	14.98	14.98	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.930	0.954	0.976	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.954			cm/s
ENSAYO-02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	37.57	37.99	41.88	s
Área de la muestra =a	182.18	182.18	182.18	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.23	15.23	15.23	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	1.165	1.152	1.045	cm/s
Permeabilidad promedio k	1.121			cm/s
ENSAYO-03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	44.96	45.93	46.65	s
Área de la muestra =a	181.94	181.94	181.94	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.22	15.22	15.22	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.972	0.951	0.936	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.953			
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.25% PET	1.009			cm/s

Nota: UND = Unidad.

Tabla 21

Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 0.50% de fibras PET.

ENSAYO-01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	45.68	46.47	45.21	s
Área de la muestra =a	178.13	178.13	178.13	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.06	15.06	15.06	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.926	0.911	0.936	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.924			cm/s
ENSAYO-02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	46.43	45.13	47.34	s
Área de la muestra =a	176.48	176.48	176.48	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	14.99	14.99	14.99	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.899	0.925	0.881	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.902			cm/s
ENSAYO-03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	47.05	47.43	46.28	s
Área de la muestra =a	178.37	178.37	178.37	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.07	15.07	15.07	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.901	0.894	0.916	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.904			
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.50% PET	0.910			cm/s

Nota: UND = Unidad.

Tabla 22

Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 1.00% de fibras PET.

ENSAYO-01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	50.67	48.85	47.85	s
Área de la muestra =a	178.60	178.60	178.60	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.08	15.08	15.08	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.838	0.870	0.888	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.8654			cm/s
ENSAYO-02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	48.53	48.45	46.78	s
Área de la muestra =a	182.89	182.89	182.89	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.26	15.26	15.26	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.907	0.909	0.941	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.9190			cm/s
ENSAYO-03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	49.32	49.00	49.54	s
Área de la muestra =a	182.89	182.89	182.89	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.26	15.26	15.26	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.893	0.898	0.889	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.8933			
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.00% PET	0.893			cm/s

Nota: UND = Unidad.

Tabla 23

Resultado de ensayo de permeabilidad con adición de 1.50% de fibras PET.

ENSAYO-01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	50.02	49.95	49.21	s
Área de la muestra =a	184.09	184.09	184.09	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.31	15.31	15.31	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.889	0.890	0.903	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.894			cm/s
ENSAYO-02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	53.41	52.43	52.88	s
Área de la muestra =a	183.61	183.61	183.61	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.29	15.29	15.29	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.829	0.845	0.837	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.837			cm/s
ENSAYO-03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA-01	PRUEBA-02	PRUEBA-03	UND
Tiempo de demora en pasar de h1-h2 (Tiempo)	48.10	51.21	51.66	s
Área de la muestra =a	183.61	183.61	183.61	cm²
Área de la tubería de carga =A	189.91	189.91	189.91	cm²
Longitud de la muestra	15.29	15.29	15.29	cm
Altura de columna de Agua Nivel de referencia (h1)	20	20	20	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1	1	1	cm
k=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2)	0.921	0.865	0.857	cm/s
Permeabilidad promedio k	0.881			
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.50% PET	0.871			cm/s

Nota: UND = Unidad.

4.1.2.6. Tasa infiltración en laboratorio

Tabla 24

Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 0.00 % de fibras PET.

ENSAYO - 01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.670	19.850	17.330	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1731.293	1628.375	1865.161	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		1741.610		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		44236.883		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.229		(cm/s)
ENSAYO - 02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	17.36	19.01	19.13	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1861.938	1700.328	1689.662	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1750.643		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44466.326		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.235		(cm/s)
ENSAYO - 03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.540	18.210	17.990	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1743.433	1775.027	1796.734	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1771.731		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		45001.969		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.250		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0% PET		44568.393		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0% PET		1.238		(cm/s)

Tabla 25*Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 0.25 % de fibras PET.*

ENSAYO - 01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.260	18.530	17.720	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1770.166	1744.373	1824.111	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		1779.550		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		45200.574		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.256		(cm/s)
ENSAYO - 02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.030	18.940	18.600	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1792.748	1706.612	1737.809	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1745.723		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44341.361		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.232		(cm/s)
ENSAYO - 03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.400	18.640	18.050	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1756.698	1734.079	1790.761	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1760.513		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44717.025		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.242		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.25% PET		44752.987		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.25% PET		1.243		(cm/s)

Tabla 26

Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 0.50 % de fibras PET.

ENSAYO - 01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.250	18.730	19.230	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1770.166	1744.373	1824.111	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		1725.920		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		43838.360		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.218		(cm/s)
ENSAYO - 02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.930	18.440	18.230	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1707.514	1752.887	1773.080	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1744.494		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44310.136		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.231		(cm/s)
ENSAYO - 03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	17.370	18.220	19.720	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1860.866	1774.053	1639.110	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1758.009		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44653.437		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.240		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.50% PET		44267.311		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.50% PET		1.230		(cm/s)

Tabla 27*Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 1.00 % de fibras PET.*

ENSAYO - 01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.620	19.330	18.160	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1735.942	1672.180	1779.914	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		1729.345		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		43925.372		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.220		(cm/s)
ENSAYO - 02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.310	18.280	18.870	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1765.333	1768.230	1712.943	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1748.835		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44420.414		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.234		(cm/s)
ENSAYO - 03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.250	18.260	19.950	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1771.136	1770.166	1620.213	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1720.505		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		43700.830		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.214		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.00% PET		44015.539		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.00% PET		1.223		(cm/s)

Tabla 28*Resultado de ensayo de tasa de infiltración en laboratorio con adición de 1.50 % de fibras PET.*

ENSAYO - 01				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.610	18.820	18.350	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1648.304	1717.494	1761.484	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		1709.094		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I		43410.992		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.206		(cm/s)
ENSAYO - 02				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.170	18.570	19.090	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1778.934	1740.616	1693.203	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1737.584		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		44134.644		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.226		(cm/s)
ENSAYO - 03				
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	PRUEBA 03	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	17.990	18.970	19.210	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	126870	(pulg ³ *seg)/ (lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1796.734	1703.914	1682.626	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		1727.758		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I		43885.044		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I		1.219		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.50% PET		43810.226		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.50% PET		1.217		(cm/s)

4.1.2.7. Tasa de filtración en campo

Tabla 29

Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 0.00% de fibras PET.

ENSAYO - 01			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.963	18.354	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1619.157	1761.101	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	1690.129		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	42929.276		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.1925		(cm/s)
ENSAYO - 02			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.861	17.340	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1627.473	1864.085	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1745.779		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	44342.790		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.2317		(cm/s)
ENSAYO - 03			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.930	18.480	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1707.514	1749.093	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1728.304		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	43898.909		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.2194		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0 % PET	43723.658		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0 % PET	1.215		(cm/s)

Tabla 30*Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 0.25% de fibras PET.*

ENSAYO - 01			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.341	18.540	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1671.229	1743.433	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	1707.331		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	43366.201		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.2046		(cm/s)
ENSAYO - 02			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.370	18.170	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1759.567	1778.934	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1769.251		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	44938.964		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.248		(cm/s)
ENSAYO - 03			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.120	18.050	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1690.546	1790.761	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1740.654		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	44212.601		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.2281		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.25 % PET	44172.589		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.25 % PET	1.227		(cm/s)

Tabla 31*Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 0.50% de fibras PET.*

ENSAYO - 01			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.945	19.490	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1706.162	1658.453	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	1682.307		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	42730.605		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.187		(cm/s)
ENSAYO - 02			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.700	18.120	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1640.774	1783.843	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1712.308		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	43492.634		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.208		(cm/s)
ENSAYO - 03			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.100	18.310	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1692.316	1765.333	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1728.824		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	43912.139		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.220		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.50 % PET	43378.459		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 0.50 % PET	1.205		(cm/s)

Tabla 32*Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 1.00% de fibras PET.*

ENSAYO - 01			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.366	19.480	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1669.072	1659.304	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	1664.188		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	42270.368		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.174		(cm/s)
ENSAYO - 02			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.600	18.290	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1649.145	1767.263	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1708.204		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	43388.379		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.205		(cm/s)
ENSAYO - 03			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.940	18.370	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1621.025	1759.567	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1690.296		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	42933.515		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.193		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.00 % PET	42864.087		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.00 % PET	1.191		(cm/s)

Tabla 33*Resultado de ensayos de tasa de infiltración en campo con adición de 1.50% de fibras PET.*

ENSAYO - 01			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.690	19.571	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1729.440	1651.589	mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	1690.514		mm/h
Velocidad de infiltración promedio I	42939.067		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.193		(cm/s)
ENSAYO - 02			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	18.720	19.950	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1726.669	1620.213	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1673.441		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	42505.392		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.181		(cm/s)
ENSAYO - 03			
DESCRIPCIÓN	PRUEBA 01	PRUEBA 02	UNIDAD
M = Masa de agua infiltrada, kg [lb]	39.683	39.683	lb
D = Diámetro interior del anillo de infiltración, mm [in]	12.480	12.480	in
t = tiempo requerido para la cantidad medida de agua para infiltrarse en el concreto, s	19.290	20.470	s
K = 4 583 666 000 en unidades SI o 126 870 en unidades de [pulgada-libra]	126870	126870	(pulg ³ *seg)/(lb*hr)
I = Velocidad de infiltración, (KM/D ² *t) mm/, [in/h]	1675.647	1579.054	(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	1627.351		(in/h)
Velocidad de infiltración promedio I	41334.711		(mm/hr)
Velocidad de infiltración promedio I	1.148		(cm/s)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.50 % PET	42259.723		(mm/hr)
PROMEDIO DE ADICIÓN DE 1.50 % PET	1.174		(cm/s)

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1. Análisis de resultados en estado fresco

En la figura 37 muestra los resultados de Consistencia (slump) y Peso Unitario de concreto permeable con adición de fibras PET. Se hace notar que en Consistencia (Slump) con adición de fibras PET no genera asentamiento y en Peso Unitario con 1.50% resultó con mayor Peso Unitario.

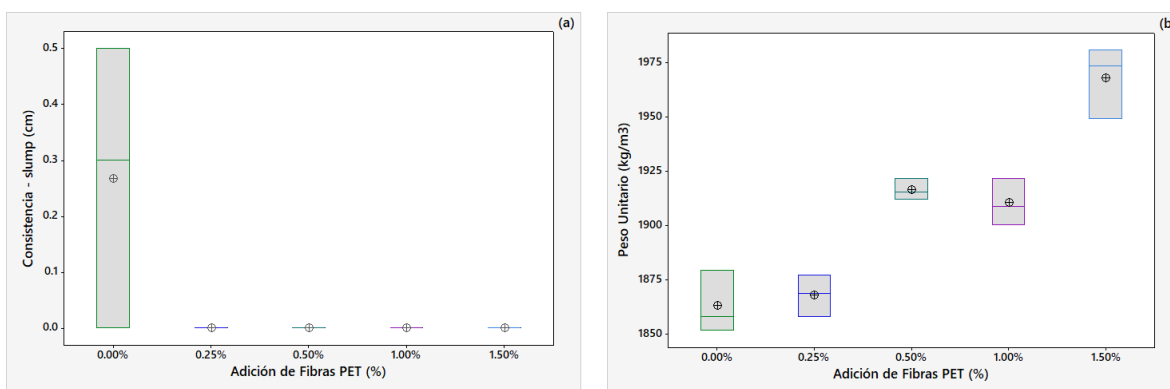


Figura 37. (a) Fibras PET en Consistencia (slump); (b) Fibras PET en Peso Unitario.

En la figura 38 muestra los resultados de Contenido de Vacío en estado fresco de concreto permeable con adición de fibras PET. Se hace notar que en contenido de vacío con adición de fibras PET a medida que se aumenta los porcentajes de fibras tiene tendencias a reducción.

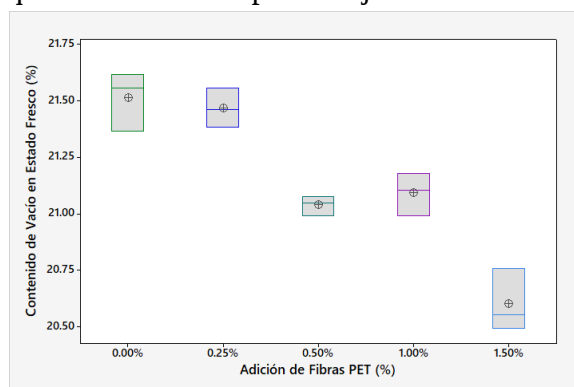


Figura 38. Fibras PET en Contenido de Vacío en Estado Fresco.

4.2.2. Análisis de resultados en estado endurecido

En la figura 39 muestra los resultados de resistencia a compresión y resistencia a flexión de concreto permeable con adición de fibras PET. Se hace notar que en resistencia a compresión y resistencia a flexión con adición a 0.50% y 1.00% resultó con mayor resistencia.

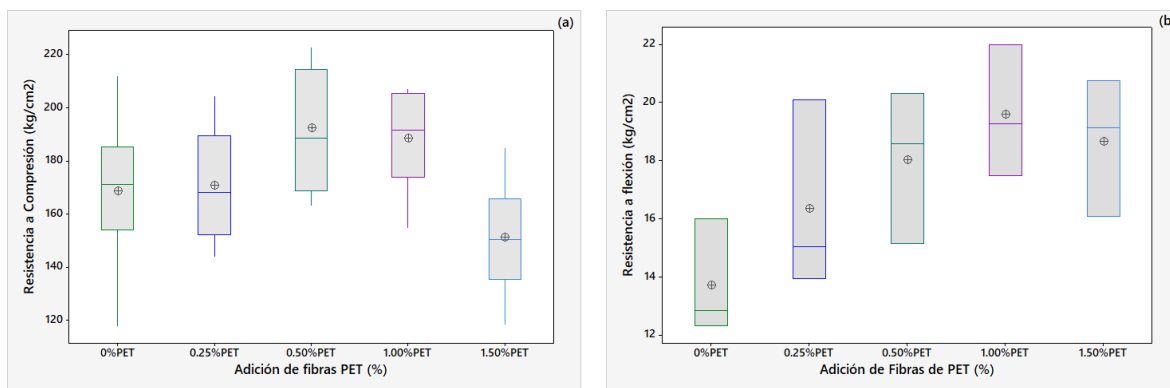


Figura 39. (a) Fibras PET en Resistencia a Compresión a 28 días; (b) Fibras PET en Resistencia a flexión.

En la figura 40 muestra los resultados de resistencia a la degradación y contenido de vacío de concreto permeable con adición de fibras PET. Se hace notar que en resistencia a la degradación con adición de 0.50% se obtiene menos porcentaje de desgaste. Respecto a contenido de vacío presenta tendencias a la reducción a medida que se aumenta los porcentajes de fibras PET.

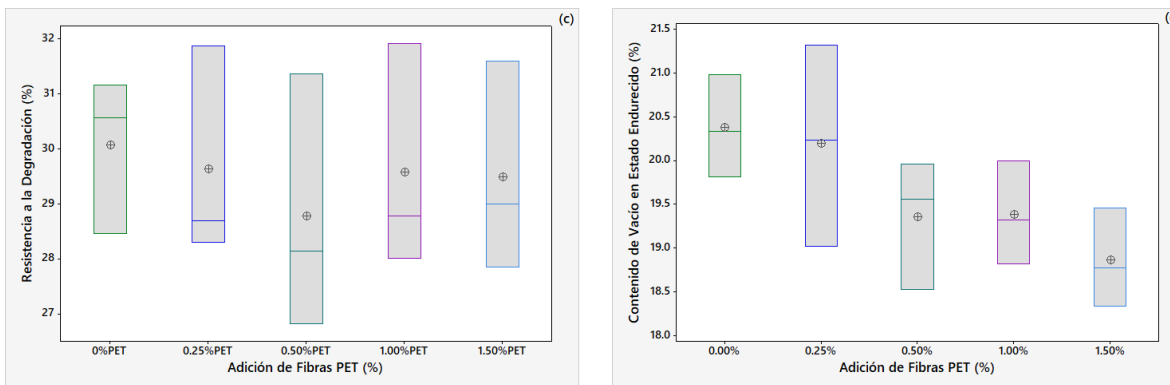


Figura 40. (c) Fibras PET en Resistencia potencial a la degradación; (d) Fibras PET en Contenido de Vacío.

En la figura 41 muestra los resultados de permeabilidad y tasa de infiltración en laboratorio de concreto permeable con adición de fibras PET. Se hace notar que en permeabilidad y tasa de infiltración en laboratorio con adición a 0.25% resultó con mayor permeabilidad y tasa de infiltración.

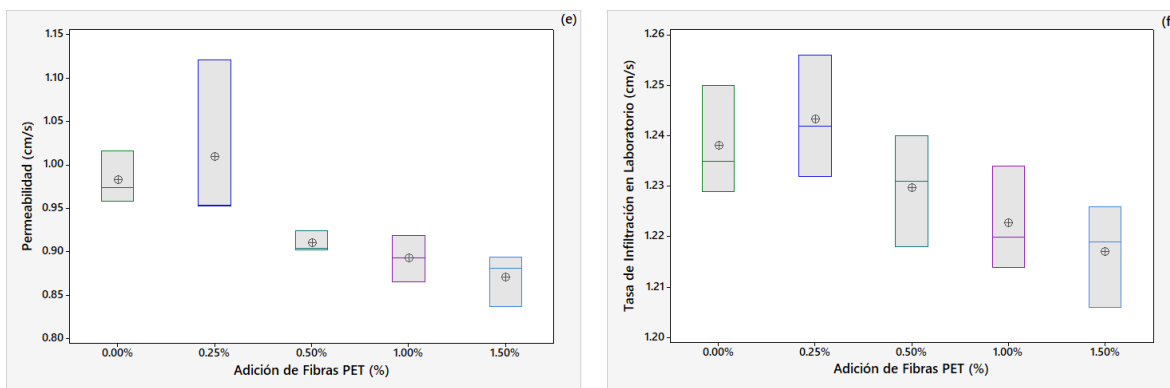


Figura 41. (e) Fibras PET en Permeabilidad; (f) Fibras PET en Tasa de Infiltración en Laboratorio.

En la figura 42 muestra los resultados de tasa de infiltración en campo de prueba de concreto permeable con adición de fibras PET. Se hace notar que tasa de infiltración en campo de prueba con adición a 0.25% resultó con mayor tasa de infiltración.

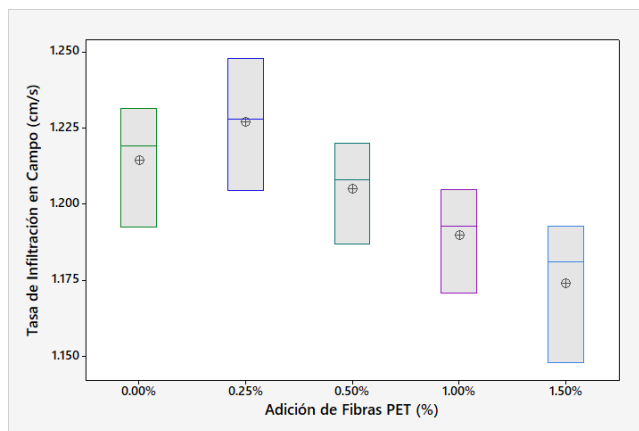


Figura 42. Fibras PET en Tasa de Infiltración en Campo.

4.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.3.1. Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado fresco

4.3.1.1. *Consistencia*

Tabla 34

Análisis Estadístico: Consistencia (slump).

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm)	Mediana (cm)	Desv. Est. (cm)	Varianza (cm) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
0.00% PET	3	0.267	0.3	0.252	0.063	94.37	0	0.5
0.25%PET	3	0	0	0	0	0	0	0
0.50%PET	3	0	0	0	0	0	0	0
1.00%PET	3	0	0	0	0	0	0	0
1.50%PET	3	0	0	0	0	0	0	0

4.3.1.2. *Peso unitario*

Tabla 35

Análisis Estadístico: Peso Unitario.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (kg/m ³)	Mediana (kg/m ³)	Desv. Est. (kg/m ³)	Varianza (kg/m ³) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (kg/m ³)	Máximo (kg/m ³)
0.00%PET	3	1863	1858.1	14.4	208.0	0.77	1851.7	1879.2
0.25%PET	3	1867.9	1868.6	9.55	91.3	0.51	1858.1	1877.1
0.50%PET	3	1916.3	1915.3	4.85	23.6	0.25	1912.1	1921.6
1.00%PET	3	1910.3	1908.9	10.7	113.7	0.56	1900.4	1921.6
1.50%PET	3	1967.9	1973.5	16.6	276.4	0.84	1949.2	1980.9

4.3.1.3. *Contenido de vacío*

Tabla 36

Análisis Estadístico: Contenido de Vacío.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
0.00%PET	3	21.512	21.556	0.1300	0.0170	0.61	21.365	21.614
0.25%PET	3	21.467	21.46	0.0862	0.0074	0.40	21.384	21.556
0.50%PET	3	21.039	21.048	0.0422	0.0018	0.20	20.993	21.076
1.00%PET	3	21.091	21.103	0.0931	0.0087	0.44	20.993	21.178
1.50%PET	3	20.602	20.554	0.1390	0.0193	0.67	20.493	20.758

4.3.2. Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado endurecido

4.3.2.1. Resistencia a compresión

Tabla 37
Análisis estadístico Descriptivo: Resistencia a la compresión

Adición de PET (%)	Días	N° de muestra	Media (kg/cm ²)	Mediana (kg/cm ²)	Desv. Est. (kg/cm ²)	Varianza (kg/cm ²) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (kg/cm ²)	Máximo (kg/cm ²)
0.00%PET	7	8	150.96	148.64	25.36	642.91	16.80	123.52	189.84
	14	8	165.62	171.41	25.36	643.34	15.31	107.27	191.75
	28	14	168.53	171.21	25.05	627.41	14.86	117.75	212.11
0.25%PET	7	8	142.97	139.74	20.42	417.03	14.28	119.23	181.92
	14	8	152.89	143.69	18.45	340.54	12.07	136.73	174.72
	28	14	170.6	168.22	20.06	402.50	11.76	143.89	204.34
0.50%PET	7	8	142.56	144.30	17.06	291.14	11.97	119.44	162.46
	14	8	166.32	169.43	16.72	279.56	10.05	141.03	185.21
	28	14	192.26	188.61	22.53	507.69	11.72	162.93	222.69
1.0%PET	7	8	144.01	141.79	21.65	468.86	15.04	117.94	176.41
	14	8	164.35	166.60	23.42	548.59	14.25	123.81	195.74
	28	14	188.31	191.70	16.73	279.77	8.88	154.45	207.31
1.50%PET	7	8	134.78	138.94	16.92	286.20	12.55	105.66	154.05
	14	8	142.83	142.50	12.60	158.84	8.82	125.62	161.95
	28	14	151.01	150.330	18.48	341.43	12.24	118.12	184.98

4.3.2.2. Resistencia a flexión

Tabla 38
Análisis Estadístico: Resistencia a Flexión

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (kg/cm ²)	Mediana (kg/cm ²)	Desv. Est. (kg/cm ²)	Varianza (kg/cm ²) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (kg/cm ²)	Máximo (kg/cm ²)
0.00%PET	3	13.72	12.85	1.99	3.95	14.49	12.31	15.99
0.25%PET	3	16.36	15.03	3.29	10.81	20.10	13.94	20.10
0.50%PET	3	18.02	18.58	2.62	6.87	14.55	15.16	20.31
1.00%PET	3	19.59	19.28	2.27	5.16	11.59	17.49	22.00
1.50%PET	3	18.65	19.12	2.36	5.59	12.68	16.09	20.75

4.3.2.3. *Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión*

Tabla 39

Análisis Estadístico: Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
0.00%PET	3	30.06	30.56	1.42	2.01	4.72	28.46	31.15
0.25%PET	3	29.62	28.69	1.96	3.84	6.61	28.30	31.87
0.50%PET	3	28.77	28.13	2.34	5.50	8.15	26.81	31.37
1.00%PET	3	29.57	28.79	2.07	4.30	7.01	28.00	31.92
1.50%PET	3	29.48	28.99	1.92	3.67	6.5	27.85	31.59

4.3.2.4. *Contenido de vacío*

Tabla 40

Análisis Estadístico: Contenido de vacío.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
0.00%PET	3	20.375	20.334	0.585	0.342	2.87	19.812	20.979
0.25%PET	3	20.191	20.235	1.146	1.314	5.68	19.024	21.315
0.50%PET	3	19.349	19.562	0.738	0.545	3.81	18.528	19.957
1.00%PET	3	19.380	19.324	0.586	0.344	3.03	18.823	19.992
1.50%PET	3	18.857	18.778	0.563	0.317	2.99	18.337	19.455

4.3.2.5. *Permeabilidad*

Tabla 41

Análisis Estadístico: Permeabilidad.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
0.00%PET	3	0.9828	0.9740	0.03020	0.0009	3.07	0.958	1.016
0.25%PET	3	1.0093	0.9540	0.09670	0.0094	9.58	0.953	1.121
0.50%PET	3	0.9100	0.9040	0.01217	0.00015	1.34	0.902	0.924
1.00%PET	3	0.8926	0.8933	0.02680	0.0007	3.00	0.865	0.919
1.50%PET	3	0.8707	0.8810	0.02990	0.0009	3.43	0.837	0.894

4.3.2.6. Tasa infiltración en laboratorio

Tabla 42

Análisis Estadístico: Tasa de infiltración en laboratorio.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
0.00% PET	3	1.238	1.2350	0.0108	0.0001	0.87	1.229	1.250
0.25%PET	3	1.2433	1.2420	0.0121	0.0002	0.97	1.232	1.256
0.50%PET	3	1.2297	1.2310	0.0111	0.0001	0.90	1.218	1.240
1.00%PET	3	1.2227	1.2200	0.0103	0.0001	0.84	1.214	1.234
1.50%PET	3	1.2170	1.2190	0.0101	0.0001	0.83	1.206	1.226

4.3.2.7. Tasa de infiltración en campo

Tabla 43

Análisis Estadístico: Tasa de infiltración en campo.

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
0.00%PET	3	1.2145	1.2194	0.0200	0.0004	1.65	1.1925	1.2317
0.25%PET	3	1.2269	1.2281	0.0217	0.0005	1.77	1.2046	1.2480
0.50%PET	3	1.2050	1.2080	0.0167	0.00028	1.39	1.1870	1.2200
1.00%PET	3	1.1897	1.1930	0.0172	0.00030	1.45	1.1710	1.2050
1.50%PET	3	1.1740	1.1810	0.0233	0.0005	1.98	1.1480	1.1930

4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.4.1. Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado fresco

4.4.1.1. Consistencia

Tabla 44

Prueba de Hipótesis Descriptivo: Consistencia

DESCRIPCIÓN	ESTADO	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE FIBRAS PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.267	100 %	Si influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.267	100 %	Si influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.267	100 %	Si influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.267	100 %	Si influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE = Grupo Experimental, PET = Tereftalato de polietileno.

4.4.1.2. *Peso unitario*

Tabla 45
Prueba de Hipótesis: Peso Unitario

DESCRIPCIÓN	ESTADO	t _o	t _c	P VALOR	ADICIÓN DE FIBRAS PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.49	2.132	0.323	No influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	Fresco	6.07	2.132	0.002	Sí influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	Fresco	4.57	2.132	0.005	Sí influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	Fresco	8.25	2.132	0.001	Sí influye

Nota: GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, to= t de student calculado, tc = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.1.3. *Contenido de vacío*

Tabla 46
Prueba de Hipótesis Descriptivo: Contenido de Vacío

DESCRIPCIÓN	ESTADO	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE FIBRAS PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.045	0.21 %	No influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.473	2.20 %	No influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.421	1.96 %	No influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	Fresco	0.910	4.23 %	No influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE = Grupo Experimental, PET = Tereftalato de polietileno.

4.4.2. Efecto de fibras PET en propiedades de concreto permeable en estado endurecido

4.4.2.1. *Resistencia a compresión*

Tabla 47
Prueba de Hipótesis: Resistencia a compresión

DESCRIPCIÓN	DÍAS	t _o	t _c	P. VALOR	ADICIÓN DE FIBRAS PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	28	0.24	1.645	0.406	No influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	28	2.64	1.645	0.007	Sí influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	28	2.46	1.645	0.010	Sí influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	28	2.11	1.645	0.977	No influye

Nota: GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t= Estadístico de prueba, tc = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.2.2. Resistencia a flexión

Tabla 48

Prueba de Hipótesis: Resistencia a flexión

DESCRIPCIÓN	DÍAS	t _o	t _c	P. VALOR	ADICIÓN DE FIBRAS PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	28	1.19	2.132	0.150	No influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	28	2.26	2.132	0.043	Sí influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	28	3.37	2.132	0.014	Sí influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	28	2.77	2.132	0.025	Sí influye

Nota: GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t_o = t de student calculado, t_c = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.2.3. Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión

Tabla 49

Prueba de Hipótesis descriptivo: Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión

DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE FIBRAS PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	28	0.44	1.46 %	Si influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	28	1.29	4.29 %	Si influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	28	0.49	1.63 %	Sí influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	28	0.58	1.92 %	Sí influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t_o = t de student calculado, t = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.2.4. Contenido de vacío

Tabla 50

Prueba de Hipótesis Descriptivo: Contenido de vacío

DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE PET
GE 0.25% PET & GC 0 % PET	28	0.184	0.90 %	No influye
GE 0.50% PET & GC 0 % PET	28	1.026	5.04 %	No influye
GE 1.00% PET & GC 0 % PET	28	0.995	4.88 %	No influye
GE 1.50% PET & GC 0 % PET	28	1.518	7.45 %	No influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t_o = t de student calculado, t = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.2.5. *Permeabilidad*

Tabla 51
Prueba de Hipótesis Descriptivo: Permeabilidad

DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE PET
<i>GE 0.25% PET & GC 0 % PET</i>	28	0.0262	2.60 %	Si influye
<i>GE 0.50% PET & GC 0 % PET</i>	28	0.0728	7.41 %	No influye
<i>GE 1.00% PET & GC 0 % PET</i>	28	0.0898	9.14 %	No influye
<i>GE 1.50% PET & GC 0 % PET</i>	28	0.1120	11.38 %	No influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t_0 = t de student calculado, t = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.2.6. *Tasa infiltración en laboratorio*

Tabla 52
Prueba de Hipótesis Descriptivo: Tasa de infiltración en laboratorio

DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE PET
<i>GE 0.25% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.005	0.40 %	Si influye
<i>GE 0.50% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.008	0.67 %	No influye
<i>GE 1.00% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.015	1.21 %	No influye
<i>GE 1.50% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.021	1.70 %	No influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t_0 = t de student calculado, t = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.4.2.7. *Tasa de infiltración en campo*

Tabla 53
Prueba de Hipótesis Descriptivo: Tasa de infiltración en campo

DESCRIPCIÓN	DÍAS	DIFERENCIA	EFICIENCIA	ADICIÓN DE PET
<i>GE 0.25% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.0125	1.02 %	Si influye
<i>GE 0.50% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.0095	0.78 %	No influye
<i>GE 1.00% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.0248	2.04 %	No influye
<i>GE 1.50% PET & GC 0 % PET</i>	14	0.0410	3.33 %	No influye

Nota: La diferencia de los variables son con valores de media, GC = Grupo Control, GE Grupo Experimental, t_0 = t de student calculado, t = valor crítico de software utilizada para más precisión en los resultados.

4.5. RELACIÓN ENTRE VARIABLES DEPENDIENTES

4.5.1. Contenido de vacío vs resistencia a la compresión

En la siguiente figura 43 se muestra la correlación, pero no significativa entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson 0.073, con un p valor = 0.907, según los resultados se observa un incremento de resistencia a compresión a medida de contenido de vacío disminuye, llegando a un óptimo porcentaje de adición y desciende la resistencia por mayor de adición.

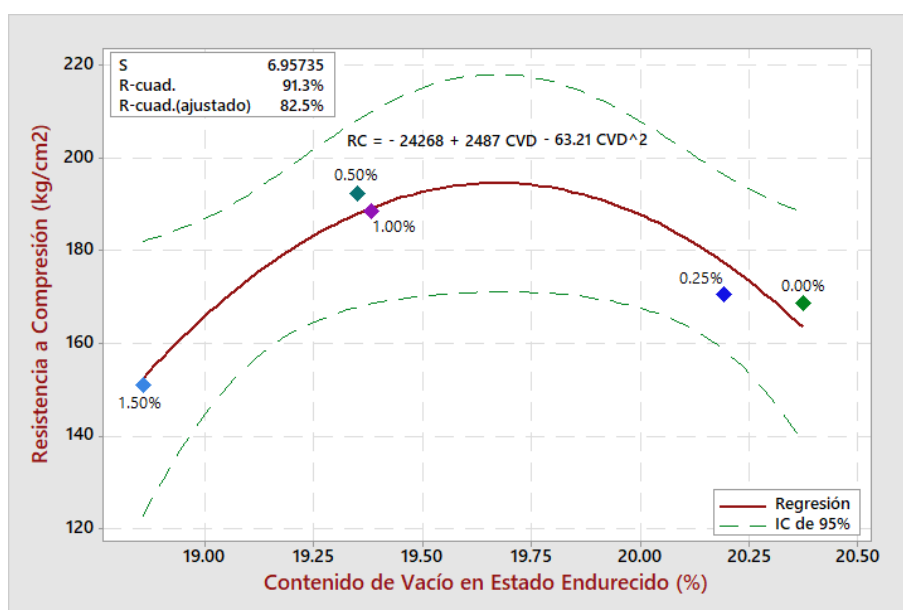


Figura 43. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y resistencia a la compresión.

4.5.2. Contenido de vacío vs resistencia a la flexión

En la siguiente figura 44 se muestra la correlación significativa entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson -0.857, con un p valor = 0.064, según los resultados se observa que la resistencia a flexión incrementa a menor contenido de vacío llegando al máximo con 1.00% de fibras PET y desciende a mayores adiciones.

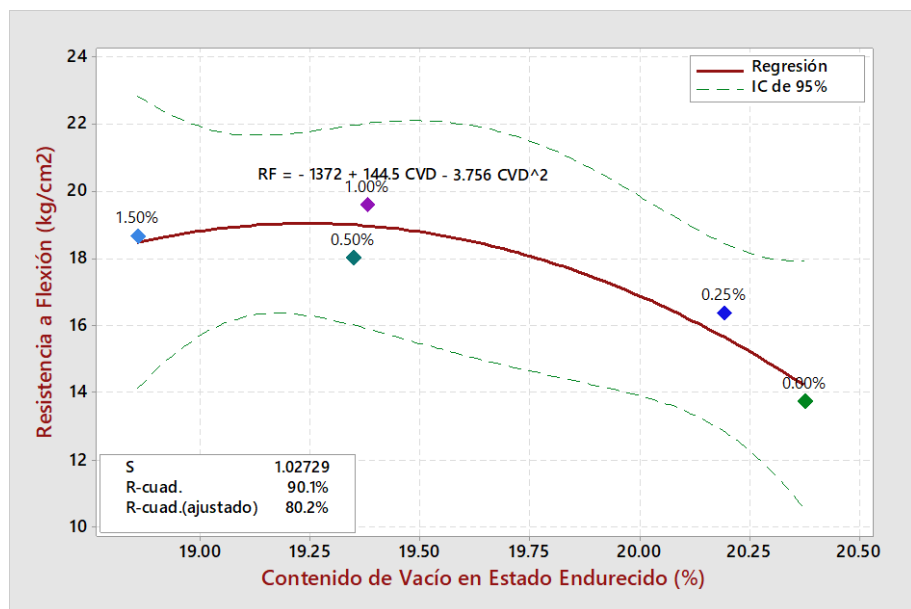


Figura 44. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y resistencia a flexión.

4.5.3. Contenido de vacío vs resistencia a degradación

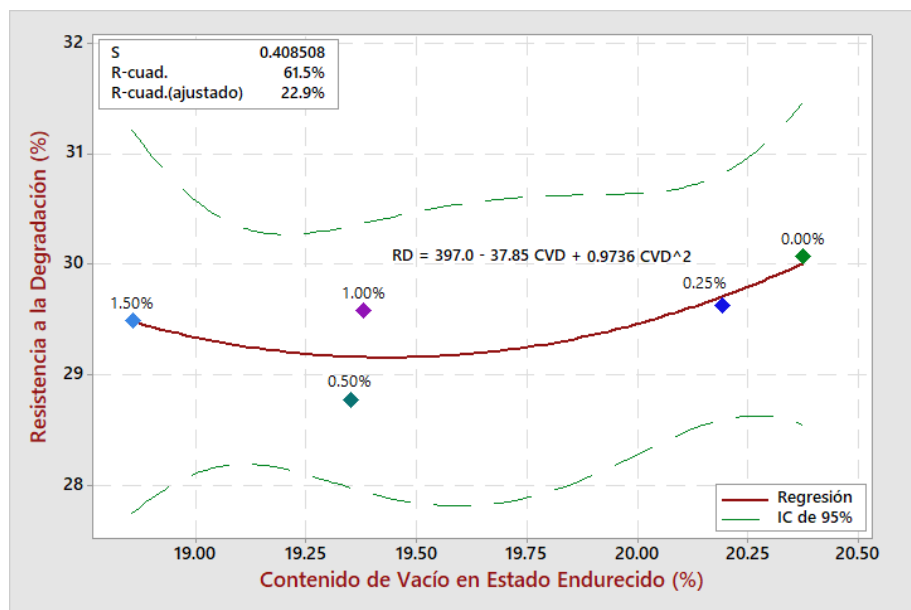


Figura 45. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y resistencia a la degradación.

En la figura 45 se muestra la correlación entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson 0.582, con un p valor = 0.303, también se puede observar

que a menor contenido de vacío es menor la degradación por impacto y abrasión llegando al optimo con 0.50% de fibras PET y asciende a mayores adiciones.

4.5.4. Contenido de vacío vs permeabilidad

En la siguiente figura 46 se muestra la correlación significativa entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson 0.952, con un p valor = 0.013, además se puede observar que a mayor contenido de vacío incrementa la permeabilidad, pero a menor adición de fibras PET.

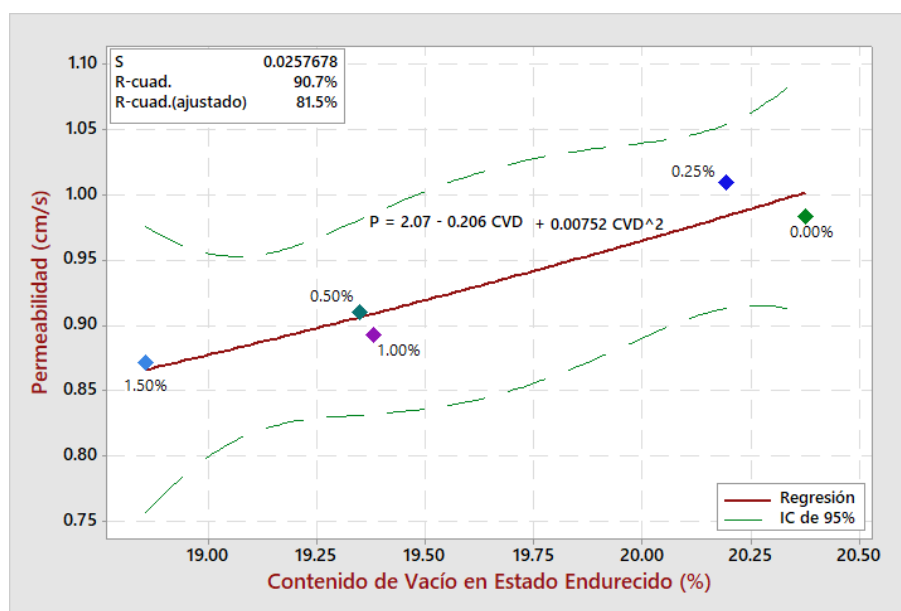


Figura 46. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y permeabilidad.

4.5.5. Contenido de vacío vs tasa de infiltración en laboratorio

En la siguiente figura 47 se muestra la correlación significativa entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson 0.930, con un p valor = 0.022,

además se puede observar que a mayor contenido de vacío incrementa la tasa de infiltración en laboratorio, pero a menor adición de fibras PET.

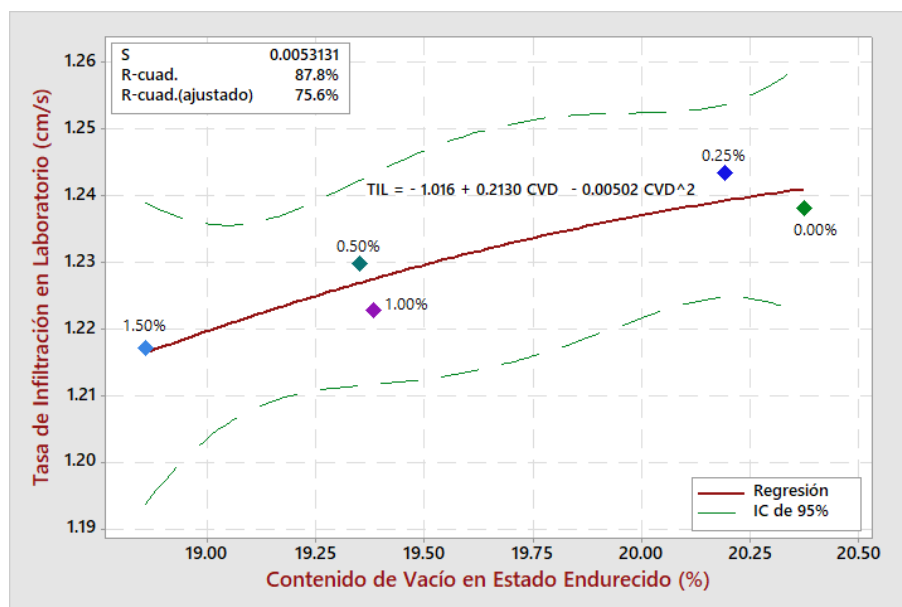


Figura 47. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y tasa de infiltración en laboratorio.

4.5.6. Contenido de vacío vs tasa de infiltración en campo

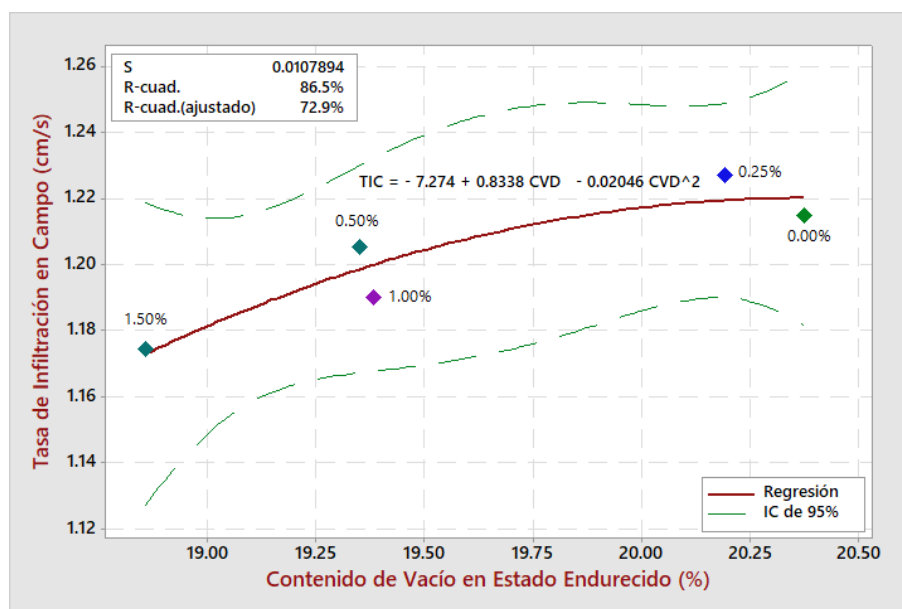


Figura 48. Correlación de contenido de vacío en estado endurecido y tasa de infiltración en campo

En la figura 48 se muestra la correlación significativa entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson 0.896, con un p valor = 0.039, además se puede observar que a mayor contenido de vacío incrementa la tasa de infiltración en campo, pero a menor adición de fibras PET.

4.5.7. Permeabilidad vs resistencia a la compresión

En la siguiente figura 49 se muestra la correlación no significativa entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson -0.025, con un p valor = 0.969, según los resultados se observa que la resistencia a compresión incrementa a menor permeabilidad llegando a máxima resistencia con 0.50% de fibras PET y desciende a mayores adiciones.

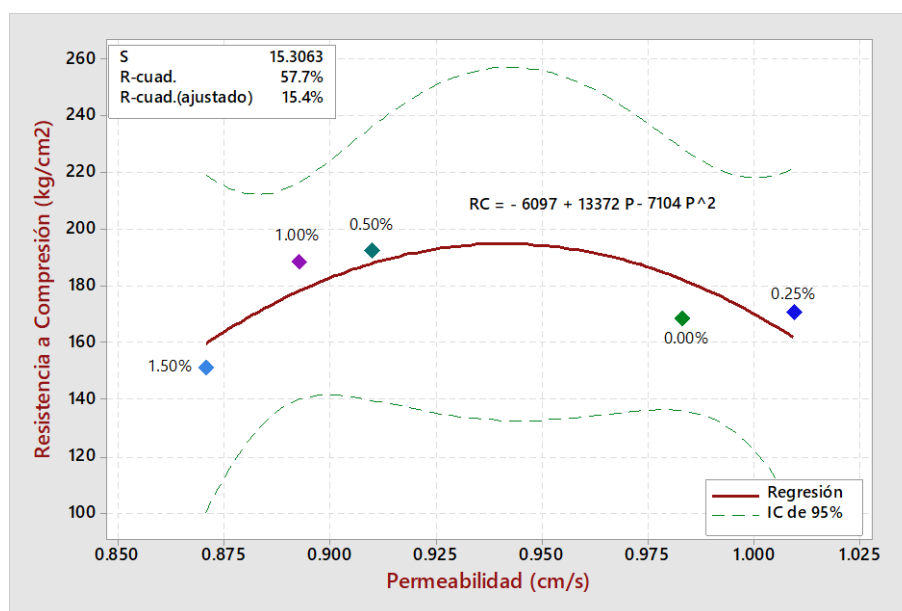


Figura 49. Correlación de permeabilidad y resistencia a la compresión.

4.5.8. Resistencia a la degradación por impacto y abrasión vs resistencia a compresión

En la siguiente figura 50 se muestra la correlación entre los variables dependientes, con el valor absoluto de coeficiente de Pearson -0.495, con un p valor = 0.396, además se puede

observar que a medida que aumenta la degradación por impacto y abrasión disminuye la resistencia a compresión, pero a menor adición de fibras PET.

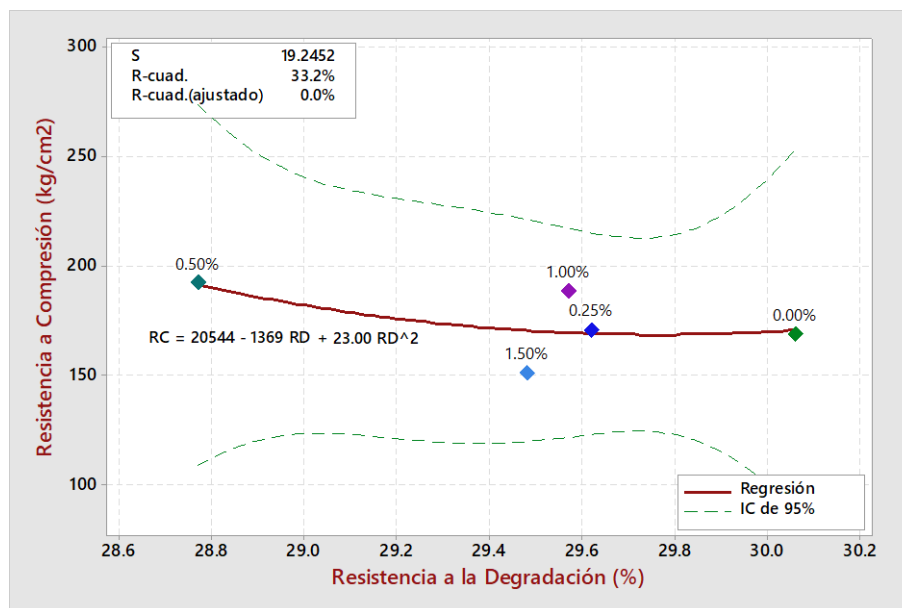


Figura 50. Correlación de resistencia a la degradación y resistencia a compresión.

4.6. COMPARACIÓN ENTRE VARIABLES DEPENDIENTES

4.6.1. Contenido de vacío en estado fresco y contenido de vacío en estado endurecido.

En la siguiente figura 51 se muestra el comportamiento de dos variables iguales en propiedad. Además, se observa que el contenido de vacío en estado fresco tiene una diferencia mayor a comparación de contenido de vacío en estado endurecido que tiende a disminuir.

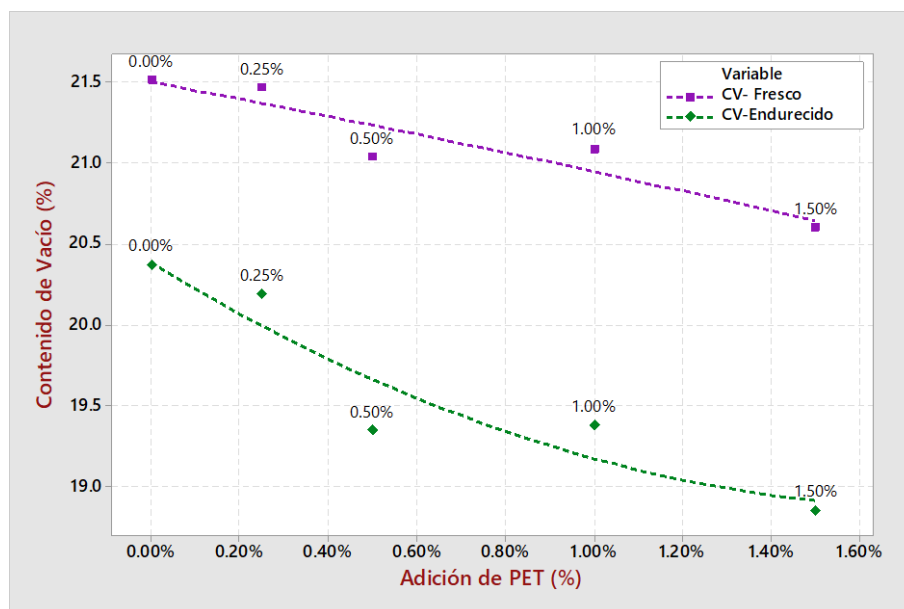


Figura 51. Comparación de contenido de vacío en estado fresco y contenido de vacío en estado endurecido.

4.6.2. Tasa de infiltración en laboratorio y tasa de infiltración en campo

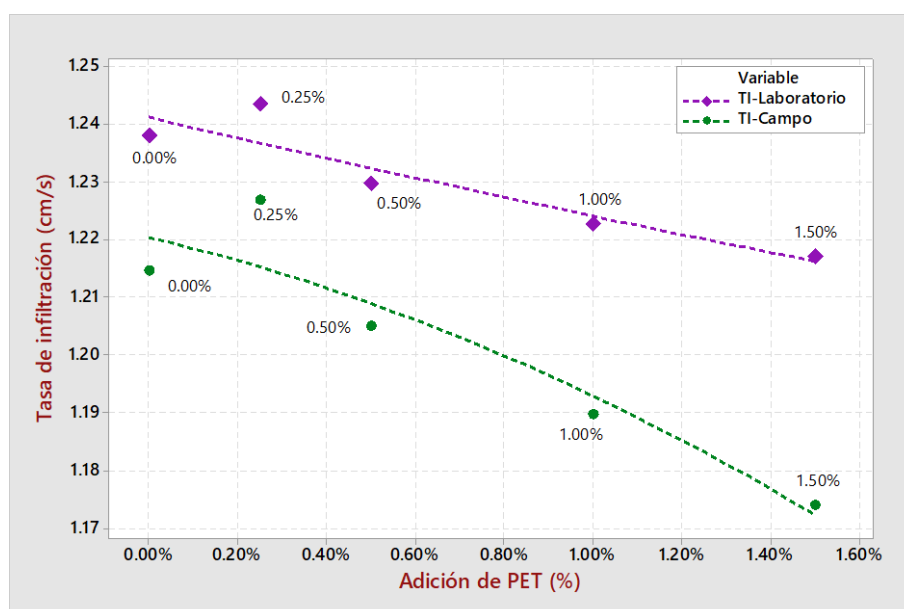


Figura 52. Comparación de tasa de infiltración en lab. y tasa de infiltración en campo.

En la figura 52 se muestra el comportamiento de dos variables iguales en propiedad. Además, se observa que tasa de infiltración en laboratorio tiene mayores valores por el modo de ensayo con la losa al aire libre sin ninguna estructura de base; comparando con tasa de

infiltración en campo de prueba se ensayó ya pavimentado (estructura formada por base y losa de concreto permeable), por ello disminuye la velocidad de infiltración.

4.7. DISCUSIÓN

En cuanto a los resultados de consistencia (slump) se encuentra el asentamiento entre 0.00 a 0.267 cm. A comparación, según (ACI 522R-10, 2010) que el concreto permeable es de cero (slump) pero los datos varían entre 0.00 a 1.00 cm. Lo cual los resultados de la investigación se encuentran dentro del parámetro.

Según los resultados de la presente investigación el peso unitario se encuentra entre 1863.0 kg/m³ a 1967.9 kg/cm³, por otro lado los resultados obtenidos de (Tennis et al., 2004) y (ACI 522R-10, 2010), el Peso unitario varia de 1600 kg/m³ a 2000 kg/m³, lo que está en el rango de hormigones livianos.

El contenido de vacío en estado fresco y en estado endurecido de la investigación se encuentra entre 20.60% a 21.51% y 18.86% a 20.38% respectivamente. En lo cual (ACI 522R-10, 2010) señala que el contenido vacío varía entre 15% a 35%. Así mismo, (Cabello et al., 2015) afirma para que una mezcla sea considerada porosa, debe tener como mínimo 15% de vacío y recomienda además que el contenido no supere el 25% por la poca estabilidad de mezcla. Por ende, los resultados de contenido de vacío están en un rango aceptable.

La Resistencia a compresión de presente investigación se encuentra en un rango de 151.01 kg/cm² a 192.26 kg/cm², comparando con los resultados de (C. Flores & Pacompia, 2015) se encuentra entre 146.14 kg/cm² a 191.02 kg/cm², por otro lado (Quispe & Ticona, 2017) afirma sus resultados entre 149.53 kg/cm² a 229.19 kg/cm² y (Tennis et al., 2004) afirma rango de resistencia a compresión de 35.69 kg/cm² a 285.52 kg/cm². Teniendo en cuenta que

estos resultados varían de acuerdo a resistencia requerida de diseño, contenido de vacío, tipo de fibra de adición y relación de agua/cemento. Sin embargo, los resultados obtenidos cumplen con resistencia requerida de diseño.

Según (Tennis et al., 2004) y (Pils et al., 2019), afirman que la resistencia a flexión se encuentra en un rango de 10.20 kg/cm^2 a 41.81 kg/cm^2 , mientras los resultados en la investigación realizada se encuentra entre 13.72 kg/cm^2 a 19.59 kg/cm^2 . De modo que Pils utilizó fibras de polipropileno industrializado y con una relación de agua/cemento de 0.25 a 0.35. a comparación de esta investigación se utilizó fibras PET reciclado y con una relación de a/c de 0.36.

Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión de presente investigación se encuentra en un rango 28.77% a 30.06% , por un lado los resultados de (ASTM C1747/C1747M-13, 2013) oscila entre 19% a 95% para un contenido de vacío de 18% , 20% y 22% . Así mismo, sus resultados de (Quispe & Ticona, 2017) varían de 20.79% a 30.78% , y (J. Flores, 2010) señala que los resultados deben ser menores de 30% siendo más deseable. Por lo cual los resultados obtenidos se encuentran dentro del rango aceptable para concreto permeable y además con una adición de fibras PET reciclado puesto que no es una fibra industrializado a la comparación de las otras investigaciones.

Según (Tennis et al., 2004); (ACI 522R-10, 2010) y (Mikami, Kruger, Pereira, Kummer, & Döll, 2018); afirman que la permeabilidad se encuentra en un rango de 0.14 cm/s a 1.2 cm/s . Por lo tanto, los resultados en la investigación varían entre 0.87 cm/s a 1.01 cm/s , de manera que se encuentran dentro de los parámetros de la normativa ACI 522R-10.

Según (ASTM C 1701/C 1701M-09, 2009) y (Smith, Early, & Lia, 2012), afirman que la tasa de infiltración evaluados en un periodo de tiempo se encuentra entre 0.14 cm/s a 1.1

cm/s, en el cual la presente investigación de tasa de infiltración se desarrolló en laboratorio al aire libre sin ninguna estructura de base, en una losa de 60 cm x 60 cm x 15 cm, y los resultados se encuentran entre 1.21 cm/s a 1.24 cm/s, Además, de desarrolló la tasa infiltración en campo de prueba con una estructura de base, y los resultados oscilan entre 1.17 cm/s a 1.22 cm/s, así obteniendo mejores resultados en tasa de infiltración en una estructura de concreto permeable con adición de fibras PET.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

5.1.1. Conclusión general

Se concluye, según los resultados de la investigación con diferentes porcentajes de adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable por consiguiente influye significativamente en las propiedades en estado fresco como en consistencia (slump) y peso unitario. Tanto como en las propiedades en estado endurecido como resistencia a compresión, resistencia a flexión y resistencia a la degradación por impacto y abrasión. En cuanto a las propiedades de contenido de vacío en estado fresco y endurecido, permeabilidad y tasa de infiltración en laboratorio como en campo tienden a reducir a medida que se va adicionando los porcentajes de fibras de tereftalato de polietileno.

5.1.2. Conclusiones específicas

Objetivo específico 1: Influencia de fibras PET en propiedades en estado fresco

De acorde a los resultados de los ensayos de consistencia (slump) del concreto permeable, la adición de fibras PET mejora la dicha propiedad, es decir a 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET no genera asentamiento, este comportamiento ocurre por la razón de que los elementos como fibras PET, pasta y agregado proporciona mejor enlace y mayor área de contacto entre los elementos, por ende, influye significativamente en las propiedad; mientras que al 0% de fibras PET genera un asentamiento de 0.267 cm.

Según los resultados de los ensayos de peso unitario del concreto permeable, la adición de fibras PET mejora en su propiedad, es decir a 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET influye significativamente en el peso unitario.

En contenido de vacío en estado fresco al adicionar a 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET, no influye en dicha propiedad a medida que va aumentando los porcentajes de adición, alcanzando un 4.23 % de no eficiencia con 1.50% de fibras PET.

Objetivo específico 2: Influencia de fibras PET en propiedades en estado endurecido

Se concluye que los resultados de la resistencia a compresión desarrollada en 28 días con un nivel de significancia de 95%, influye significativamente con adiciones de 0.50% y 1.00% de fibras PET en un 12.38% y 10.52% respectivamente. La resistencia media obtenida es 192.26 kg/cm² y 188.31 kg/cm², en cuanto, al porcentaje óptimo para el diseño de mezcla de concreto permeable es de 0.50% de fibras PET alcanzando resultados entre 162.93 kg/cm² como mínimo y 222.69 kg/cm² como máximo.

Según los resultados de resistencia a flexión de concreto permeable con adición de fibras PET a 0.50%, 1.00% y 1.50% influyen significativamente en un 23.86%, 29.96% y 26.43% respectivamente. Obteniendo como resultados de media son 18.02 kg/cm², 19.59 kg/cm² y 18.65 kg/cm², por ende, el porcentaje óptimo para el diseño de mezcla del concreto permeable es 1.00% de fibras PET alcanzando resultado entre 17.49 kg/cm² como mínimo y 22.00 kg/cm² como máximo.

La Resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión, a medida que se va aumentando los porcentajes de adición a 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET, influye significativamente en un 1.46%, 4.29%, 1.63% y 1.92% en dicha propiedad, siendo los resultados de media 29.62%, 28.77%, 29.57% y 29.48% respectivamente. En cuanto al porcentaje óptimo de adición de PET es de 0.50% con una eficiencia de 4.29%, alcanzando resultado entre 26.81% como mínimo y 31.37% como máximo.

En contenido de vacío en estado endurecido al adicionar a 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET, no influye en dicha propiedad a medida que va aumentando los porcentajes de adición, alcanzando un 7.45 % de no eficiencia con 1.50% de fibras PET.

La permeabilidad en concreto permeable a 0.25% de fibras PET influye en un 2.60%, teniendo un resultado de media es 1.0093 cm/s, siendo el óptimo porcentaje de adición. Mientras que a 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET no influye a medida que se va aumentando los porcentajes de adición, alcanzando un 11.38 % de no eficiencia con 1.50% de fibras PET.

Objetivo específico 3: Influencia de fibras PET en propiedades de tasa de infiltración en laboratorio – campo

La tasa de infiltración en laboratorio influye en un 0.40% con una adición a 0.25% de fibras PET adquiriendo un resultado de media de 1.2433 cm/s, siendo el óptimo porcentaje de adición. Mientras que a 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET no influye a medida que se va aumentando los porcentajes de adición, alcanzando un 1.70 % de no eficiencia con 1.50% de fibras PET.

La tasa de infiltración en laboratorio influye en un 1.02% con una adición a 0.25% de fibras PET adquiriendo un resultado de media de 1.2269 cm/s, siendo el óptimo porcentaje de adición. Mientras que a 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET no influye a medida que se va aumentando los porcentajes de adición, alcanzando un 3.33 % de no eficiencia con 1.50% de fibras PET.

Objetivo específico 4: Diseño de mezcla con adición optima

A base de los resultados obtenidos en las propiedades en estado fresco tanto en estado endurecido, el porcentaje optimo es 0.50% de fibras PET respecto a peso de cemento para el diseño de mezcla de concreto permeable para pavimentos de tráfico liviano.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda para un adecuado proceso de mezclado de concreto permeable los siguientes pasos: primeramente, humedecer mezcladora con 10% de agua total de diseño, seguidamente agregar agregado grueso, agregado fino, cemento y luego el agua restante del diseño. Como segundo paso se añade el aditivo y seguidamente se adiciona las fibras de manera gradual en tiempo de mezclado de 3 min a 5 min para una mezcla homogénea y trabajable de concreto permeable.

Para evitar la evaporación en el concreto permeable se recomienda que su colocación ya sea en campo o para briquetas de ensayo sea de una manera inmediata y de inmediato el concreto permeable ingresa en curado cuando es aplicado en campo.

En la elaboración de especímenes de concreto permeable se recomienda distribuir la energía de compactación de manera uniforme. Finalmente, en el ensayo de resistencia a compresión utilizar cabeceo con capping, a consecuencia de que la distribución no es uniforme utilizando pads de neopreno.

El concreto permeable con adición de fibras de tereftalato de polietileno reciclable es una estructura ecológica, por lo tanto, se recomienda evaluar su impacto en el medio ambiente.

Se recomienda evaluar el concreto permeable con adición de fibras PET desde un punto de vista de viabilidad técnica y económica.

Si se quiere utilizar uno de los diseños de concreto permeable en pavimento con porcentaje de adición de fibras PET, se recomienda adicionar 0.50% de fibras PET respecto al peso de cemento. También, tener en cuenta el estudio hidrológico, suelos y tráfico, que son muy importantes para un pavimento permeable. Además, la estructura del pavimento debe de tener una capa de rodadura que permita infiltrar agua a través de su estructura de manera eficiencia, luego contar con una capa de base de material granular. Adicionalmente colocar un sistema de drenaje longitudinal si el suelo exige.

Para futuras investigaciones sería interesante que se evalué con diferentes energías de compactación ya que es un factor importante para la resistencia, teniendo en cuenta el contenido de vacío en concreto permeable.

Para seguir investigando del concreto permeable con adición de fibras de tereftalato de polietileno se recomienda estudiar el ciclo de vida.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS

- ACI 522R-06. (2006). *Pervious Concrete*. U.S.A.
- ACI 522R-10. (2010). *Report on Pervious Concrete*. U.S.A.
- Anderson, D., Sweeney, D., & Williams, T. (2012). *Estadística para negocios y economía* (Primera ed). México: CENGAGE Learnig.
- ASTM C 1701/C 1701M-09. (2009). *Standar test method for infiltration rate of in place pervious concrete*. United States.
- ASTM C 642-97. (1997). *Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete*. United States.
- ASTM C 78-02. (2002). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (using simple beam with third-ponit loading)*. United States.
- ASTM C138/C138M-14. (2014). *Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric)*. United States.
- ASTM C143/C143M-15. (2015). *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. In *ASTM C143/C143-15*. United States.
- ASTM C1747/C1747M-13. (2013). *Standard test method for determining potential resistance to degradation of pervious concrete by impact and abrasion*. In *Astm*. <https://doi.org/10.1520/C1747>
- Baldenebro, F. (2015). *Estudio numérico-experimental de fibras de PET y su comportamiento en una matriz de concreto*. Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C.
- Bateman, A. (2007). *Hidrología Básica y Aplicada. Grupo de Investigación En Transporte de Sedimentos*, 1–70. Retrieved from www.gits.ws
- Berrío, A. (2017). *Diseño y evaluación del desempeño de una mezcla asfáltica tipo MSC-19 con incorporación de Tereftalato de Polietileno reciclado como agregado constitutivo*. Medellín, Colombia.
- Cabello, S., Zapata, P., Pardo, A., Romo, A., Campuzano, L., Espinoza, J., & Sánchez, C.

- (2015). Concreto poroso: Constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *I Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología UTMACH*, 1(1), 37–42.
- Cárdenas, E., Albiter, Á., & Jaimes, J. (2017). Una aproximación convergente en la construcción de validades urbanas y en la preservación del recursos agua. *Ciencia Ergo-Sum*, 24–2, 173–180. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6046445>
- Castro, J., De Solminihac, H., Videla, C., & Fernández, B. (2009). Laboratory study of mixture proportioning for pervious concrete pavement. *Revista Ingeniería de Construcción*, 24(3), 271–284. Retrieved from www.ing.puc.cl/ric
- Cerdán, L. (2015). *Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras la victoria y roca fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015*. Universidad Privada Del Norte.
- De Solminihac, H., & Castro, J. (2002). Pavimentos porosos de hormigón: Una opción para mitigar los efectos de las aguas lluvias. *Revista BIT*, 35–38.
- Fernández, J., & Navas, A. (2011). Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la comprensión uniaxial y su permeabilidad. *Infraestructura Vial*, (24), 40–49.
- Flores, C., & Pacompia, I. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f'c 175 kg/cm2 en la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Antiplano, Puno, Perú.
- Flores, J. (2010). *Caracterización del concreto permeable usando el módulo de ruptura y el porcentaje de desgaste*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Fuentes-Audén, C., Sandoval, J. A., Jerez, A., Navarro, F. J., Martínez-Boza, F. J., Partal, P., & Gallegos, C. (2008). Evaluation of thermal and mechanical properties of recycled polyethylene modified bitumen. *Polymer Testing*, 27(8), 1005–1012. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2008.09.006>
- Huang, B., Wu, H., Shu, X., & Burdette, E. G. (2010). Laboratory evaluation of permeability and strength of polymer-modified pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 24(5), 818–823. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.025>

- Imcyc. (2011). Hacia una construcción sustentable. *Construcción y Tecnología En Concreto*, (3). Retrieved from <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>
- Irwan, J., Asyraf, R., Othman, N., Koh, H., Annas, M., & Faisal, S. (2013). The mechanical properties of PET fiber reinforced concrete from recycled bottle wastes. *Advanced Materials Research*, 795, 347–351. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.795.347>
- Játiva, F. (2014). *Desarrollo de Hormigones Permeables enfocado al diseño de mezclas, construcción de obras y a la protección ambiental, basado en las normas ACI, ASTM e INEN*. Universidad San Francisco de Quito.
- Kevern, J., Schaefer, V., & Wang, K. (2011). Mixture proportion development and performance evaluation of pervious concrete for overlay applications. *ACI Materials Journal*, 108(4), 439–448. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/237429553>
- Maldonado, A., & Paredes, L. (2015). *Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Márquez, S., Mejía, E., Arenzano, J., Martínez, G., & Tolentino, D. (2018). Soft pre-stressed PET profiles as reinforcing fibers in structural elements made of concrete. *DYNA (Colombia)*, 85(206), 162–170. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.71805>
- Marthong, C., Kumar, D. (2015). *Mechanical Behavior of Recycled Pet Fiber Reinforced Concrete Matrix*. <https://doi.org/ISNI:000000009195063>
- Marthong, C., & Kumar, D. (2015). Mechanical behavior of recycled PET fiber reinforced concrete matrix. *International Journal of Civil and Environmental Engineering*, 9, 879–883. <https://doi.org/doi.org/10.5281/zenodo.1108701>
- Meneses, C., & Bravo, C. (2007). *Resistencia mecánica y condiciones de obra del concreto poroso en los pavimentos según el tipo de granulometría*. Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.
- Mikami, R., Kruger, P., Pereira, E., Kummer, A., & Döll, M. (2018). Influence of red-clay ceramic content of recycled aggregate on the properties of pervious concrete. *Revista*

Materia, 23(3). <https://doi.org/10.1590/S1517-707620180003.0497>

- Moujir, Y., & Castañeda, L. (2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Navidi, W. (2006). *Estadística para ingenieros y científicos* (Mienbro de). México: Mc Graw Hill.
- Norma CE.010. (2010). Pavimentos Urbanos. In *Reglamento Nacional de Edificaciones* (SENSICO). Lima, Perú.
- Pelisser, F., Montedo, O. R. K., Gleize, P. J. P., & Roman, H. R. (2012). Mechanical properties of recycled PET fibers in concrete. *Materials Research*, 15(4), 679–686. <https://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000088>
- Pérez, H. (2008). *Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud* (Tercera ed; F. Castro, Ed.). México: CENGAGE Learnig.
- Perez, J. (2017). *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable*, Trujillo 2017. Universidad Privada del Norte.
- Pils, S., Oliveira, P., Regoso, F., Paulon, V., & Costella, M. (2019). Pervious concrete: study of dosage and polypropylene fibers addiction. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, 12(1), 101–110. <https://doi.org/10.1590/s1983-41952019000100009>
- Quispe, I., & Ticona, E. (2017). *Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$* . Universidad Peruana Unión.
- Rahmani, E., Dehestani, M., Beygi, M. H. A., Allahyari, H., & Nikbin, I. M. (2013). On the mechanical properties of concrete containing waste PET particles. *Construction and Building Materials*, 47, 1302–1308. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.06.041>
- Reyes, F., Torres, A., & CECATA, G. (2002). Effect of plastic fibers on flexion of drainable pavement structures. *Revista Ingeniería de Construcción*, 17(2), 93–102.
- Rodríguez, J. (2008). *Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con la capacidad portante necesaria para soportar tráfico ligeros*. Universidad de Cantabria.

- Sanchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (Bhandar ed). Santafé de Bogotá, Colombia.
- SikaCem Plastificante. (2019). *Aditivo plastificante y reductor de agua para morteron y hormigones*.
- Smith, D., Early, K., & Lia, J. (2012). Aplicación potencial de ASTM C 1701 para evaluar la infiltración superficial de pavimentos de concreto permeables entrelazados. *10 Th Conferencia Internacional Sobre Pavimentación de Bloques de Concreto Shanghai, República Popular China, 24-26 de Noviembre de 2012*, (2). Shanghai, China.
- Tennis, P., Leming, M., & Akers, D. (2004). Pervious Concrete Pavements. In *Portland Cement Association, Skokie, Illinois, and National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, Maryland, USA*. Retrieved from http://myscmap.sc.gov/marine/NERR/pdf/PerviousConcrete_pavements.pdf
- Valera, R. (1960). *Biblia*. Retrieved from <https://www.bibliatodo.com/la-biblia/version/Reina-valera-1960>
- Vancura, M., MacDonald, K., & Khazanovich, L. (2011). Structural analysis of pervious concrete pavement. *Transportation Research Record*, (2226), 13–20. <https://doi.org/10.3141/2226-02>
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (Octava Edi). México: Pearson Educación.
- Zavala, G. (2015). *Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado* (Editores,). Santa Tecla, San Salvador.

Anexo

ANEXO A. Propiedad de materiales

ANEXO B - 1. Ubicación de cantera



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
Una Institución Adventista

PROPIEDADES DE AGREGADOS



CANTERA MOVIAGREGADOS

Estudio y ubicación de la cantera de agregados

Los agregados para esta investigación fueron extraídos de la cantera **moviagregados**, se optó por esta cantera porque estos agregados son piedra chancada de río Rímac, por ser accesible, cercanos y de buena calidad.

Cantera Moviagregados

La ubicación de la cantera permite la accesibilidad al material, así como la influencia en el mercado, y su aplicación en la ciudad de Lima oeste, y sus características son lo siguiente:

Ubicación: Ñaña Lurigancho Chosica

Acceso: Lado derecho de la Universidad Peruana Unión

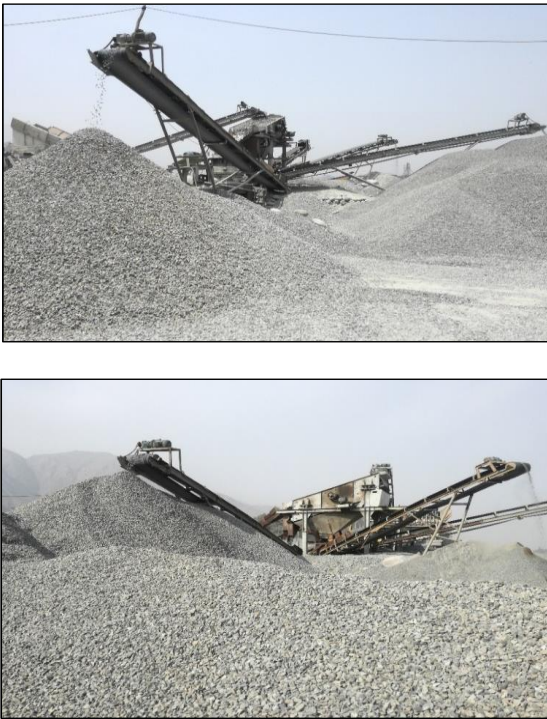
Material: Piedra Chancada de Río Rímac

Área aproximada: 2.32 hectáreas

COORDENADA UTM DE CANTERA

Nº	Nombre	Este	Norte	Altitud
1	Moviagregados	300004.14 m	8673717.00 m	514m

Material de Moviagregados



Mapa de Moviagregados

CANTERA MOVIAGREGADOS

UBICACIÓN DE CANTERA



Legenda

- CANTERA MOVIAGREGADOS
- Colegio Unión de Ñaña
- Productos Unión
- RÍO RÍMAC

Google Earth
mape © 2020 Maxar Technologies
© 2020 Google

Activar Windows
Ve a Configuración para activar Windows

100 m

Ubicación de Cantera Moviagregados– fuente: Google Earth

ANEXO C - 2. Agregado grueso y fino

 Una Institución Adventista	CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGRADO GRUESO Y FINO - ASTM C 566 -13/NTP 339.185	
---	--	---

Este ensayo se realizó según las especificaciones NTP 339.185. Lo cual está basado a la norma ASTM C 566 - 13

Equipo utilizado

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



Procedimiento del ensayo

Se cuartea el material para tomar la muestra representativa, aproximado 2500g se coloca la muestra en envases previamente tarados.

Se registra el peso de la tara más el material “húmedo” y se lleva al horno por 24 horas a 105 +/- 5 °C; pasado este tiempo, y luego del enfriado, se procede a pesar el material seco.

Se toman 3 muestras para sacar un promedio para que el ensayo sea más aproximado.



$$P = 100 (W-D) / D$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramos

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS			
ASTM C566- 2013 /NTP 339.185-2013			
DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
N° Del Recipiente :	TA-15	TA-13	C-1
Peso Del Recipiente (gr)	96	215	123
Peso Del Recipiente + M. Húmeda (gr)	643	748	666
Peso Del Recipiente + M. Grueso Seca (gr)	640	745	663
Peso Del Agua Contenida (gr)	3	3	3
Peso Del Muestra Seca (gr)	544	530	540
Contenido De Humedad (%)	0.55	0.57	0.56
Promedio del Contenido de Humedad (%)	0.56		

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADO FINO			
ASTM C566 – 2013 /NTP 339.185-2013			
DESCRIPCIÓN	MUESTRAS		
N° Del Recipiente :	MS-RG	AG-01	TA-04
Peso Del Recipiente (gr)	217	216	206
Peso Del Recipiente + M. Húmeda (gr)	788	786	757
Peso Del Recipiente + M. Grueso Seca (gr)	779	778	747
Peso Del Agua Contenida (gr)	9	8	10
Peso Del Muestra Seca (gr)	562	562	541
Contenido De Humedad (%)	1.6	1.42	1.85
Promedio del Contenido de Humedad (%)	1.62		

Este ensayo está de acuerdo a la NTP 400.021, este método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Lo cual está basado a la norma ASTM C 127-93. Esta norma establece un procedimiento para determinar los ensayos de peso específico y absorción de agregado grueso.

Secar la muestra superficialmente seco



Equipos utilizados

- Balanza
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamices
- Estufa
- Horno 110°C +/- 5°C

Donde:

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

- A Peso de la muestra seca en el aire, gramos;
- B Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos;
- C Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

Peso específico aparente (Pea)

$$Pea = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

Absorción (Ab)

$$Ab, (\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			
	M-01	M-02	M-03	UNIDAD
A Peso de la muestra saturada superficialmente seca	2013	2010	2008	gr
B Peso de la muestra saturada en agua + canastilla	2214	2270	2225	gr
C Peso de la canastilla sumergida	1030	1030	1030	gr
D Peso de la muestra seca	2000	2000	2000	gr
E Peso de la muestra sumergida B-C	1184	1240	1195	gr
F Volumen de la masa: A-E	829	770	813	cm ³

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PROMEDIO	UNIDAD
	M-01	M-02	M-03		
Peso específico y absorción					
Peso específico de masa	2.41	2.6	2.46	2.49	gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S	2.43	2.61	2.47	2.5	gr/cm ³
Peso específico Aparente	2.41	2.6	2.46	2.49	gr/cm ³
Absorción	0.65	0.5	0.4	0.52	%

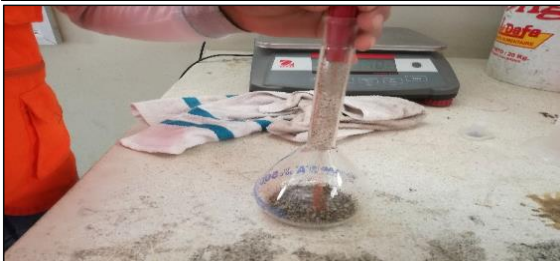
Peso específico y absorción		UNIDAD
Peso específico de masa	2.49	gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S	2.5	gr/cm ³
Peso específico Aparente	2.49	gr/cm ³
Absorción	0.52	%

Este ensayo está de acuerdo a la norma NTP 400.022 - 2013, este método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, lo cual la norma está basada a la norma ASTM C 128-2012.

Calculos

$$\begin{aligned} \text{Peso del agua} &= B - A - D \\ \text{Peso específico de la masa (Pem)} &= \frac{D}{E - C} \\ \text{Peso específico aparente (PeSSS)} &= \frac{E}{(E - C)} \\ \text{Peso específico aparente (Pea)} &= \frac{D}{((E - C) - (E - D))} \\ \text{Absorción (Ab)} &= \frac{E - D}{D} \times 100 \end{aligned}$$

Introducción de agregado fino superficialmente seco al picnómetro



Equipos utilizados

- Balanza
- Picnómetro (para usar con el procedimiento gravimétrico)
- Frasco
- El molde cónico y barra compactadora para ensayos superficiales de humedad
- Estufa
- Equipos que proporcione calor a una intensidad moderada

Apisonado del agregado fino para determinar su estado S.S.S.



AGREGADO FINO					
DESCRIPCIÓN		MUESTRAS			
		M-01	M-02	M-03	UNIDAD
A	Peso de la muestra superficialmente seca + Peso del agua	500	500	500	gr
	Peso de la fiola	144	144	144	gr
B	Peso de la arena superficialmente seca + Peso del frasco	928	870	921	gr
C	Peso del Agua	284	226	277	gr
D	Peso de la arena secada al horno + Peso del frasco	481	485	484	gr
E	Volumen del frasco	500	500	500	cm ³

DESCRIPCIÓN	MUESTRAS			PRMEDIO	UNIDAD
	M-01	M-02	M-03		
Peso específico de masa	2.23	1.77	2.17	2.06	gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S	2.31	1.82	2.24	2.13	gr/cm ³
Peso específico Aparente	2.44	1.87	2.34	2.22	gr/cm ³
Absorción	3.95	3.09	3.31	3.45	%

Peso específico y absorción	UNIDAD	
Peso específico de masa	2.06	gr/cm ³
Peso específico aparente S.S.S	2.13	gr/cm ³
Peso específico Aparente	2.22	gr/cm ³
Absorción	3.45	%



PESO UNITARIO Y SUELTO DE AGREGADO GRUESO (NTP 400.017- 2011) (ASTM C29/C29-09)



Una Institución Adventista

Este ensayo está de acuerdo a la NTP 400.017, Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. Lo cual está basado a la norma ASTM C 29-09. Esta norma establece un procedimiento para determinar los ensayos.

TMN Agregado Huso N° 8 (3/8") imágenes del ensayo



PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS		
		M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde, kg	4.82	4.82	4.82
B	Peso del molde + Muestra, kg	18.48	18.36	18.66
B-A	Peso del Muestra, kg	13.66	13.54	13.84
C	Volumen de molde m^3	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario kg/m^3 ((B-A)/C)	1447.04	1434.32	1466.1
	Peso Unitario compactado gr/cm^3	1.45	1.43	1.47
Promedio de peso unitario compactado gr/cm^3		1.45		
Promedio de peso unitario compactado kg/m^3		1449.16		

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO GRUESO

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS		
		M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde, kg	4.82	4.82	4.82
B	Peso del molde + Muestra, kg	17.72	17.36	17.78
B-A	Peso del Muestra, kg	12.9	12.54	12.96
C	Volumen de molde m^3	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario kg/m^3 ((B-A)/C)	1366.53	1328.39	1372.88
	Peso Unitario suelto gr/cm^3	1.37	1.33	1.37
Promedio de peso unitario suelto gr/cm^3		1.36		
Promedio de peso unitario suelto kg/m^3		1355.93		



Una Institución Adventista

PESO UNITARIO Y SUELTO DE AGREGADO FINO (NTP 400.017- 2011) (ASTM C29/C29-09)



Este ensayo está de acuerdo a la NTP 400.017, Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Lo cual está basado a la norma ASTM C 29-09. Esta norma establece un procedimiento para determinar los ensayos.

Agregado fino imágenes del ensayo



PESO UNITARIO COMPACTADO DE ARENA GRUESA

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS		
		M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde, kg	4.82	4.82	4.82
B	Peso del molde + Muestra, kg	21.12	21.18	21.14
B-A	Peso del Muestra, kg	16.3	16.36	16.32
C	Volumen de molde m^3	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario kg/m^3 ((B-A)/C)	1726.7	1733.05	1728.82
	Peso Unitario compactado gr/cm^3	1.73	1.73	1.73
Promedio de peso Unitario compactado gr/cm^3		1.73		
Promedio de peso Unitario compactado kg/m^3		1729.52		

PESO UNITARIO SUELTO DE ARENA GRUESA

DESCRIPCIÓN		MUESTRAS		
		M-01	M-02	M-03
A	Peso del molde, kg	4.82	4.82	4.82
B	Peso del molde + Muestra, kg	19.5	19.32	19.46
B-A	Peso del Muestra, kg	14.68	14.5	14.64
C	Volumen de molde m^3	0.00944	0.00944	0.00944
	Peso Unitario kg/m^3 ((B-A)/C)	1555.09	1536.02	1550.85
	Peso Unitario suelto gr/cm^3	1.56	1.54	1.55
Promedio de Peso Unitario suelto gr/cm^3		1.55		
Promedio de Peso Unitario suelto kg/m^3		1547.32		

ANEXO B. Diseño de mezcla

 UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN UNION PARS VINCIT ET REGNAT Una Institución Adventista	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE GRUPO CONTROL (0 % DE FIBRAS PET) ACI 221.3R-02, ACI 522R-10	 INGENIERÍA CIVIL UPEU
---	--	--

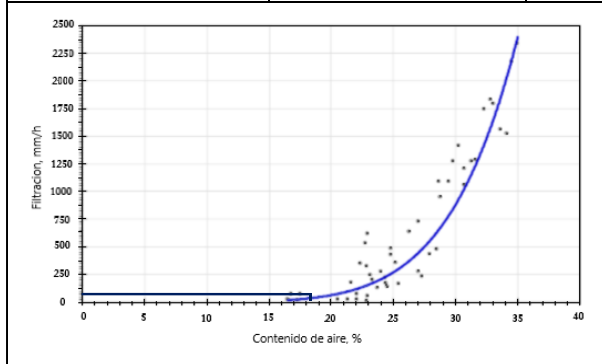
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	3.15	kg/cm ³
AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.00	kg/cm ³
ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
Sikacem plastificante	1.20	kg/l

AGREGADOS			
Propiedades	AF	AG	Unidad
Peso específico de masa	2.06	2.49	kg/cm ³
Peso específico S.S.S	2.13	2.5	kg/cm ³
Peso específico Aparente	2.22	2.52	kg/cm ³
Absorción	3.45	0.52	%
Contenido de humedad	1.62	0.56	%
Tamaño máximo nominal (TMN)	Nº8	3/8"	Pulg

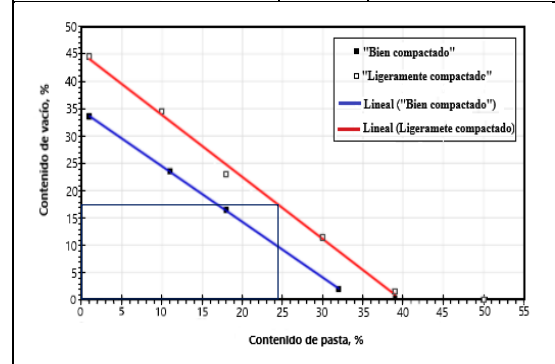
PASO 1: DETERMINACION LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA DE DISEÑO

Descripción	valor	Unidad
Filtración requerida	72.00	mm/h



PASO 4: PORCENTAJE DE LA PASTA

Descripción	valor	Unidad
% de la pasta	24.5	%



PASO 2: PORCENTAJE DE VACIOS

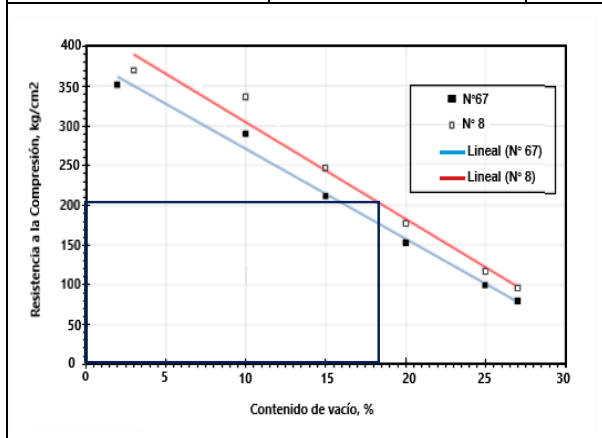
Descripción	valor	Unidad
% de Vacíos	18	%

PASO 5: RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Descripción	valor
a/c de diseño	0.36

PASO 3: SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Descripción	valor	Unidad
f'c	175	kg/cm ²



PASO 6: DETERMINACIÓN EL CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA

Partiendo de la : $V_a = V_c + V_a$

Donde :

V_p :Volumen de pasta
 V_c :Volumen de cemento
 V_a :Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada como:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a}{P.E.a}$$

Donde:

c : Peso del cemento por m³ de mezcla
 a : Peso del agua por m³ de mezcla
 Pec : Peso específico del cemento
 Pea : Peso específico del agua

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$$

Relación con agua y cemento obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{\frac{a}{c} * c}{1.00 * 1000}$$

Remplazando el volumen de la pasta y la relación de a/c:	
$0.235 = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.36 * c}{1.00 * 1000}$	
Donde :	
Factor cemento	346.88 kg/m ³
Agua	124.88 kg/m ³

CRITERIOS DE DISEÑO	
% de agregado fino incluido	10%
Nivel de compactación del CP	Ligeramente compactado

Se considera en el diseño de mezcla la adición de un 10% del total del agregado, con el fin de obtener una resistencia a los agentes agresivos contenidos en el agua.

Se considera un ligero compactado, debido a que este nivel de compactación permite tener un mayor contenido de pasta en la mezcla.

Quando el Agregado Fino es utilizado:
El volumen de pasta debiera reducirse en 2% por cada 10% del agregado fino del total del agregado para un concreto bien compactado y por 1% cuando la compactación es ligera, estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacíos por volumen

PASO 7: CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
Materiales	Pesos x (m ³)	Peso.Espec (gr/cm ³)	Volumen (m ³)	%
Cemento	346.8837	3.15	0.11	
Agua	124.88	1.00	0.12	
% Vacíos	-	-	0.18	
Sikacem plastificante	1.87	1.20	0.002	
		Parcial	0.42	
		Ag. Grueso	0.58	
		Total	1.00	

PASO 8: CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO			
Como se ha optado por la incorporación de Agregado Fino (10% del total del Agregado) en el Diseño de Mezcla, se hace la corrección:			
Materiales	Pesos (kg/m ³)	Peso.Espec (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Ag. Fino (10%)	124.27	2130	0.058
Ag. Grueso corregido	1312.74	2500	0.525

PASO 9: VALORES DE DISEÑO			
Materiales	Pesos (kg/m ³)	Peso.Espec (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	346.8837	3150.00	0.110
Agregado Fino	124.27	2130.00	0.058
Agregado Grueso	1312.74	2500.00	0.525
Agua	124.88	1000.00	0.125
Sikacem plastificante	1.65	1200.00	0.0014
Contenido de Vacíos	-	-	0.18
		Total	1.00

a/c	0.36
Ag. /c	3.78
Factor cemento	8.16 bls

PASO 10: CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS			
Materiales	A° Grueso	A° Fino	Unidad
Humedad (C.H%)	0.56	1.62	%
Absorción (a%)	0.52	3.45	%
Aporte	0.53	-2.27	lt

Aporte de agua	-1.75 Lt/m ³
----------------	-------------------------

PASO 11: VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR CANTIDAD DE HUMEDAD		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	346.88	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	126.29	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	1320.10	kg/m ³
Agua Efectiva	126.627	lt/m ³
Sikacem plastificante	2040.49	ml/m ³

PASO 12: PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Ag. Fino Húmedo	0.36	kg
Ag. Grueso Húmedo	3.81	kg
Agua Efectiva	15.51	lt
Sikacem plastificante	5.88	ml

PASO 13: PROPORCIONES DE DISEÑO POR SACO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	42.50	kg/saco
Ag. Fino Húmedo	15.47	kg/saco
Ag. Grueso Húmedo	161.74	kg/saco
Agua Efectiva	15.51	lt/saco
Sikacem plastificante	250.00	ml/saco

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA UN BRIQUETA		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.84	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	0.67	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	7.00	kg/m ³
Agua Efectiva	0.67	lt/m ³
Sikacem plastificante	10.82	ml/m ³

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA BRIQUETA		
Cantidad	8 Briquetas	
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	14.71	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	5.36	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	55.99	kg/m ³
Agua Efectiva	5.37	lt/m ³
Sikacem plastificante	86.54	ml/m ³

 Una Institución Adventista	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE GRUPO EXPERIMENTAL (0.25% DE FIBRAS PET) ACI 221.3R-02, ACI 522R-10	
---	---	---

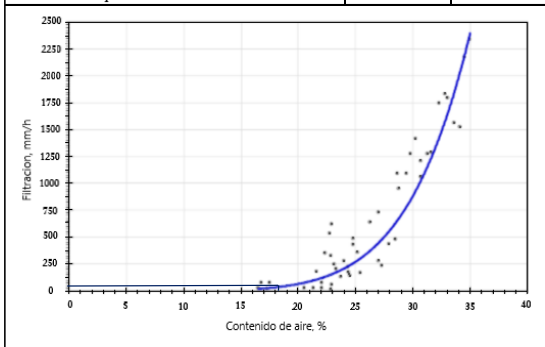
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	3.15	kg/cm ³
AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.00	kg/cm ³
ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
super plastificante	1.65	kg/lt

PET		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.65	gr.
Porcentaje de adición	0.25	%

PASO 1: DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA DE DISEÑO

Descripción	Valor	Unidad
Filtración requerida	72	mm/h

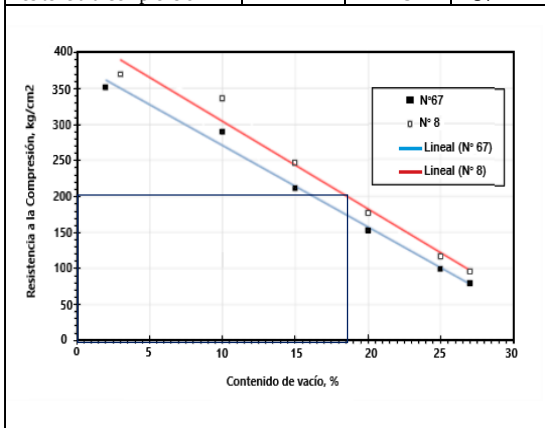


PASO 2: PORCENTAJE DE VACIOS

Descripción	valor	Unidad
% de Vacíos	18	%

PASO 3: SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

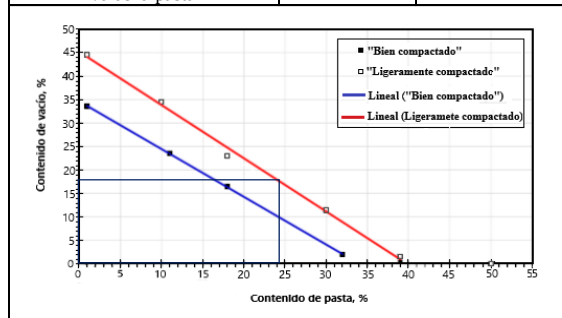
Descripción	valor	Unidad
Resistencia a compresión	175	kg/cm ²



AGREGADOS			
Propiedades	AF	AG	Unidad
Peso específico de masa	2.06	2.49	kg/cm ³
Peso específico S.S.S	2.13	2.50	kg/cm ³
Peso específico Aparente	2.22	2.52	kg/cm ³
Absorción	3.45	0.52	%
Contenido de humedad	1.62	0.56	%
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°8	3/8"	Pulg

PASO 4: PORCENTAJE DE LA PASTA

Descripción	valor	Unidad
% de la pasta	20	%



PASO 5: RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Descripción	valor
a/c de diseño	0.36

PASO 6: DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA

Partiendo de la siguiente expresión $V_a = V_c + V_a$

Donde :

V_p :Volumen de pasta
 V_c :Volumen de cemento
 V_a :Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada como:

$$V_p = \frac{c}{P.E._c} + \frac{a}{P.E._a}$$

Donde:

c : Peso del cemento por m³ de mezcla
 a : Peso del agua por m³ de mezcla
 Pec : Peso específico del cemento
 Pea : Peso específico del agua

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$$

Relación con agua y cemento obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{\frac{a}{c} * c}{1.00 * 1000}$$

Remplazando el volumen de la pasta y la relación de a/c:			
$0.235 = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.36 * c}{1.00 * 1000}$			
Donde :			
Factor cemento	c	:	346.88 kg/m3
Agua	a	:	124.88 kg/m3

CRITERIOS DE DISEÑO	
% de agregado fino incluido	10%
Nivel de compactación del CP	Ligeramente compactado

Se considera en el diseño de mezcla la adición de un 10% del total del agregado, con el fin de obtener una resistencia a los agentes agresivos contenidos en el agua.

Se considera un ligero compactado, debido a que este nivel de compactación permite tener un mayor contenido de pasta en la mezcla.
--

Cuando el Agregado Fino es utilizado:
El volumen de pasta debera reducirse en 2% por cada 10% del agregado fino del total del agregado para un concreto bien compactado y por 1% cuando la compactación es ligera, estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacios por volumen.

PASO 7: CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
Materiales	Pesos (m3)	Peso.Espec (gr/cm3)	Volumen (m3)	PET %
Cemento	346.88	3.15	0.110	0.25
Agua	124.88	1.00	0.125	
% Vacíos	-	-	0.180	
Fibras PET	0.867	1.39	0.0006	
Sikacem plastificante	1.65	1.20	0.0014	
		Parcial	0.417	0.58
		Ag. Grueso	0.58	
		Total	1.000	

PASO 8: CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO			
Como se ha optado por la incorporación de Agregado Fino (10% del total del Agregado) en el Diseño de Mezcla, se hace la corrección:			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Ag. Fino (10%)	124.18	2130	0.058
Ag. Grueso corregido	1311.76	2500	0.52

PASO 9: VALORES DE DISEÑO			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	346.88	3150.00	0.110
Agregado Fino	124.18	2130.00	0.058
Agregado Grueso	1311.76	2500.00	0.525
Agua	124.88	1000.00	0.1249
Fibras PET	0.867	1390.00	0.0006
Sikacem plastificante	1.65	1200	0.0014
Contenido de Vacíos	-	-	0.18
		Total	1.00

a/c	0.36
Ag. /c	3.78
Factor cemento	8.16 bls

PASO 10: CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS			
Materiales	A° Grueso	A° Fino	Unidad
Humedad (C.H%)	0.56	1.62	%
Absorción (a%)	0.52	3.45	%
Aporte	0.52	-2.27	lt

Aporte de agua	-1.75	lt/m3
----------------	-------	-------

DOSIFICACIÓN RECOMENDADA POR SIKA	
Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.	
Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5	

PASO 11: VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR CANTIDAD DE HUMEDAD SUPERFICIAL		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	346.88	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	126.19	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	1319.10	kg/m ³
Fibras PET	0.867	kg/m ³
Agua Efectiva	126.625	lt/m ³
Sikacem plastificante	2040.47	ml/m ³

PASO 12: PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Ag. Fino Húmedo	0.36	kg
Ag. Grueso Húmedo	3.80	kg
Fibras PET	0.003	kg
Agua Efectiva	15.51	lt
Sikacem plastificante	5.88	ml

PASO 13: PROPORCIONES DE DISEÑO POR SACO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	42.50	kg/saco
Ag. Fino Húmedo	15.46	kg/saco
Ag. Grueso Húmedo	161.62	kg/saco
Fibras PET	0.11	kg/saco
Agua Efectiva	15.51	lt/saco
Sikacem plastificante	250.00	ml/saco

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA UN BRIQUETA		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.84	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	0.67	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	6.99	kg/m ³
Fibras PET	0.0046	kg/m ³
Agua Efectiva	0.67	lt/m ³
Sikacem plastificante	10.82	ml/m ³

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA BRIQUETA		
Cantidad 8 Briquetas		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	14.71	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	5.35	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	55.95	kg/m ³
Fibras PET	36.78	gr/m ³
Agua Efectiva	5.37	lt/m ³
Sikacem plastificante	86.54	ml/m ³

	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE GRUPO EXPERIMENTAL (0.50 % DE FIBRAS PET) ACI 221.3R-02, ACI 522R-10	
---	--	---

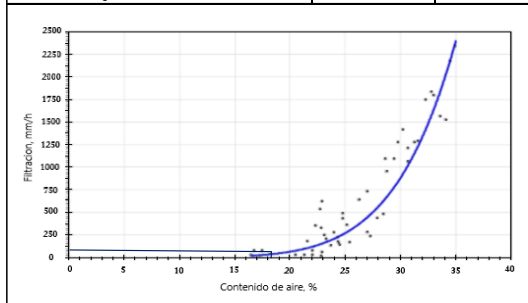
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	3.15	kg/cm ³
AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.00	kg/cm ³
ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
super plastificante	1.65	kg/lt

PET		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.65	gr.
Porcentaje de adición	0.5	%

PASO 1: DETERMINACION LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA DE DISEÑO

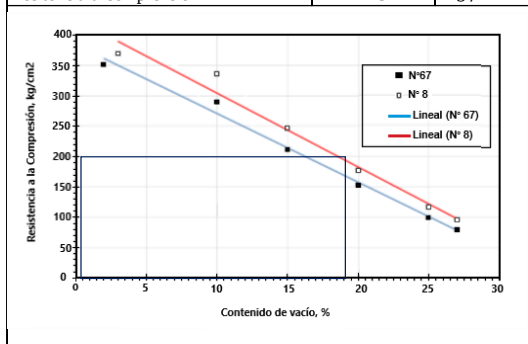
Descripción	Valor	Unidad
Filtración requerida	72	mm/h



PASO 2: PORCENTAJE DE VACIOS		
Descripción	valor	Unidad
% de Vacíos	18	%

PASO 3: SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPR

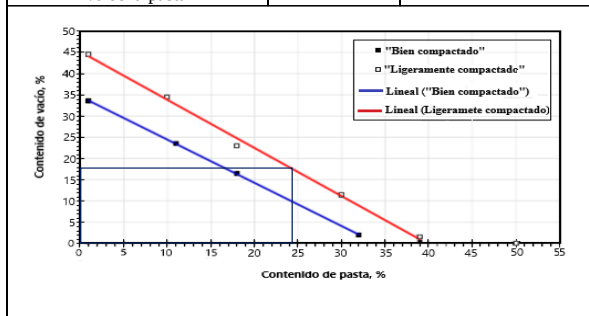
Descripción	valor	Unidad
Resistencia a compresión	175	kg/cm ²



AGREGADOS			
Propiedades	AF	AG	Unidad
Peso específico de masa	2.06	2.49	kg/cm ³
Peso específico S.S.S	2.13	2.5	kg/cm ³
Peso específico Aparente	2.22	2.52	kg/cm ³
Absorción	3.45	0.52	%
Contenido de humedad	1.62	0.56	%
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°8	3/8"	Pulg

PASO 4: PORCENTAJE DE LA PASTA

Descripción	valor	Unidad
% de la pasta	24.5	%



PASO 5: RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Descripción	valor
a/c de diseño	0.36

PASO 6: DETERMINACIÓN EL CONTENIDO DE CEMENTO Y AC

Partiendo de la siguiente expresión $V_a = V_c + V_a$

Donde :

V_p :Volumen de pasta
 V_c :Volumen de cemento
 V_a :Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada como:

$$V_p = \frac{c}{P \cdot E \cdot c} + \frac{a}{P \cdot E \cdot a}$$

Donde:

c : Peso del cemento por m³ de mezcla
 a : Peso del agua por m³ de mezcla
 P_{ec} : Peso específico del cemento
 P_{ea} : Peso específico del agua

$$V_p = \frac{c}{3.15 \cdot 1000} + \frac{a}{1.00 \cdot 1000}$$

Relación con agua y cemento obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3.15 \cdot 1000} + \frac{\frac{a}{c} \cdot c}{1.00 \cdot 1000}$$

Remplazando el volumen de la pasta y la relación de a/c:			
$0.235 = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.36 * c}{1.00 * 1000}$			
Donde :			
Factor cemento	c	:	346.8837 kg/m3
Agua	a	:	124.88 kg/m3

CRITERIOS DE DISEÑO	
% de agregado fino incluido	10%
Nivel de compactación del CP	Ligeramente compactado

Se considera en el diseño de mezcla la adición de un 10% del total del agregado, con el fin de obtener una resistencia a los agentes agresivos contenidos en el agua.

Se considera un ligero compactado, debido a que este nivel de compactación permite tener un mayor contenido de pasta en la mezcla.
--

Cuando el Agregado Fino es utilizado:
El volumen de pasta debera reducirse en 2% por cada 10% del agregado fino del total del agregado para un concreto bien compactado y por 1% cuando la compactación es ligera, estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacios por volumen.

PASO 7: CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
Materiales	Pesos (m3)	Peso.Espec (gr/cm3)	Volumen (m3)	PET %
Cemento	346.884	3.15	0.110	0.5
Agua	124.88	1.00	0.125	
% Vacíos	-	-	0.180	
Fibras PET	1.734	1.39	0.0012	
Sikacem plastificante	1.65	1.20	0.0014	
		Parcial	0.418	0.5
		Ag. Grueso	0.58	
		Total	1.000	

PASO 8: CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO			
Como se ha optado por la incorporación de Agregado Fino (10% del total del Agregado) en el Diseño de Mezcla, se hace la corrección:			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Ag. Fino (5%)	124.05	2130	0.058
Ag. Grueso corregido	1310.35	2500	0.52

PASO 9: VALORES DE DISEÑO			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	346.884	3150.00	0.110
Agregado Fino	124.05	2130.00	0.058
Agregado Grueso	1310.35	2500.00	0.524
Agua	124.88	1000.00	0.1249
Fibras PET	1.734	1390.00	0.0012
Sikacem plastificante	1.65	1200	0.0014
Contenido de Vacíos	-	-	0.18
		Total	1.00

a/c	0.36
Ag. /c	3.78
Factor cemento	8.16 bls

PASO 10: CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS			
Materiales	A° Grueso	A° Fino	Unidad
Humedad (C.H%)	0.56	1.62	%
Absorción (a%)	0.52	3.45	%
Aporte	0.52	-2.27	lt

Aporte de agua	-1.75	lt/m3
----------------	-------	-------

DOSIFICACION RECOMENDADA POR SIKa	
Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.	
Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.	

PASO 11: VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR CANTIDAD DE HUMEDAD SUPERFICIAL		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	346.88	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	126.06	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	1317.69	kg/m ³
Fibras PET	1.734	kg/m ³
Agua Efectiva	126.624	lt/m ³
Sikacem plastificante	2040.49	ml/m ³

PASO 12: PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Ag. Fino Húmedo	0.36	kg
Ag. Grueso Húmedo	3.80	kg
Fibras PET	0.005	kg
Agua Efectiva	15.51	lt
Sikacem plastificante	5.88	ml

PASO 13: PROPORCIONES DE DISEÑO POR SACO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	42.50	kg/saco
Ag. Fino Húmedo	15.44	kg/saco
Ag. Grueso Húmedo	161.44	kg/saco
Fibras PET	0.21	kg/saco
Agua Efectiva	15.51	lt/saco
Sikacem plastificante	250.00	ml/saco

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA UN BRIQUETA		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.84	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	0.67	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	6.99	kg/m ³
Fibras PET	0.0092	kg/m ³
Agua Efectiva	0.67	lt/m ³
Sikacem plastificante	10.82	ml/m ³

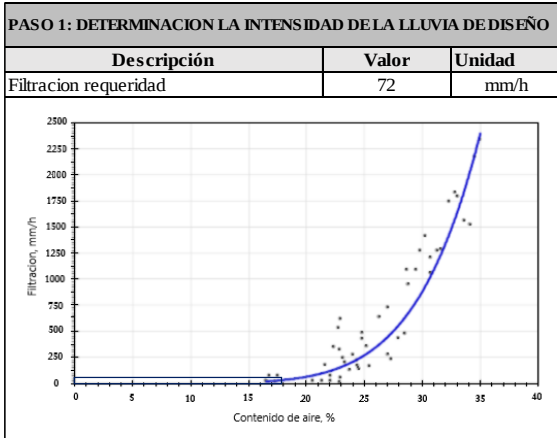
PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA BRIQUETA		
Cantidad 8 Briquetas		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	14.71	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	5.35	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	55.89	kg/m ³
Fibras PET	73.56	gr/m ³
Agua Efectiva	5.37	lt/m ³
Sikacem plastificante	86.54	ml/m ³

	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE GRUPO EXPERIMENTAL (1.00 % DE FIBRAS PET) ACI 221.3R-02, ACI 522R-10	
---	---	---

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

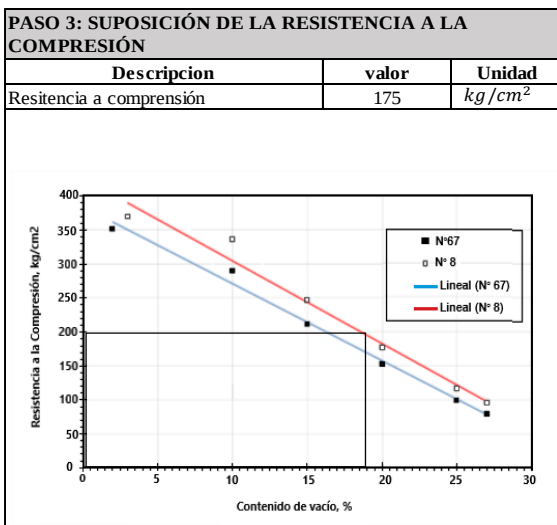
CEMENTO		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	3.15	kg/cm ³
AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.00	kg/cm ³
ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
super plastificante	1.65	kg/lt

PET		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.65	gr.
Porcentaje de adición	1	%



PASO 2: PORCENTAJE DE VACIOS

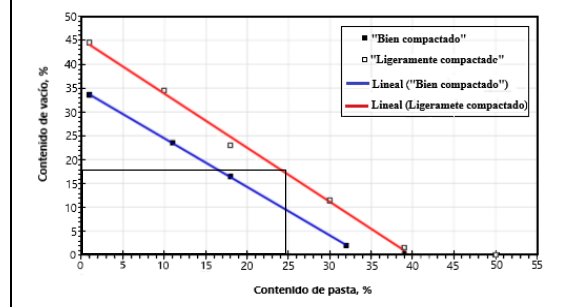
Descripción	valor	Unidad
% de Vacios	18	%



AGREGADOS			
Propiedades	AF	AG	Unidad
Peso específico de masa	2.06	2.49	kg/cm ³
Peso específico S.S.S	2.13	2.5	kg/cm ³
Peso específico Aparente	2.22	2.52	kg/cm ³
Absorción	3.45	0.52	%
Contenido de humedad	1.62	0.56	%
Tamaño máximo nominal (TMN)	Nº8	3/8"	Pulg

PASO 4: PORCENTAJE DE LA PASTA

Descripción	valor	Unidad
% de la pasta	24.5	%



PASO 5: RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Descripción	valor
a/c de diseño	0.36

PASO 6: DETERMINACIÓN EL CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA

Partiendo de la siguiente expresión $V_a =$

Donde :

- V_p :Volumen de pasta
- V_c :Volumen de
- V_a :Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada

$$V_p = \frac{c}{P.E._c} + \frac{a}{P.E._a}$$

Donde:

- c : Peso del cemento por m³ de
- a : Peso del agua por m³ de
- Pec : Peso específico del cemento
- Pea : Peso específico del agua

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$$

Relación con agua y cemento obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{\frac{a}{c} * c}{1.00 * 1000}$$

Remplazando el volumen de la pasta y la relación de a/c:			
$0.235 = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.36 * c}{1.00 * 1000}$			
Donde :			
Factor cemento	c	:	346.8837 kg/m3
Agua	a	:	124.88 kg/m3

CRITERIOS DE DISEÑO	
% de agregado fino incluido	10%
Nivel de compactacion del CP	Ligeramente compactado

Se considera en el diseño de mezcla la adición de un 10% del total del agregado, con el fin de obtener una resistencia a los agentes agresivos contenidos en el agua.
Se considera un ligero compactado, debido a que este nivel de compactación permite tener un mayor contenido de pasta en la mezcla.

Cuando el Agregado Fino es utilizado:
El volumen de pasta debera reducirse en 2% por cada 10% del agregado fino del total del agregado para un concreto bien compactado y por 1% cuando la compactación es ligera, estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacios por volumen.

PASO 7: CÁLCULO DE VOLUMNES ABSOLUTOS				
Materiales	Pesos (m3)	Peso.Espec (gr/cm3)	Volumen (m3)	PET %
Cemento	346.884	3.15	0.110	1
Agua	124.88	1.00	0.125	
% Vacios	-	-	0.180	
Fibras PET	3.469	1.39	0.0025	
Sikacem plastificante	1.65	1.20	0.0014	
		Parcial	0.419	
		Ag. Grueso	0.58	
		Total	1.000	

PASO 8: CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO			
Como se ha optado por la incorporación de Agregado Fino (10% del total del Agregado) en el Diseño de Mezcla, se hace la corrección:			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Ag. Fino (10%)	123.78	2130	0.058
Ag. Grueso corregido	1307.54	2500	0.52

PASO 9: VALORES DE DISEÑO			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	346.884	3150.00	0.110
Agregado Fino	123.78	2130.00	0.058
Agregado Grueso	1307.54	2500.00	0.523
Agua	124.88	1000.00	0.1249
Fibras PET	3.469	1390.00	0.0025
Sikacem plastificante	1.65	1200	0.0014
Contenido de Vacios	-	-	0.18
		Total	1.00

a/c	0.36
Ag. /c	3.77
Factor cemento	8.16 bls

PASO 10: CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS			
Materiales	A° Grueso	A° Fino	Unidad
Humedad (C.H%)	0.56	1.62	%
Absorción (a%)	0.52	3.45	%
Aporte	0.52	-2.27	lt
Aporte de agua	-1.74		lt/m3

DOSIFICACION RECOMENDAD POR SIKA	
Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.	
Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5	

PASO 11: VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR CANTIDAD DE HUMEDAD SUPERFICIAL		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	346.88	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	125.79	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	1314.86	kg/m ³
Fibras PET	3.469	kg/m ³
Agua Efectiva	126.620	lt/m ³
Sikacem plastificante	2040.49	ml/m ³

PASO 12: PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Ag. Fino Húmedo	0.36	kg
Ag. Grueso Húmedo	3.79	kg
Fibras PET	0.010	kg
Agua Efectiva	15.51	lt
Sikacem plastificante	5.88	ml

PASO 13: PROPORCIONES DE DISEÑO POR SACO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	42.50	kg/saco
Ag. Fino Húmedo	15.41	kg/saco
Ag. Grueso Húmedo	161.10	kg/saco
Fibras PET	0.43	kg/saco
Agua Efectiva	15.51	lt/saco
Sikacem plastificante	250.00	ml/saco

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA UN BRIQUETA		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.84	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	0.67	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	6.97	kg/m ³
Fibras PET	0.0184	kg/m ³
Agua Efectiva	0.67	lt/m ³
Sikacem plastificante	10.82	ml/m ³

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA BRIQUETA		
Cantidad 8 Briquetas		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	14.71	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	5.33	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	55.77	kg/m ³
Fibras PET	147.12	gr/m ³
Agua Efectiva	5.37	lt/m ³
Sikacem plastificante	86.54	ml/m ³

	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE GRUPO EXPERIMENTAL(1.50 % DE FIBRAS PET) ACI 221.3R-02, ACI 522R-10	
---	---	---

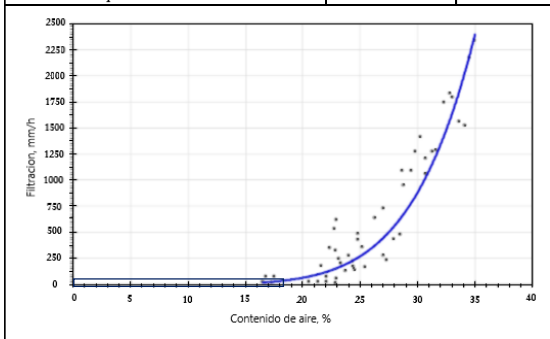
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	3.15	kg/cm ³
AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.00	kg/cm ³
ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
super plastificante	1.65	kg/lt

PET		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1.65	gr.
Porcentaje de adición	1.5	%

PASO 1: DETERMINACION LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA DE DISEÑO

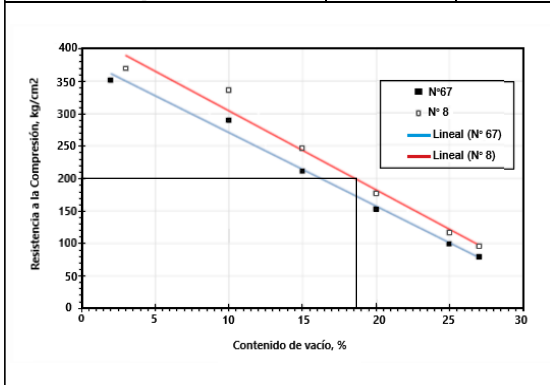
Descripción	Valor	Unidad
Filtración requerida	72	mm/h



PASO 2: PORCENTAJE DE VACIOS		
Descripción	valor	Unidad
% de Vacios	18	%

PASO 3: SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

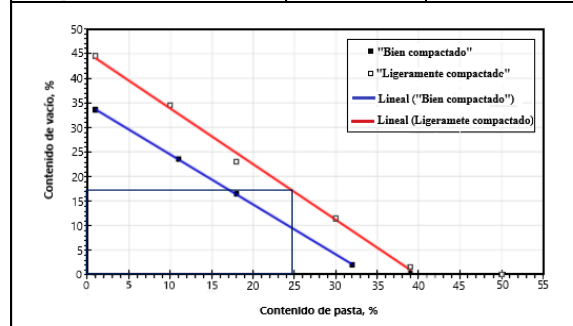
Descripción	valor	Unidad
Resistencia a compresión	175	kg/cm ²



AGREGADOS			
Propiedades	AF	AG	Unidad
Peso específico de masa	2.06	2.49	kg/cm ³
Peso específico S.S.S	2.13	2.5	kg/cm ³
Peso específico Aparente	2.22	2.52	kg/cm ³
Absorción	3.45	0.52	%
Contenido de humedad	1.62	0.56	%
Tamaño máximo nominal (TMN)	N°8	3/8"	Pulg

PASO 4: PORCENTAJE DE LA PASTA

Descripción	valor	Unidad
% de pasta	24.5	%



PASO 5: RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	valor
a/c de diseño	0.36

PASO 6: DETERMINACIÓN EL CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA

Partiendo de la siguiente expresión $V_a = V_c + V_a$

Donde :

V_p :Volumen de pasta

V_c :Volumen de cemento

V_a :Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada como:

$$V_p = \frac{c}{P.E.c} + \frac{a}{P.E.a}$$

Donde:

c : Peso del cemento por m³ de mezcla

a : Peso del agua por m³ de mezcla

Pec : Peso específico del cemento

Pea : Peso específico del agua

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$$

Relación con agua y cemento obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{\frac{a}{c} * c}{1.00 * 1000}$$

Remplazando el volumen de la pasta y la relación de a/c:			
$0.235 = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.36 * c}{1.00 * 1000}$			
Donde :			
Factor cemento	c	:	346.8837 kg/m3
Agua	a	:	124.88 kg/m3

CRITERIOS DE DISEÑO	
% de agregado fino incluido	10%
Nivel de compactacion del CP	Ligeramente compactado

Se considera en el diseño de mezcla la adición de un 10% del total del agregado, con el fin de obtener una resistencia a los agentes agresivos contenidos en el agua.

Se considera un ligero compactado, debido a que este nivel de compactación permite tener un mayor contenido de pasta en la mezcla.
--

Cuando el Agregado Fino es utilizado:
El volumen de pasta debera reducirse en 2% por cada 10% del agregado fino del total del agregado para un concreto bien compactado y por 1% cuando la compactación es ligera, estas reducciones son necesarias para mantener el mismo porcentaje de vacios por volumen.

PASO 7: CÁLCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS				
Materiales	Pesos (m3)	Peso.Espec (gr/cm3)	Volumen (m3)	PE T %
Cemento	346.884	3.15	0.110	1.5
Agua	124.88	1.00	0.125	
% Vacíos	-	-	0.180	
PET	5.203	1.39	0.0037	
Sikacem plastificante	1.65	1.20	0.0014	
		Parcial	0.420	
		Ag. Grueso	0.58	
		Total	1.000	

PASO 8: CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO			
Como se ha optado por la incorporación de Agregado Fino (10% del total del Agregado) en el Diseño de Mezcla, se hace la corrección:			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Ag. Fino (10%)	123.51	2130	0.058
Ag. Grueso corregido	1304.73	2500	0.52

PASO 9: VALORES DE DISEÑO			
Materiales	Pesos (kg.)	Peso.Espec (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	346.884	3150.00	0.110
Agregado Fino	123.51	2130.00	0.058
Agregado Grueso	1304.73	2500.00	0.522
Agua	124.88	1000.00	0.1249
Fibras PET	5.203	1390.00	0.0037
Sikacem plastificante	1.65	1200	0.0014
Contenido de Vacíos	-	-	0.18
		Total	1.00

a/c	0.36
Ag. /c	3.76
Factor cemento	8.16 bls

PASO 10: CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS			
Materiales	A° Grueso	A° Fino	Unidad
Humedad (C.H%)	0.56	1.62	%
Absorción (a%)	0.52	3.45	%
Aporte	0.52	-2.26	lt
Aporte de agua	-1.74		lt/m3

DOSIFICACION RECOMENDADA POR SIKA	
Como plastificante: 250 mL por bolsa de cemento de 42.5 Kg.	
Como superplastificante: hasta 500 mL por bolsa de cemento de 42.5	

PASO 11: VALORES DE DISEÑO CORREGIDO POR CANTIDAD DE HUMEDAD SUPERFICIAL		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	346.88	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	125.52	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	1312.04	kg/m ³
Fibras PET	5.203	kg/m ³
Agua Efectiva	126.617	lt/m ³
Sikacem plastificante	2040.49	ml/m ³

PASO 12: PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Ag. Fino Húmedo	0.36	kg
Ag. Grueso Húmedo	3.78	kg
Fibras PET	0.015	kg
Agua Efectiva	15.51	lt
Sikacem plastificante	5.88	ml

PASO 13: PROPORCIONES DE DISEÑO POR SACO		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	42.50	kg/saco
Ag. Fino Húmedo	15.38	kg/saco
Ag. Grueso Húmedo	160.75	kg/saco
Fibras PET	0.64	kg/saco
Agua Efectiva	15.51	lt/saco
Sikacem plastificante	250.00	ml/saco

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA UN BRIQUETA		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.84	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	0.67	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	6.96	kg/m ³
Fibras PET	0.0276	kg/m ³
Agua Efectiva	0.67	lt/m ³
Sikacem plastificante	10.82	ml/m ³

PROPORCIÓN DE DISEÑO EN PESO PARA BRIQUETA		
8 Briquetas		
Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	14.71	kg/m ³
Ag. Fino Húmedo	5.32	kg/m ³
Ag. Grueso Húmedo	55.65	kg/m ³
Fibras PET	220.68	gr/m ³
Agua Efectiva	5.37	lt/m ³
Sikacem plastificante	86.54	ml/m ³

ANEXO C. Certificado de resultados

ANEXO C - 1. Certificado de resultados de resistencia a compresión



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190044
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-01	Adición de fibras PET a 0%	29/10/2019	5/11/2019	7	15.10	30.00	179.08	25391.19	141.79	175.00	81.02	2
P-02		29/10/2019	5/11/2019	7	15.07	30.20	178.37	22671.00	127.10	175.00	72.63	2
P-03		29/10/2019	5/11/2019	7	15.00	30.00	176.71	33546.78	189.84	175.00	108.48	5
P-04		29/10/2019	5/11/2019	7	15.00	30.00	176.71	21828.23	123.52	175.00	70.58	6
P-05		29/10/2019	5/11/2019	7	15.08	30.17	178.60	22443.30	125.66	175.00	71.81	5
P-06		29/10/2019	5/11/2019	7	15.09	30.11	178.84	31408.15	175.62	175.00	100.35	2
P-07		29/10/2019	5/11/2019	7	15.06	30.15	178.13	27698.09	155.49	175.00	88.85	5
P-08		29/10/2019	5/11/2019	7	15.04	30.10	177.66	29966.13	168.67	175.00	96.38	2

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
 Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190049
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-09	Adición de fibras PET a 0.00%	1/11/2019	15/11/2019	14	15.02	30.08	177.19	31352.30	176.95	175.00	101.11	5
P-10		1/11/2019	15/11/2019	14	15.10	30.16	179.08	30416.09	169.85	175.00	97.06	4
P-11		1/11/2019	15/11/2019	14	15.20	30.20	181.46	31200.35	171.94	175.00	98.25	5
P-12		1/11/2019	15/11/2019	14	15.12	30.16	179.55	31936.53	177.87	175.00	101.64	5
P-13		1/11/2019	15/11/2019	14	15.06	30.02	178.13	34156.96	191.75	175.00	109.57	4
P-14		1/11/2019	15/11/2019	14	15.04	30.30	177.66	28144.05	158.42	175.00	90.52	3
P-15		1/11/2019	15/11/2019	14	15.06	30.18	178.13	30441.04	170.89	175.00	97.65	2
P-16		1/11/2019	15/11/2019	14	15.09	30.08	178.84	19184.24	107.27	175.00	61.30	4

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



M. Florella Maíra Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190055
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 14 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-17	Adición de fibras PET a 0.00%	1/11/2019	29/11/2019	28	15.09	30.17	178.84	31263.29	174.81	175.00	99.89	5
P-18		1/11/2019	29/11/2019	28	15.12	30.22	179.55	29404.58	163.77	175.00	93.58	5
P-19		1/11/2019	29/11/2019	28	15.09	30.07	178.84	25489.62	142.53	175.00	81.44	5
P-20		1/11/2019	29/11/2019	28	15.10	30.24	179.08	37984.73	212.11	175.00	121.21	5
P-21		1/11/2019	29/11/2019	28	15.31	30.26	184.09	30855.17	167.61	175.00	95.77	5
P-22		1/11/2019	29/11/2019	28	15.05	30.31	177.89	28047.88	157.67	175.00	90.09	1
P-23		1/11/2019	29/11/2019	28	15.11	30.27	179.32	23824.94	132.87	175.00	75.92	5
P-24		1/11/2019	29/11/2019	28	15.14	30.16	180.03	32344.76	179.66	175.00	102.67	5
P-25		1/11/2019	29/11/2019	28	15.12	30.17	179.55	29593.73	164.82	175.00	94.18	5
P-26		1/11/2019	29/11/2019	28	15.15	30.34	180.27	32270.38	179.01	175.00	102.29	5
P-27		1/11/2019	29/11/2019	28	15.07	30.24	178.37	34252.57	192.03	175.00	109.73	5
P-28		1/11/2019	29/11/2019	28	15.08	30.30	178.60	34252.57	191.78	175.00	109.59	5
P-29		1/11/2019	29/11/2019	28	15.08	30.26	178.60	32687.23	183.01	175.00	104.58	5
P-30		1/11/2019	29/11/2019	28	15.03	30.14	177.42	20890.65	117.75	175.00	67.28	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO
 Bach. Elías Felipe Tala Alca
 Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190045
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C39, NTP 339.034
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm ²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-31	Adición de fibras PET a C.25%	29/10/2019	5/11/2019	7	15.00	30.17	176.71	28802.21	162.99	175.00	93.14	6
P-32		29/10/2019	5/11/2019	7	15.06	30.18	178.13	24890.43	139.73	175.00	79.85	5
P-33		29/10/2019	5/11/2019	7	15.09	30.26	178.84	21323.83	119.23	175.00	68.13	5
P-34		29/10/2019	5/11/2019	7	15.11	30.12	179.32	32621.91	181.92	175.00	103.96	1
P-35		29/10/2019	5/11/2019	7	15.11	30.04	179.32	24166.49	134.77	175.00	77.01	2
P-36		29/10/2019	5/11/2019	7	15.09	30.16	178.84	25209.76	140.96	175.00	80.55	5
P-37		29/10/2019	5/11/2019	7	15.06	30.18	178.13	22155.95	124.38	175.00	71.07	1
P-38		29/10/2019	5/11/2019	7	15.05	30.20	177.89	24861.40	139.75	175.00	79.86	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Matra Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190050
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-39	Adición de fibras PET a 0.25%	5/11/2019	19/11/2019	14	15.06	30.29	178.13	24355.87	136.73	175.00	78.13	5
P-40		5/11/2019	19/11/2019	14	15.08	30.09	178.60	31206.25	174.72	175.00	99.84	5
P-41		5/11/2019	19/11/2019	14	15.10	30.14	179.08	24723.60	138.06	175.00	78.89	5
P-42		5/11/2019	19/11/2019	14	15.08	30.14	178.60	24506.33	137.21	175.00	78.41	4
P-43		5/11/2019	19/11/2019	14	15.05	30.15	177.89	31054.75	174.57	175.00	99.75	2
P-44		5/11/2019	19/11/2019	14	15.15	30.12	180.27	26919.35	149.33	175.00	85.33	5
P-45		5/11/2019	19/11/2019	14	15.00	30.25	176.71	24367.17	137.89	175.00	78.79	5
P-46		5/11/2019	19/11/2019	14	15.04	30.16	177.66	31025.26	174.63	175.00	99.79	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190054
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 15/10/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 14 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm ²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-47	Adición de fibras PET a 0.25%	1/11/2019	29/11/2019	28	15.10	30.27	179.08	31540.55	176.13	175.00	100.64	2
P-48		1/11/2019	29/11/2019	28	15.08	30.19	178.60	27181.52	152.19	175.00	86.96	6
P-49		1/11/2019	29/11/2019	28	15.07	30.25	178.37	34346.50	192.56	175.00	110.03	2
P-50		1/11/2019	29/11/2019	28	15.12	30.33	179.55	27823.81	154.96	175.00	88.55	5
P-51		1/11/2019	29/11/2019	28	15.24	30.24	182.41	27701.34	151.86	175.00	86.78	5
P-52		1/11/2019	29/11/2019	28	15.22	30.24	181.94	28853.92	158.59	175.00	90.62	5
P-53		1/11/2019	29/11/2019	28	15.01	30.05	176.95	28364.95	160.30	175.00	91.60	6
P-54		1/11/2019	29/11/2019	28	15.14	30.02	180.03	26490.25	147.14	175.00	84.08	4
P-55		1/11/2019	29/11/2019	28	15.06	30.16	178.13	33652.53	188.92	175.00	107.95	5
P-56		1/11/2019	29/11/2019	28	15.10	30.10	179.08	34286.40	191.46	175.00	109.41	5
P-57		1/11/2019	29/11/2019	28	15.06	30.20	178.13	25631.29	143.89	175.00	82.22	3
P-58		1/11/2019	29/11/2019	28	15.08	30.15	178.60	31761.25	177.83	175.00	101.62	1
P-59		1/11/2019	29/11/2019	28	15.07	30.15	178.37	33567.03	188.19	175.00	107.54	5
P-60		1/11/2019	29/11/2019	28	15.02	30.24	177.19	36206.22	204.34	175.00	116.77	4



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190045
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño Fc (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-61	Adición de fibras PET a 0.5%	29/10/2019	5/11/2019	7	15.09	30.00	178.84	27657.84	154.65	175.00	88.37	6
P-62		29/10/2019	5/11/2019	7	15.02	30.13	177.19	22818.03	128.78	175.00	73.59	5
P-63		29/10/2019	5/11/2019	7	14.98	30.28	176.24	28632.55	162.46	175.00	92.83	5
P-64		29/10/2019	5/11/2019	7	15.06	30.54	178.13	22325.17	125.33	175.00	71.62	1
P-65		29/10/2019	5/11/2019	7	15.08	30.29	178.60	27153.25	152.03	175.00	86.87	2
P-66		29/10/2019	5/11/2019	7	15.06	30.20	178.13	24327.37	136.57	175.00	78.04	5
P-67		29/10/2019	5/11/2019	7	15.01	30.18	176.95	28531.46	161.24	175.00	92.14	1
P-68		29/10/2019	5/11/2019	7	15.11	30.76	179.32	21417.49	119.44	175.00	68.25	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Allica
 Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190051
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-69	Adición de fibras PET a 0.50%	5/11/2019	19/11/2019	14	15.09	30.21	178.84	25390.74	141.97	175.00	81.13	5
P-70		5/11/2019	19/11/2019	14	15.04	30.03	177.66	29619.58	166.72	175.00	95.27	2
P-71		5/11/2019	19/11/2019	14	15.02	30.24	177.19	31329.17	176.82	175.00	101.04	2
P-72		5/11/2019	19/11/2019	14	15.10	30.05	179.08	33167.13	185.21	175.00	105.83	5
P-73		5/11/2019	19/11/2019	14	15.04	30.21	177.66	29387.80	165.42	175.00	94.52	5
P-74		5/11/2019	19/11/2019	14	15.19	30.13	181.22	31192.64	172.13	175.00	98.36	5
P-75		5/11/2019	19/11/2019	14	15.02	30.23	177.19	24987.95	141.03	175.00	80.59	2
P-76		5/11/2019	19/11/2019	14	15.01	30.05	176.95	32070.79	181.24	175.00	103.57	4

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



LABORATORIOS
Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190056
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 14 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f_c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-77	Adición de fibras PET a 0.50%	5/11/2019	3/12/2019	28	15.05	30.12	177.89	39222.21	220.48	175.00	125.99	5
P-78		5/11/2019	3/12/2019	28	15.04	30.10	177.66	36666.90	206.39	175.00	117.94	4
P-79		5/11/2019	3/12/2019	28	15.04	30.12	177.66	33678.69	189.57	175.00	108.33	2
P-80		5/11/2019	3/12/2019	28	15.08	30.20	178.60	31411.19	175.87	175.00	100.50	5
P-81		5/11/2019	3/12/2019	28	15.15	30.32	180.27	33827.02	187.65	175.00	107.23	6
P-82		5/11/2019	3/12/2019	28	15.06	30.24	178.13	30091.69	168.93	175.00	96.53	5
P-83		5/11/2019	3/12/2019	28	15.02	30.25	177.19	28868.94	162.93	175.00	93.10	5
P-84		5/11/2019	3/12/2019	28	15.11	30.02	179.32	37867.93	211.18	175.00	120.67	2
P-85		5/11/2019	3/12/2019	28	15.11	30.05	179.32	32244.59	179.82	175.00	102.75	4
P-86		5/11/2019	3/12/2019	28	15.10	30.03	179.08	39879.02	222.69	175.00	127.25	5
P-87		5/11/2019	3/12/2019	28	14.97	30.13	176.01	38654.97	219.62	175.00	125.50	5
P-88		5/11/2019	3/12/2019	28	14.97	30.30	176.01	29653.90	168.48	175.00	96.27	5
P-89		5/11/2019	3/12/2019	28	15.11	30.90	179.32	38154.84	212.78	175.00	121.59	4
P-90		5/11/2019	3/12/2019	28	15.02	30.07	177.19	29283.55	165.27	175.00	94.44	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
 Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190046
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño Fc (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-91	Adición de fibras PET a 1.00%	29/10/2019	5/11/2019	7	15.29	30.70	183.61	24976.16	136.03	175.00	77.73	1
P-92		29/10/2019	5/11/2019	7	15.17	30.80	180.74	31885.73	176.41	175.00	100.81	4
P-93		29/10/2019	5/11/2019	7	14.96	30.18	175.77	20730.00	117.94	175.00	67.39	5
P-94		29/10/2019	5/11/2019	7	15.23	30.61	182.18	23144.10	127.04	175.00	72.60	6
P-95		29/10/2019	5/11/2019	7	15.00	30.14	176.71	22114.44	125.14	175.00	71.51	5
P-96		29/10/2019	5/11/2019	7	15.25	30.68	182.65	26950.64	147.55	175.00	84.31	1
P-97		29/10/2019	5/11/2019	7	14.91	30.35	174.60	30081.34	172.29	175.00	98.45	5
P-98		29/10/2019	5/11/2019	7	15.28	30.57	183.37	27454.59	149.72	175.00	85.55	1

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio



Ing. Fiorella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190052
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C39, NTP 339.034
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-99	Adición de fibras PET a 1.00%	5/11/2019	19/11/2019	14	15.02	30.50	177.19	34681.67	195.74	175.00	111.85	5
P-100		5/11/2019	19/11/2019	14	15.10	30.08	179.08	22171.73	123.81	175.00	70.75	2
P-101		5/11/2019	19/11/2019	14	15.16	30.18	180.50	32777.49	181.59	175.00	103.76	2
P-102		5/11/2019	19/11/2019	14	15.00	30.12	176.71	25704.90	145.46	175.00	83.12	5
P-103		5/11/2019	19/11/2019	14	15.05	30.14	177.89	28829.42	162.06	175.00	92.61	2
P-104		5/11/2019	19/11/2019	14	15.00	30.09	176.71	32352.93	183.08	175.00	104.62	5
P-105		5/11/2019	19/11/2019	14	15.05	30.14	177.89	27020.50	151.89	175.00	86.79	5
P-106		5/11/2019	19/11/2019	14	15.04	30.16	177.66	30402.48	171.13	175.00	97.79	2

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
Asistente Responsable de Laboratorio



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Florella Maira Zapata Antesana
Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190057
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 14 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C39, NTP 339.034
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f _c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-107	Adición de fibras PET a 1.00%	8/11/2019	6/12/2019	28	15.09	30.20	178.84	27622.07	154.45	175.00	88.26	6
P-108		8/11/2019	6/12/2019	28	15.06	30.13	178.13	36541.82	205.14	175.00	117.22	3
P-109		8/11/2019	6/12/2019	28	15.12	30.23	179.55	30105.71	167.67	175.00	95.81	1
P-110		8/11/2019	6/12/2019	28	15.20	30.32	181.46	37618.14	207.31	175.00	118.46	2
P-111		8/11/2019	6/12/2019	28	15.14	30.29	180.03	35508.85	197.24	175.00	112.71	5
P-112		8/11/2019	6/12/2019	28	15.09	30.24	178.84	31275.81	174.88	175.00	99.93	4
P-113		8/11/2019	6/12/2019	28	15.02	30.26	177.19	33691.94	190.15	175.00	108.66	5
P-114		8/11/2019	6/12/2019	28	15.07	30.38	178.37	32036.64	179.61	175.00	102.63	4
P-115		8/11/2019	6/12/2019	28	15.04	30.27	177.66	34332.47	193.25	175.00	110.43	6
P-116		8/11/2019	6/12/2019	28	15.06	30.33	178.13	36678.98	205.91	175.00	117.66	5
P-117		8/11/2019	6/12/2019	28	15.15	30.15	180.27	35876.65	199.02	175.00	113.73	4
P-118		8/11/2019	6/12/2019	28	15.07	30.29	178.37	32864.26	184.25	175.00	105.29	6
P-119		8/11/2019	6/12/2019	28	15.19	30.29	181.22	37383.81	206.29	175.00	117.88	5
P-120		8/11/2019	6/12/2019	28	15.10	30.35	179.08	30660.05	171.21	175.00	97.83	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO
 Bach. Elías Felipe Tala Allca
 Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Fidella Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190053
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 08 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : ASTM C39, NTP 339.034
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f_c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-121	Adición de fibras PET a 1.50%	15/11/2019	22/11/2019	7	15.10	30.16	179.08	20601.21	115.04	175.00	65.74	5
P-122		15/11/2019	22/11/2019	7	15.00	30.00	176.71	23184.47	131.20	175.00	74.97	2
P-123		15/11/2019	22/11/2019	7	15.01	30.17	176.95	25493.25	144.07	175.00	82.33	5
P-124		15/11/2019	22/11/2019	7	15.14	30.16	180.03	24479.02	135.97	175.00	77.70	5
P-125		15/11/2019	22/11/2019	7	15.13	30.19	179.79	27697.26	154.05	175.00	88.03	2
P-126		15/11/2019	22/11/2019	7	15.14	30.26	180.03	25547.68	141.91	175.00	81.09	2
P-127		15/11/2019	22/11/2019	7	15.03	30.17	177.42	26678.94	150.37	175.00	85.93	5
P-128		15/11/2019	22/11/2019	7	15.06	30.25	178.13	18820.91	105.66	175.00	60.38	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elias Felipe Tala Alica
Asistente Responsable de Laboratorio



Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190060
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 08 probetas cilíndricas de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm ²)	Resistencia diseño F _c (kg/cm ²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-129	Adición de fibras PET a 1.50%	12/11/2019	26/11/2019	14	15.04	30.29	177.66	24280.56	136.67	175.00	78.10	5
P-130		12/11/2019	26/11/2019	14	16.11	30.12	203.84	27075.54	132.83	175.00	75.90	5
P-131		12/11/2019	26/11/2019	14	15.11	30.21	179.32	23811.36	132.79	175.00	75.88	4
P-132		12/11/2019	26/11/2019	14	15.02	30.23	177.19	26282.02	148.33	175.00	84.76	4
P-133		12/11/2019	26/11/2019	14	15.06	30.14	178.13	26826.55	150.60	175.00	86.06	4
P-134		12/11/2019	26/11/2019	14	15.10	30.21	179.08	29001.78	161.95	175.00	92.54	5
P-135		12/11/2019	26/11/2019	14	15.20	30.28	181.46	27911.93	153.82	175.00	87.90	5
P-136		12/11/2019	26/11/2019	14	15.00	30.10	176.71	22198.89	125.62	175.00	71.78	4

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allica
Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Fiorella Maíra Zapata Antesana
Jefe del Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romaní Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190058
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Consiste en 14 probetas cilíndricas permeables de 15 x30 cm

2. DE EQUIPO : FORNEY F-1100KN-VFD

3. MÉTODO DE ENSAYO : ASTM C39, NTP 339.034

4. RESULTADOS :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Diámetro promedio (cm)	Altura (cm)	Área (cm²)	Lectura dial (kg)	Resistencia obtenida (kg/cm²)	Resistencia diseño f'c (kg/cm²)	Resistencia obtenida (%)	Tipo de falla
		Moldeo	Rotura									
P-137	Adición de fibras PET a 1.50%	12/11/2019	10/12/2019	28	15.02	30.21	177.19	25614.03	144.56	175.00	82.61	5
P-138		12/11/2019	10/12/2019	28	15.11	30.18	179.32	24236.34	135.16	175.00	77.23	5
P-139		12/11/2019	10/12/2019	28	15.05	30.20	177.89	28943.46	162.70	175.00	92.97	2
P-140		12/11/2019	10/12/2019	28	15.01	30.35	176.95	28496.07	161.04	175.00	92.02	5
P-141		12/11/2019	10/12/2019	28	15.04	30.25	177.66	27011.17	152.04	175.00	86.88	3
P-142		12/11/2019	10/12/2019	28	15.00	30.30	176.71	25540.56	144.53	175.00	82.59	5
P-143		12/11/2019	10/12/2019	28	15.00	30.14	176.71	23927.16	135.40	175.00	77.37	5
P-144		12/11/2019	10/12/2019	28	15.02	30.22	177.19	29311.90	165.43	175.00	94.53	3
P-145		12/11/2019	10/12/2019	28	15.05	30.31	177.89	26438.70	148.62	175.00	84.93	5
P-146		12/11/2019	10/12/2019	28	15.00	30.17	176.71	29410.61	166.43	175.00	95.10	6
P-147		12/11/2019	10/12/2019	28	15.11	30.27	179.32	30291.84	168.93	175.00	96.53	5
P-148		12/11/2019	10/12/2019	28	15.06	30.15	178.13	32950.70	184.98	175.00	105.70	5
P-149		12/11/2019	10/12/2019	28	15.02	30.41	177.19	22367.98	126.24	175.00	72.14	5
P-150		12/11/2019	10/12/2019	28	15.05	30.35	177.89	21012.92	118.12	175.00	67.50	5

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONCRETO

Bach. Elias Felipe Tala Allca
 Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

 Msc. Florella Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

ANEXO C – 2. Certificado de resultados de resistencia a flexión



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA - E.P. INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



INFORME

Solicitante : Brayan Oyola Rojas y Yelsin Fredy Romani Noa
Obra : Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil
Ubicación : Ñaña
Asunto : Rotura de probetas cilíndricas de concreto
Expediente N° : RP20190059
Recibo N° : B100-00022990
Fecha de emisión : 18/12/2019

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 15 vigas permeables de 15 x 15 x55 cm
- 2. DE EQUIPO** : FORNEY F-1100KN-VFD
- 3. MÉTODO DE ENSAYO** : Ensayo de carga, adaptado parcialmente de la ASTM C-78
- 4. RESULTADOS** :

N°	Estructura	Fecha		Edad (días)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Longitud (cm)	Peso (kg)	Densidad (kg/cm³)	Lectura dial (kg)
		Moldeo	Rotura							
V-01	Adición de fibras PET a 0.00%	19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	26.00	2101.01	923.24
V-02		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.54	2063.84	1199.10
V-03		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.86	2089.70	964.04
V-04	Adición de fibras PET a 0.25%	19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	24.64	1991.11	1045.63
V-05		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	24.90	2012.12	1507.83
V-06		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	24.66	1992.73	1127.27
V-07	Adición de fibras PET a 0.50%	19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.58	2067.07	1393.37
V-08		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.96	2097.78	1523.53
V-09		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.30	2044.44	1137.05
V-10	Adición de fibras PET a 1.00%	19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	24.50	1979.80	1311.88
V-11		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	24.96	2016.97	1445.69
V-12		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	24.82	2005.66	1649.81
V-13	Adición de fibras PET a 1.50%	19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	26.02	2102.63	1434.17
V-14		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.80	2084.85	1556.56
V-15		19/11/2019	17/12/2019	28	15.00	15.00	55.00	25.80	2084.85	1206.87

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Bach. Elías Felipe Tala Allca
 Asistente Responsable de Laboratorio

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Maira Zapata Antesana
 Jefe de Laboratorio

Notas:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

ANEXO D. Análisis estadístico

ANEXO D - 1. Análisis estadístico de propiedades en estado fresco

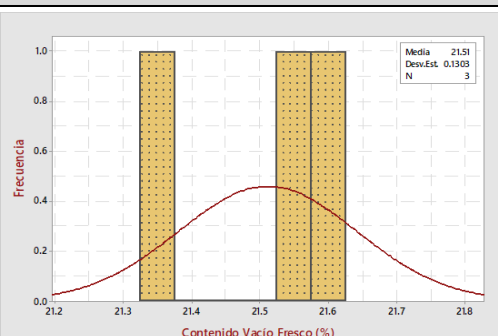
 Una Institución Adventista	ANÁLISIS ESTADÍSTICO CONTENIDO DE VACÍO (%) - ESTADO FRESCO	
---	--	---

CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P- 01	21.365	-0.15	0.02
	P- 02	21.556	0.044333	0.00
	P- 03	21.614	0.102333	0.01
		64.535		0.03

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	21.51 %
Mediana (Me) :	21.556 %
Varianza (s^2) :	0.017 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.130 %
Coefficiente de Variación (CV) :	0.61 %
Percentiles	
P25 =	21.37
P50 =	21.55
P75 =	21.61

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00 % PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

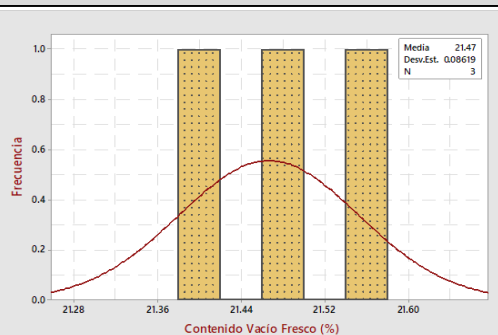


CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-04	21.556	0.089333	0.01
	P-05	21.46	-0.006667	0.00
	P-06	21.384	-0.082667	0.01
		64.4		0.01

Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	21.47 %
Mediana (Me) :	21.460 %
Varianza (s^2) :	0.007 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.086 %
Coefficiente de Variación (CV) :	0.40 %
Percentiles	
P25 =	21.38
P50 =	21.46
P75 =	21.56

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25 % PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

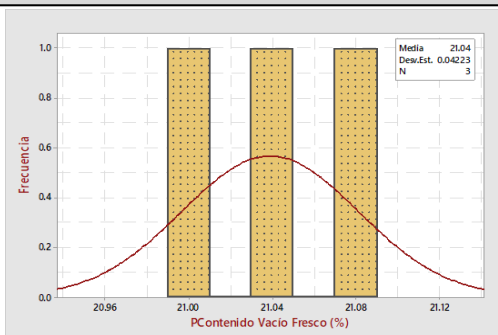


CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P- 07	21.076	0.037	0.00
	P- 08	20.993	-0.046	0.00
	P- 09	21.048	0.009	0.00
		63.117		0.00

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	21.04 %
Mediana (Me) :	21.048 %
Varianza (s^2) :	0.002 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.042 %
Coefficiente de Variación (CV) :	0.20 %
Percentiles	
P25 =	20.99
P50 =	21.05
P75 =	21.08

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50 % PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL



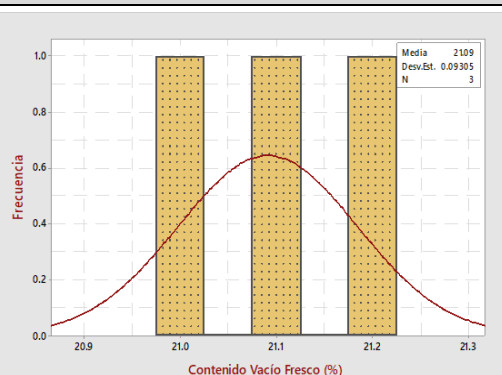
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
CONTENIDO DE VACÍO (%) - ESTADO FRESCO

CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P- 10	20.993	-0.10	0.01
	P- 11	21.178	0.09	0.01
	P- 12	21.103	0.01	0.00
		63.274		0.02

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	21.09 %
Mediana (Me) :	21.103 %
Varianza (s^2) :	0.009 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.093 %
Coefficiente de Variación (CV) :	0.44 %
Percentiles	
P25 =	20.99
P50 =	21.10
P75 =	21.18

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

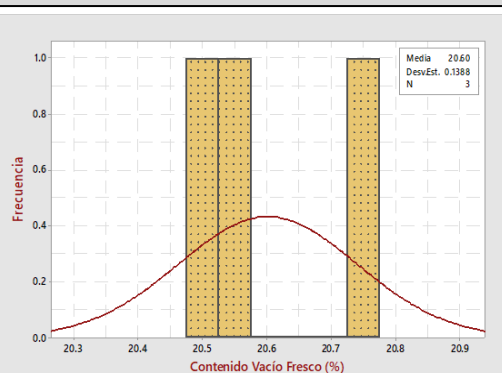


CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-13	20.493	-0.11	0.01
	P-14	20.758	0.16	0.02
	P-15	20.554	-0.05	0.00
		61.805		0.04

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	20.60 %
Mediana (Me) :	20.554 %
Varianza (s^2) :	0.019 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.139 %
Coefficiente de Variación (CV) :	0.67 %
Percentiles	
P25 =	20.49
P50 =	20.55
P75 =	20.76

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

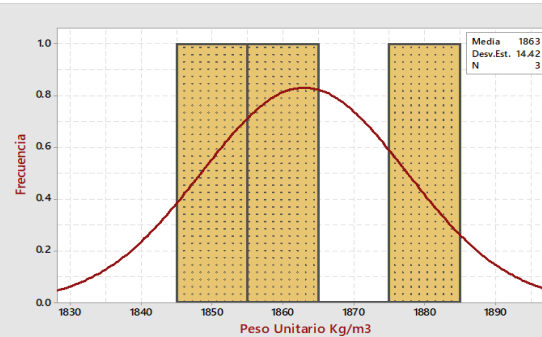


PESO UNITARIO (0.0% DE PET)
CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N° = 3	M - 01	1879.24	16.2433	263.85
	M - 02	1858.05	-4.9437	24.44
	M - 03	1851.7	-11.3	127.68
		5588.99		415.97

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1863.00	kg/m ³
Mediana (Me) :	1858.054	kg/m ³
Varianza (s ²) :	207.984	(kg/m ³) ²
Desviación Estándar (s) :	14.422	kg/m ³
Coefficiente de Variación (CV) :	0.77	%
Percentiles	P25 = 1851.70	
	P50 = 1858.10	
	P75 = 1879.20	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL

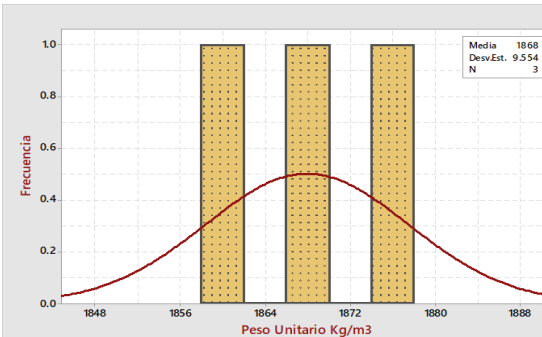


PESO UNITARIO (0.25% DE PET)
CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	M - 04	1858.05	-9.89	97.76
	M - 05	1868.65	0.71	0.50
	M - 06	1877.12	9.18	84.28
		5603.82		182.54

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1867.94	kg/m ³
Mediana (Me) :	1868.648	kg/m ³
Varianza (s ²) :	91.272	(kg/m ³) ²
Desviación Estándar (s) :	9.554	kg/m ³
Coefficiente de Variación (CV) :	0.51	%
Percentiles	P25 = 1858.10	
	P50 = 1868.60	
	P75 = 1877.10	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL

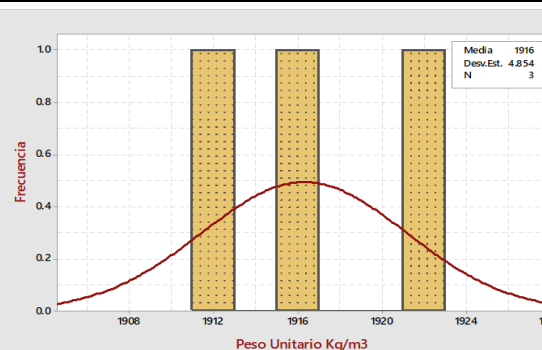


PESO UNITARIO (0.50% DE PET)
CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	M - 07	1912.08	-4.24	17.95
	M - 08	1921.61	5.30	28.05
	M - 09	1915.26	-1.06	1.12
		5748.95		47.13

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1916.32	kg/m ³
Mediana (Me) :	1915.258	kg/m ³
Varianza (s ²) :	23.566	(kg/m ³) ²
Desviación Estándar (s) :	4.854	kg/m ³
Coefficiente de Variación (CV) :	0.25	%
Percentiles	P25 = 1912.10	
	P50 = 1915.30	
	P75 = 1921.60	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL

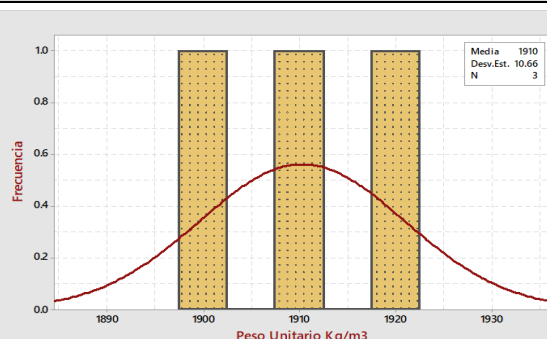


PESO UNITARIO (1.00% DE PET)
 CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	M - 10	1921.61	11.30	127.68
	M - 11	1900.43	-9.89	97.76
	M - 12	1908.9	-1.41	1.99
		5730.94		227.44

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1910.31	kg/m ³
Mediana (Me) :	1908.902	kg/m ³
Varianza (s ²) :	113.718	(kg/m ³) ²
Desviación Estándar (s) :	10.664	kg/m ³
Coefficiente de Variación (CV) :	0.56	%
Percentiles	P25 = 1900.40	
	P50 = 1908.90	
	P75 = 1921.60	

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

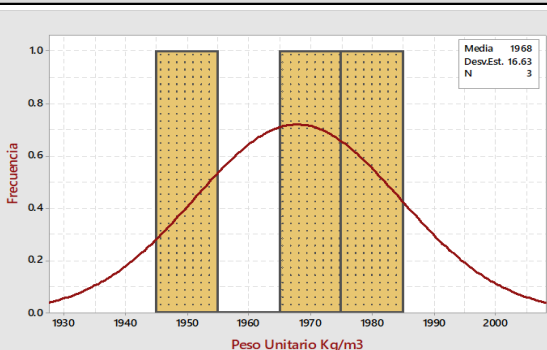


PESO UNITARIO (1.50% DE PET)
 CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

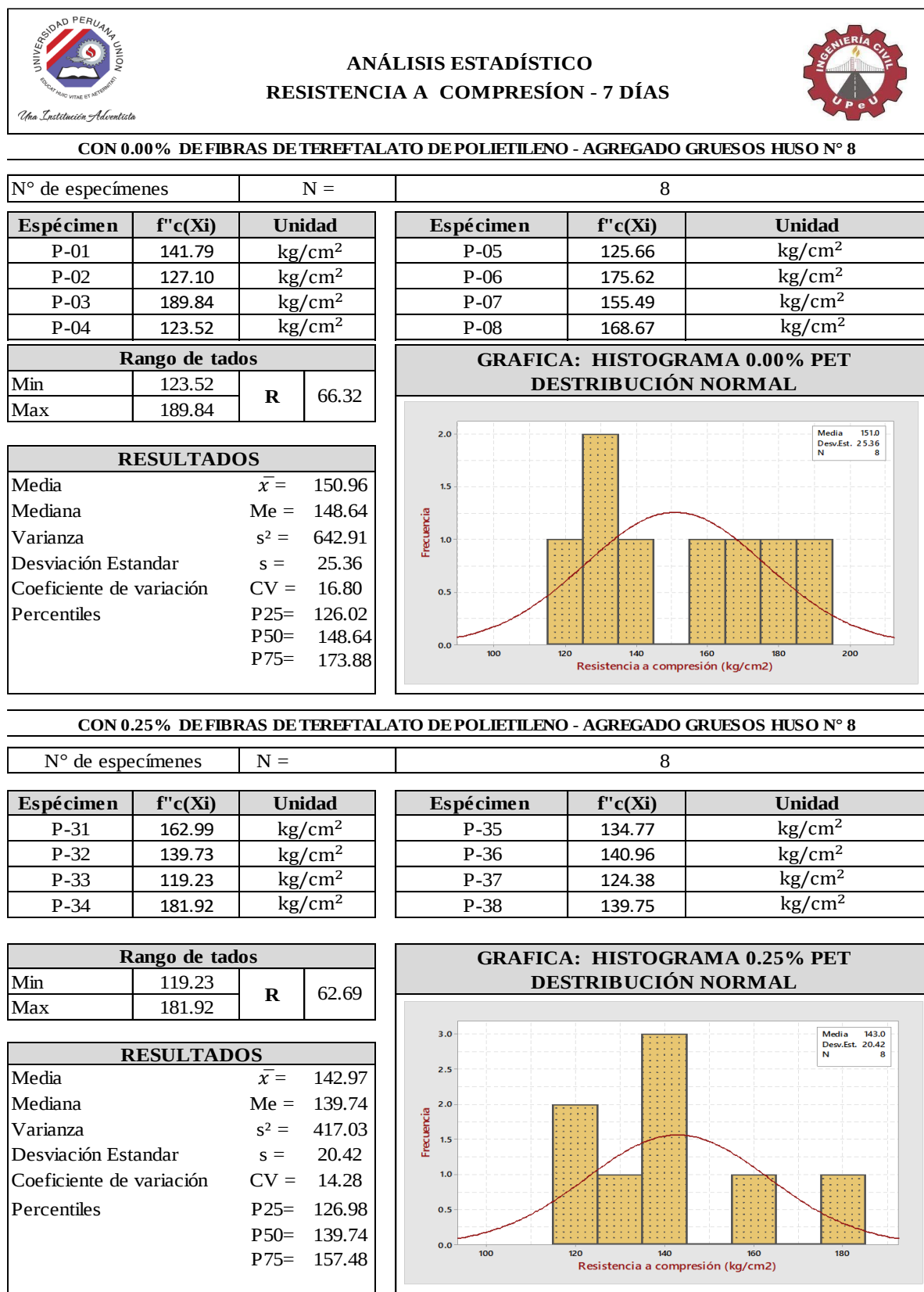
Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	M - 13	1980.94	13.07	170.69
	M - 14	1949.16	-18.71	350.25
	M - 15	1973.52	5.65	31.92
		5903.61		552.87

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1967.87	kg/m ³
Mediana (Me) :	1973.521	kg/m ³
Varianza (s ²) :	276.434	(kg/m ³) ²
Desviación Estándar (s) :	16.626	kg/m ³
Coefficiente de Variación (CV) :	0.84	%
Percentiles	P25 = 1949.20	
	P50 = 1973.50	
	P75 = 1980.90	

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL



ANEXO D - 2. Análisis estadístico de propiedades en estado endurecido





Una Institución Adventista

ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 7 DÍAS



CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

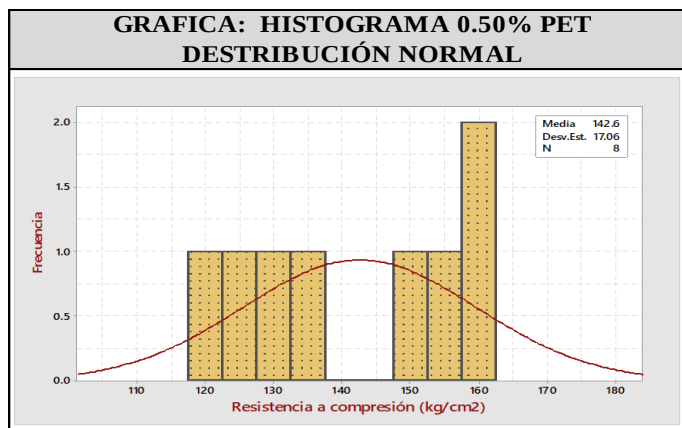
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-61	154.65	kg/cm ²
P-62	128.78	kg/cm ²
P-63	162.46	kg/cm ²
P-64	125.33	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-65	152.03	kg/cm ²
P-66	136.57	kg/cm ²
P-67	161.24	kg/cm ²
P-68	119.44	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	119.44	R	43.02
Max	162.46		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 142.56$
Mediana	Me = 144.3
Varianza	$s^2 = 291.14$
Desviación Estandar	s = 17.06
Coefficiente de variación	CV = 11.97
Percentiles	P25= 126.19
	P50= 144.3
	P75= 159.59



CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

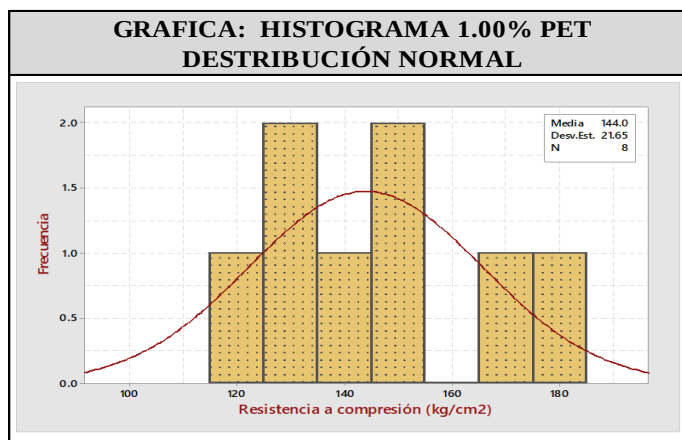
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-81	136.03	kg/cm ²
P-82	176.41	kg/cm ²
P-83	117.94	kg/cm ²
P-84	127.04	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-85	125.14	kg/cm ²
P-86	147.55	kg/cm ²
P-87	172.29	kg/cm ²
P-88	149.72	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	117.94	R	58.47
Max	176.41		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 144.02$
Mediana	Me = 141.79
Varianza	$s^2 = 468.86$
Desviación Estandar	s = 21.65
Coefficiente de variación	CV = 15.04
Percentiles	P25= 125.62
	P50= 141.79
	P75= 166.65



ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 7 DÍAS

CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

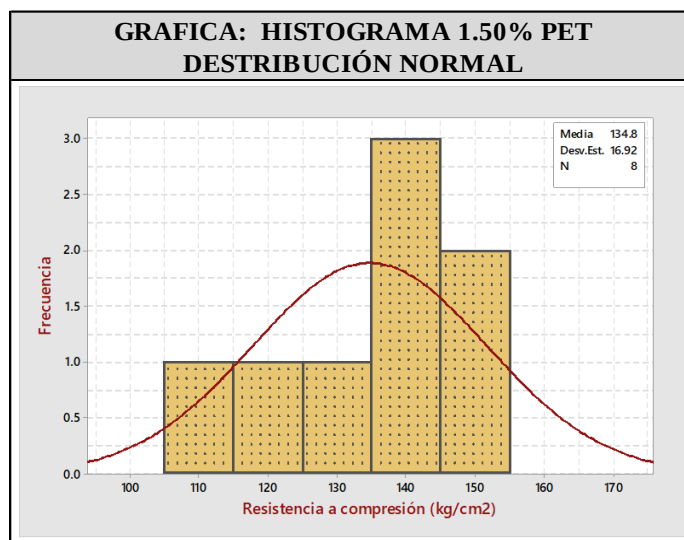
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f''c(Xi)	Unidad
P-111	115.04	kg/cm ²
P-112	131.20	kg/cm ²
P-113	144.07	kg/cm ²
P-114	135.97	kg/cm ²

Espécimen	f''c(Xi)	Unidad
P-115	154.05	kg/cm ²
P-116	141.91	kg/cm ²
P-117	150.37	kg/cm ²
P-118	105.66	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	105.66	R	48.39
Max	154.05		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 134.78$
Mediana	Me = 138.94
Varianza	$s^2 = 286.20$
Desviación Estandar	s = 16.92
Coeficiente de variación	CV = 12.55
Percentiles	P25= 119.08
	P50= 138.94
	P75= 148.80



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 14 DÍAS

CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

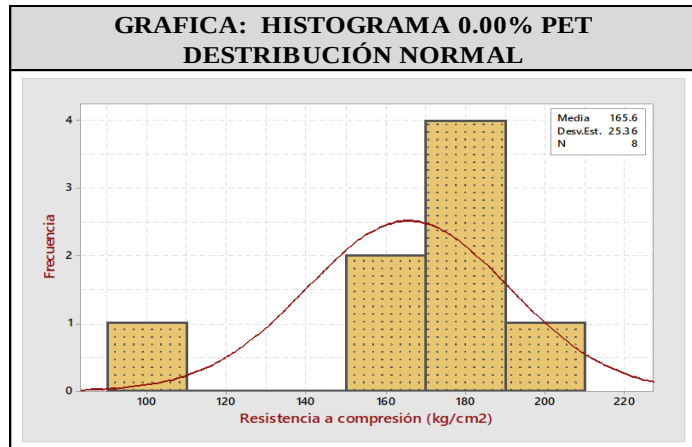
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-09	176.95	kg/cm ²
P-10	169.85	kg/cm ²
P-11	171.94	kg/cm ²
P-12	177.87	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-13	191.75	kg/cm ²
P-14	158.42	kg/cm ²
P-15	170.89	kg/cm ²
P-16	107.27	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	107.27	R	84.48
Max	191.75		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 165.62$
Mediana	Me = 171.42
Varianza	$s^2 = 643.34$
Desviación Estandar	s = 25.36
Coefficiente de variación	CV = 15.31
Percentiles	P25= 161.28
	P50= 171.41
	P75= 177.64



CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

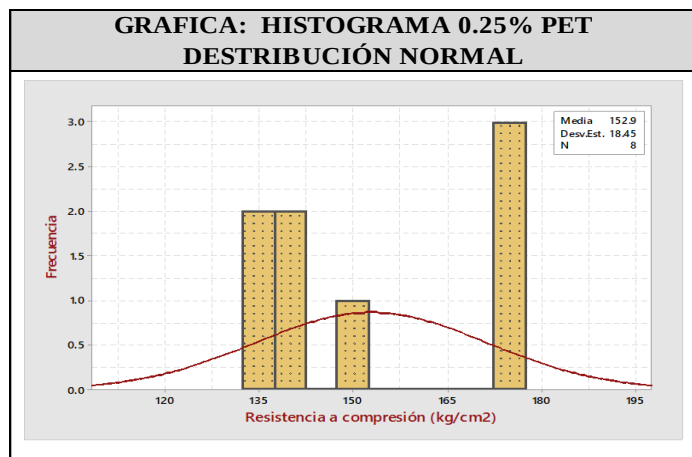
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-39	136.73	kg/cm ²
P-40	174.72	kg/cm ²
P-41	138.06	kg/cm ²
P-42	137.21	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-43	174.57	kg/cm ²
P-44	149.33	kg/cm ²
P-45	137.89	kg/cm ²
P-46	174.63	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	136.73	R	37.99
Max	174.72		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 152.89$
Mediana	Me = 143.7
Varianza	$s^2 = 340.54$
Desviación Estandar	s = 18.45
Coefficiente de variación	CV = 12.07
Percentiles	P25= 137.38
	P50= 143.69
	P75= 174.62



ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 14 DÍAS

CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

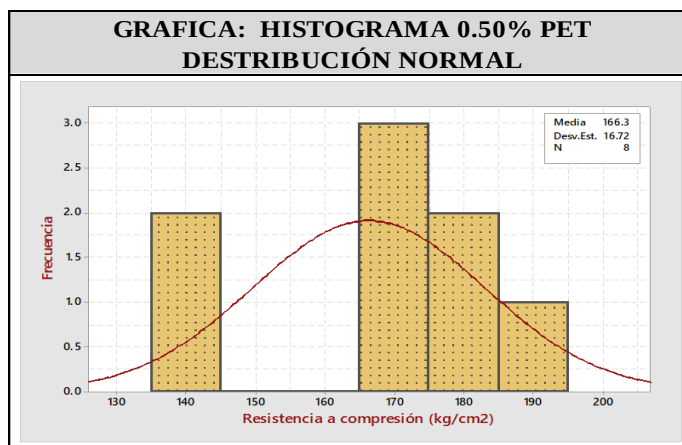
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-69	141.97	kg/cm ²
P-70	166.72	kg/cm ²
P-71	176.82	kg/cm ²
P-72	185.21	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-73	165.42	kg/cm ²
P-74	172.13	kg/cm ²
P-75	141.03	kg/cm ²
P-76	181.24	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	141.03	R	44.18
Max	185.21		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 166.32$
Mediana	Me = 169.43
Varianza	$s^2 = 279.56$
Desviación Estandar	s = 16.72
Coefficiente de variación	CV = 10.05
Percentiles	P25= 147.83
	P50= 169.43
	P75= 180.13



CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

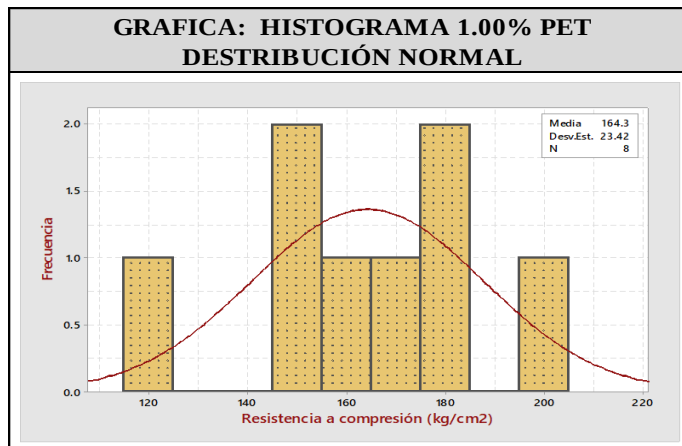
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-89	195.74	kg/cm ²
P-90	123.81	kg/cm ²
P-91	181.59	kg/cm ²
P-92	145.46	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-93	162.06	kg/cm ²
P-94	183.08	kg/cm ²
P-95	151.89	kg/cm ²
P-96	171.13	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	123.81	R	71.93
Max	195.74		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 164.35$
Mediana	Me = 166.6
Varianza	$s^2 = 548.59$
Desviación Estandar	s = 23.42
Coefficiente de variación	CV = 14.25
Percentiles	P25= 147.07
	P50= 166.6
	P75= 182.71



ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 14 DÍAS

CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREF TALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

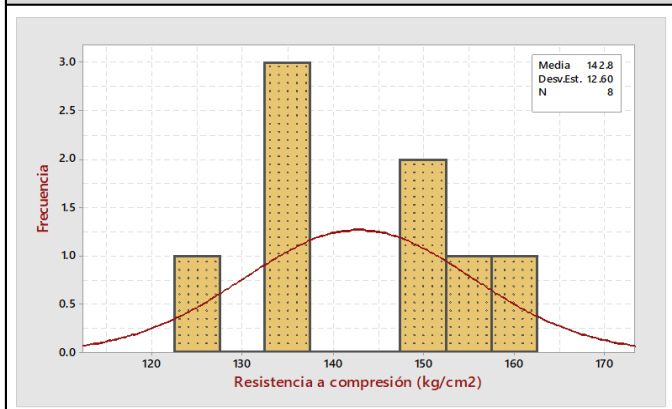
N° de especímenes	N =	8
-------------------	-----	---

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-119	136.67	kg/cm ²
P-120	132.83	kg/cm ²
P-121	132.79	kg/cm ²
P-122	148.33	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-113	150.60	kg/cm ²
P-114	161.95	kg/cm ²
P-115	153.82	kg/cm ²
P-116	125.62	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	125.62	R	36.33
Max	161.95		

**GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL**



RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 142.83$
Mediana	Me = 142.5
Varianza	$s^2 = 158.84$
Desviación Estandar	s = 12.60
Coefficiente de variación	CV = 8.82
Percentiles	P25= 132.80
	P50= 142.50
	P75= 153.01

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS

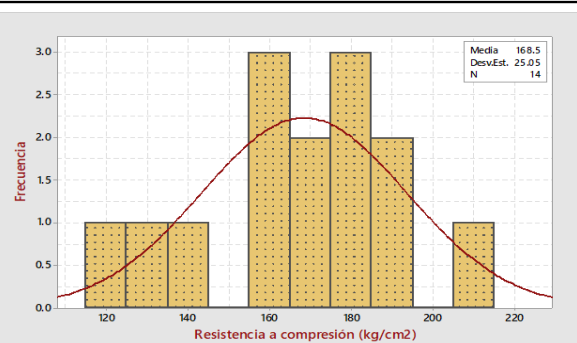
CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO Nº 8

Nº de especímenes		N =	14
Espécimen	f'c(Xi)	Unidad	
P-17	174.81	kg/cm ²	
P-18	163.77	kg/cm ²	
P-19	142.53	kg/cm ²	
P-20	212.11	kg/cm ²	
P-21	167.61	kg/cm ²	
P-22	157.67	kg/cm ²	
P-23	132.87	kg/cm ²	
P-24	179.66	kg/cm ²	
P-25	164.82	kg/cm ²	
P-26	179.01	kg/cm ²	
P-27	192.03	kg/cm ²	
P-28	191.78	kg/cm ²	
P-29	183.01	kg/cm ²	
P-30	117.75	kg/cm ²	

Rango de tados			
Min	117.75	R	94.36
Max	212.11		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 168.53$
Mediana	Me = 171.21
Varianza	$s^2 = 627.41$
Desviación Estandar	s = 25.05
Coefficiente de variación	CV = 14.86
Percentiles	P25 = 153.88
	P50 = 171.21
	P75 = 185.20

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL



CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO Nº 8

Nº de especímenes		N =	14
Espécimen	f'c(Xi)	Unidad	
P-47	176.13	kg/cm ²	
P-48	152.19	kg/cm ²	
P-49	192.56	kg/cm ²	
P-50	154.96	kg/cm ²	
P-51	151.86	kg/cm ²	
P-52	158.59	kg/cm ²	
P-53	160.3	kg/cm ²	
P-54	147.14	kg/cm ²	
P-55	188.92	kg/cm ²	
P-56	191.46	kg/cm ²	
P-57	143.89	kg/cm ²	
P-58	177.83	kg/cm ²	
P-59	188.19	kg/cm ²	
P-60	204.34	kg/cm ²	

Rango de tados			
Min	143.89	R	60.45
Max	204.34		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 170.60$
Mediana	Me = 168.22
Varianza	$s^2 = 402.50$
Desviación Estandar	s = 20.06
Coefficiente de variación	CV = 11.76
Percentiles	P25 = 152.11
	P50 = 168.22
	P75 = 189.56

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL



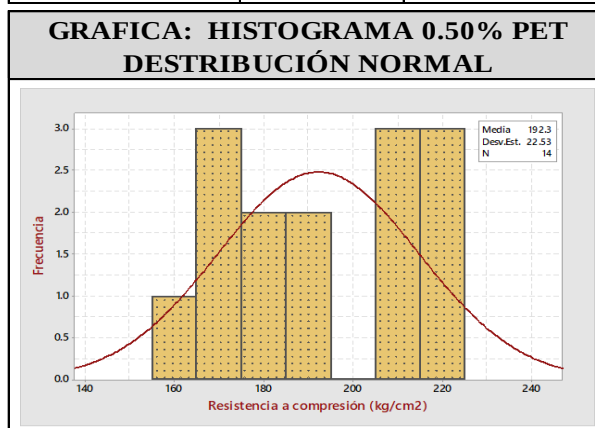
ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS

CON 0.50 % DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

N° de especímenes			N =			14		
Espécimen	f'c(Xi)	Unidad	Espécimen	f'c(Xi)	Unidad	Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-77	220.48	kg/cm ²	P-84	211.18	kg/cm ²	P-84	211.18	kg/cm ²
P-78	206.39	kg/cm ²	P-85	179.82	kg/cm ²	P-85	179.82	kg/cm ²
P-79	189.57	kg/cm ²	P-86	222.69	kg/cm ²	P-86	222.69	kg/cm ²
P-80	175.87	kg/cm ²	P-87	219.62	kg/cm ²	P-87	219.62	kg/cm ²
P-81	187.65	kg/cm ²	P-88	168.48	kg/cm ²	P-88	168.48	kg/cm ²
P-82	168.93	kg/cm ²	P-89	212.78	kg/cm ²	P-89	212.78	kg/cm ²
P-83	162.93	kg/cm ²	P-90	165.27	kg/cm ²	P-90	165.27	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	162.93	R	59.76
Max	222.69		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 192.26$
Mediana	Me = 188.61
Varianza	$s^2 = 507.69$
Desviación Estandar	s = 22.53
Coefficiente de variación	CV = 11.72
Percentiles	P25 = 168.82
	P50 = 188.61
	P75 = 214.49

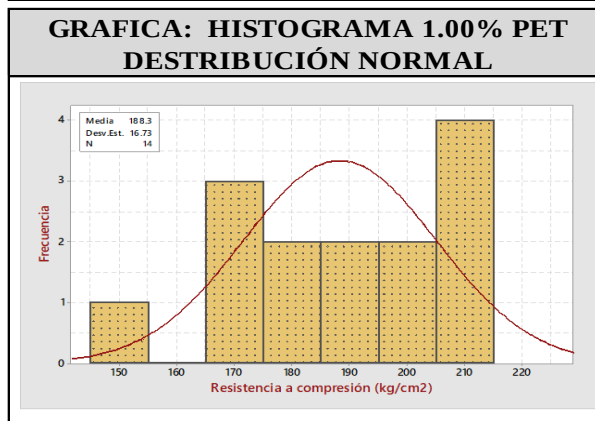


CON 1.00 % DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

N° de especímenes			N =			14		
Espécimen	f'c(Xi)	Unidad	Espécimen	f'c(Xi)	Unidad	Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-107	154.45	kg/cm ²	P-114	179.61	kg/cm ²	P-114	179.61	kg/cm ²
P-108	205.14	kg/cm ²	P-115	193.25	kg/cm ²	P-115	193.25	kg/cm ²
P-109	167.67	kg/cm ²	P-116	205.91	kg/cm ²	P-116	205.91	kg/cm ²
P-110	207.31	kg/cm ²	P-117	199.02	kg/cm ²	P-117	199.02	kg/cm ²
P-111	197.24	kg/cm ²	P-118	184.25	kg/cm ²	P-118	184.25	kg/cm ²
P-112	174.88	kg/cm ²	P-119	206.29	kg/cm ²	P-119	206.29	kg/cm ²
P-113	190.15	kg/cm ²	P-120	171.21	kg/cm ²	P-120	171.21	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	154.45	R	52.86
Max	207.31		

RESULTADOS	
Media	$\bar{x} = 188.31$
Mediana	Me = 191.7
Varianza	$s^2 = 279.77$
Desviación Estandar	s = 16.73
Coefficiente de variación	CV = 8.88
Percentiles	P25 = 173.96
	P50 = 191.70
	P75 = 205.33



ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS

CON 1.50 % DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

N° de especímenes	N =	14
-------------------	-----	----

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-137	144.56	kg/cm ²
P-138	135.16	kg/cm ²
P-139	162.7	kg/cm ²
P-140	161.04	kg/cm ²
P-141	152.04	kg/cm ²
P-142	144.53	kg/cm ²
P-143	135.4	kg/cm ²

Espécimen	f'c(Xi)	Unidad
P-144	165.43	kg/cm ²
P-145	148.62	kg/cm ²
P-146	166.43	kg/cm ²
P-147	168.93	kg/cm ²
P-148	184.98	kg/cm ²
P-149	126.24	kg/cm ²
P-150	118.12	kg/cm ²

Rango de tados			
Min	118.12	R	66.86
Max	184.98		

RESULTADOS		
Media	$\bar{x} =$	151.01
Mediana	Me =	150.33
Varianza	s ² =	341.43
Desviación Estandar	s =	18.48
Coeficiente de variación	CV =	12.24
Percentiles	P25 =	135.34
	P50 =	150.33
	P75 =	165.68

**GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET
 DISTRIBUCIÓN NORMAL**



ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A FLEXIÓN 28 DÍAS

RESISTENCIA A FLEXIÓN (0.0% DE PET) CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Vigas	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	V-01	12.31	-1.41	1.98
	V-02	15.99	2.27	5.16
	V-03	12.85	-0.86	0.75
				7.88

Resultado	Unidad
Media $(\bar{x}) =$	13.72 kg/cm ²
Mediana $Me =$	12.85 kg/cm ²
Varianza $s^2 =$	3.94 (kg/cm ²) ²
Desviación Estandar $s =$	1.99 kg/cm ²
Coficiente de $CV =$	14.47 %
Percentiles	
P25 =	12.31
P50 =	12.85
P75 =	15.99

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

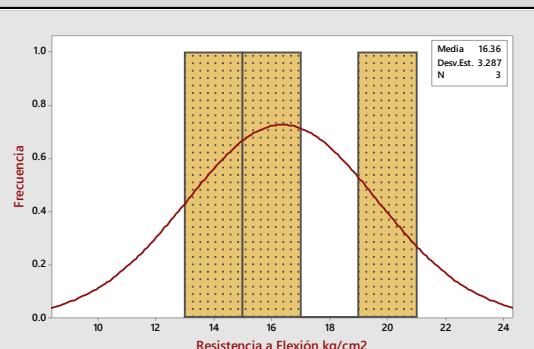


RESISTENCIA A FLEXIÓN (0.25% DE PET) CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Vigas	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	V-04	13.94	-2.42	5.84
	V-05	20.10	3.75	14.03
	V-06	15.03	-1.33	1.77
				21.64

Resultado	Unidad
Media $(\bar{x}) =$	16.36 kg/cm ²
Mediana $Me =$	15.03 kg/cm ²
Varianza $s^2 =$	10.82 (kg/cm ²) ²
Desviación Estandar $s =$	3.29 kg/cm ²
Coficiente de $CV =$	20.11 %
Percentiles	
P25 =	13.94
P50 =	15.03
P75 =	20.10

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

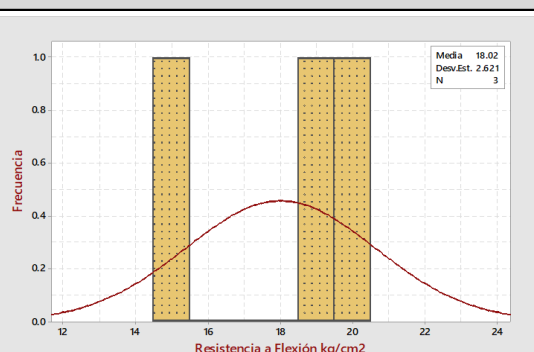


RESISTENCIA A FLEXIÓN (0.50% DE PET) CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Vigas	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	V-07	18.58	0.56	0.31
	V-08	20.31	2.30	5.27
	V-09	15.16	-2.86	8.16
				13.75

Resultado	Unidad
Media $(\bar{x}) =$	18.02 kg/cm ²
Mediana $Me =$	18.58 kg/cm ²
Varianza $s^2 =$	6.87 (kg/cm ²) ²
Desviación Estandar $s =$	2.62 kg/cm ²
Coficiente de $CV =$	14.55 %
Percentiles	
P25 =	15.16
P50 =	18.58
P75 =	20.31

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL



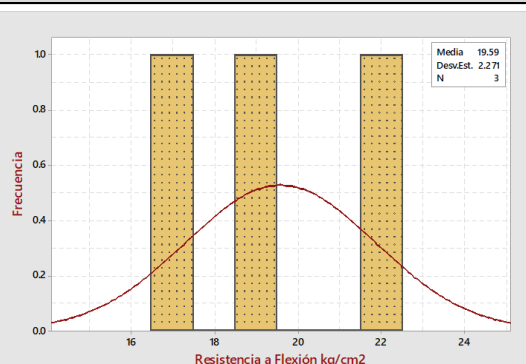
ANÁLISIS ESTADÍSTICO RESISTENCIA A FLEXIÓN 28 DÍAS

RESISTENCIA A FLEXIÓN (1.00% DE PET) CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Vigas	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	V-10	17.49	-2.10	4.40
	V-11	19.28	-0.31	0.10
	V-12	22.00	2.41	5.80
		58.77		10.30

Resultado	Unidad
Media $(\bar{x}) =$	19.59 kg/cm ²
Mediana Me =	19.28 kg/cm ²
Varianza $s^2 =$	5.15 (kg/cm ²) ²
Desviación Estandar s =	2.27 kg/cm ²
Coefficiente de CV =	11.58 %
Percentiles	
P25 =	17.49
P50 =	19.28
P75 =	22.00

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

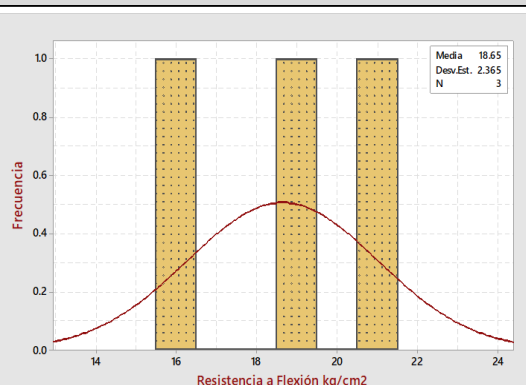


RESISTENCIA A FLEXIÓN (1.50% DE PET) CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Vigas	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	V-13	19.12	0.47	0.22
	V-14	20.75	2.10	4.40
	V-15	16.09	-2.56	6.58
		55.968		11.20

Resultado	Unidad
Media $(\bar{x}) =$	18.66 kg/cm ²
Mediana Me =	19.12 kg/cm ²
Varianza $s^2 =$	5.60 (kg/cm ²) ²
Desviación Estandar s =	2.37 kg/cm ²
Coefficiente de CV =	12.68 %
Percentiles	
P25 =	16.09
P50 =	19.12
P75 =	20.75

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL



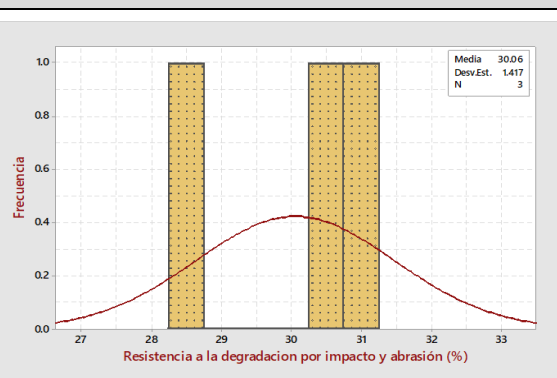
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
RESISTENCIA POTENCIAL A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y
ABRASIÓN A 28 DÍAS

CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 01	28.457	-1.60	2.56
	P- 02	30.563	0.50533	0.26
	P- 03	31.153	1.09533	1.20
		90.173		4.02

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	30.06 %
Mediana (Me) :	30.563 %
Varianza (s ²) :	2.009 (%) ²
Desviación Estándar (s) :	1.417 %
Coefficiente de Variación (CV) :	4.72 %
Percentiles	
P25 =	28.46
P50 =	30.56
P75 =	31.15

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

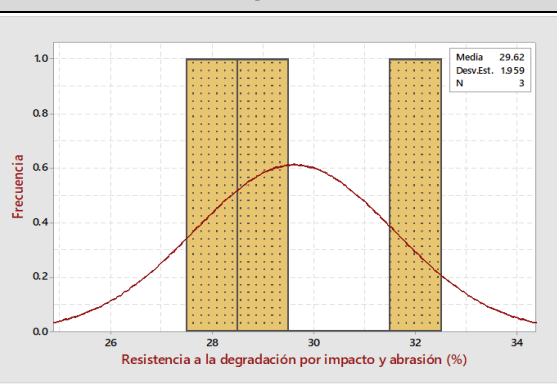


CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P-04	28.3	-1.3217	1.75
	P-05	28.693	-0.9287	0.86
	P-06	31.872	2.25033	5.06
		88.865		7.67

Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	29.62 %
Mediana (Me) :	28.693 %
Varianza (s ²) :	3.837 (%) ²
Desviación Estándar (s) :	1.959 %
Coefficiente de Variación (CV) :	6.61 %
Percentiles	
P25 =	28.30
P50 =	28.69
P75 =	31.87

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

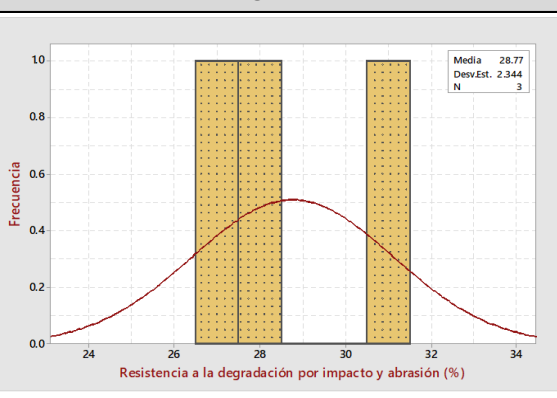


CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 07	28.134	-0.6377	0.41
	P- 08	31.369	2.59733	6.75
	P- 09	26.812	-1.9597	3.84
		86.315		10.99

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	28.77 %
Mediana (Me) :	28.134 %
Varianza (s ²) :	5.497 (%) ²
Desviación Estándar (s) :	2.344 %
Coefficiente de Variación (CV) :	8.15 %
Percentiles	
P25 =	26.81
P50 =	28.13
P75 =	31.37

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL



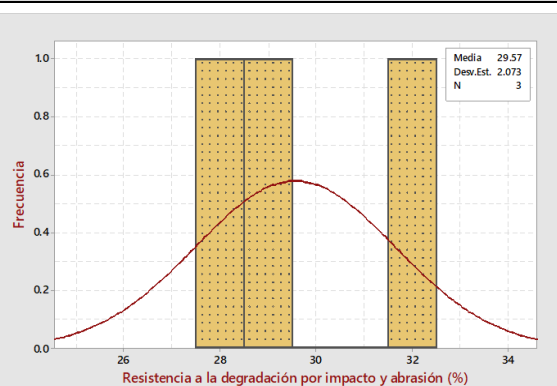
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
RESISTENCIA POTENCIAL A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y
ABRASIÓN A 28 DÍAS

CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 10	31.92	31.92	1018.89
	P- 11	28.785	28.785	828.58
	P- 12	28.004	28.004	784.22
		88.709		2631.69

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	29.57 %
Mediana (Me) :	28.785 %
Varianza (s ²) :	4.296 (%) ²
Desviación Estándar (s) :	2.073 %
Coefficiente de Variación (CV) :	7.01 %
Percentiles	
P25 =	28.00
P50 =	28.79
P75 =	31.92

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

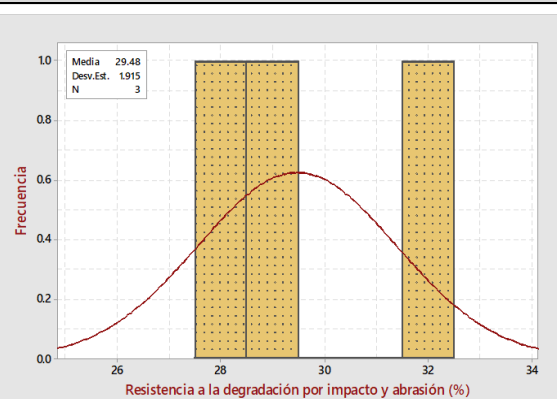


CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P-13	28.994	28.99	840.65
	P-14	31.589	31.59	997.86
	P-15	27.851	27.85	775.68
		88.434		2614.20

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	29.48 %
Mediana (Me) :	28.994 %
Varianza (s ²) :	3.669 (%) ²
Desviación Estándar (s) :	1.915 %
Coefficiente de Variación (CV) :	6.50 %
Percentiles	
P25 =	27.85
P50 =	28.99
P75 =	31.59

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL



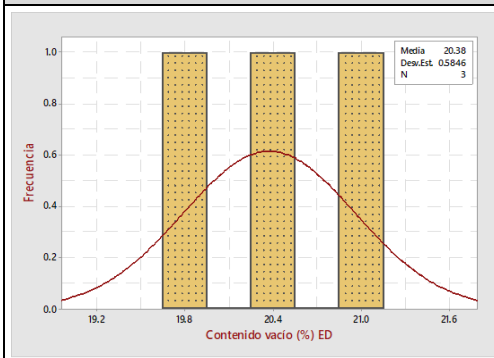
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
CONTENIDO DE VACÍO (%) - ESTADO ENDURECIDO

CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P- 01	19.812	-0.56	0.32
	P- 02	20.979	0.604	0.36
	P- 03	20.334	-0.041	0.00
		61.125		0.68

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	20.38 %
Mediana (Me) :	20.334 %
Varianza (s^2) :	0.342 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.585 %
Coefficiente de Variación (CV) :	2.87 %
Percentiles	
	P25 = 19.81
	P50 = 20.33
	P75 = 20.98

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

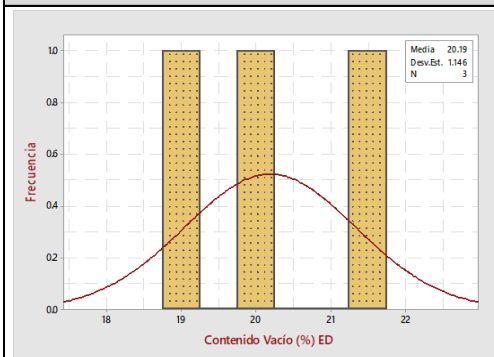


CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-04	21.315	1.123667	1.26
	P-05	19.024	-1.167333	1.36
	P-06	20.235	0.043667	0.00
		60.574		2.63

Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	20.19 %
Mediana (Me) :	20.235 %
Varianza (s^2) :	1.314 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	1.146 %
Coefficiente de Variación (CV) :	5.68 %
Percentiles	
	P25 = 19.02
	P50 = 20.24
	P75 = 21.32

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

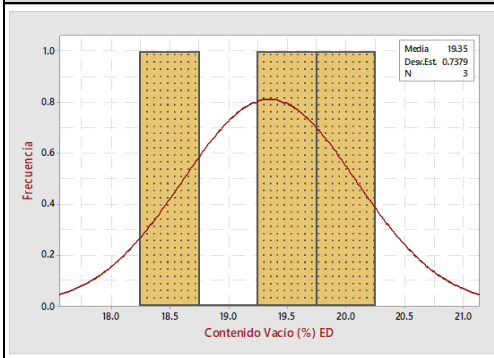


CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P- 07	19.957	0.608	0.37
	P- 08	18.528	-0.821	0.67
	P- 09	19.562	0.213	0.05
		58.047		1.09

Resultados	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	19.35 %
Mediana (Me) :	19.562 %
Varianza (s^2) :	0.545 $(\%)^2$
Desviación Estándar (s) :	0.738 %
Coefficiente de Variación (CV) :	3.81 %
Percentiles	
	P25 = 18.53
	P50 = 19.56
	P75 = 19.96

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL



ANÁLISIS ESTADÍSTICO PERMEABILIDAD

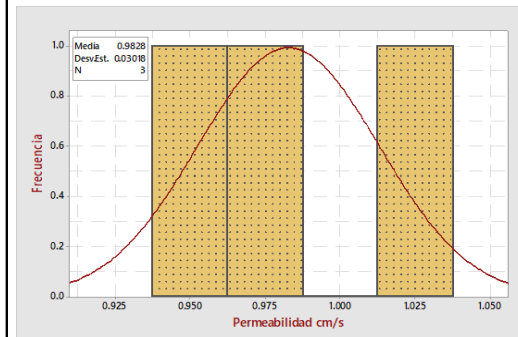
PERMEABILIDAD (0.00% DE PET)

CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	E- 01	0.958	-0.024667	0.00
	E- 02	0.974	-0.008667	0.00
	E- 03	1.016	0.033333	0.00
		2.948		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	0.98	cm/s
Mediana (Me) :	0.974	cm/s
Varianza (s^2) :	0.001	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.030	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	3.05	cm/s
Percentiles	P25 = 0.96	
	P50 = 0.97	
	P75 = 1.02	

**GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL**



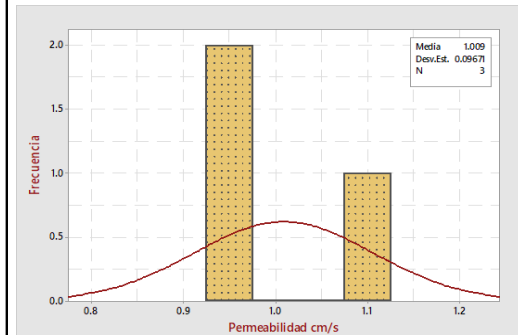
PERMEABILIDAD (0.25% DE PET)

CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Muestra	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	E-04	0.954	-0.06	0.00
	E-05	1.121	0.11	0.01
	E-06	0.953	-0.06	0.00
		3.028		0.02

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.01	cm/s
Mediana (Me) :	0.954	cm/s
Varianza (s^2) :	0.009	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.097	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	9.58	cm/s
Percentiles	P25 = 0.95	
	P50 = 0.95	
	P75 = 1.12	

**GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL**



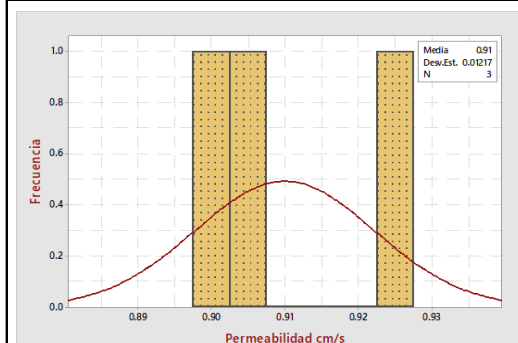
PERMEABILIDAD (0.50% DE PET)

CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	E- 07	0.924	0.01	0.00
	E- 08	0.902	-0.01	0.00
	E- 09	0.904	-0.01	0.00
		2.73		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	0.91	cm/s
Mediana (Me) :	0.904	cm/s
Varianza (s^2) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.012	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.34	cm/s
Percentiles	P25 = 0.90	
	P50 = 0.90	
	P75 = 0.92	

**GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL**





Una Institución Adventista

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PERMEABILIDAD



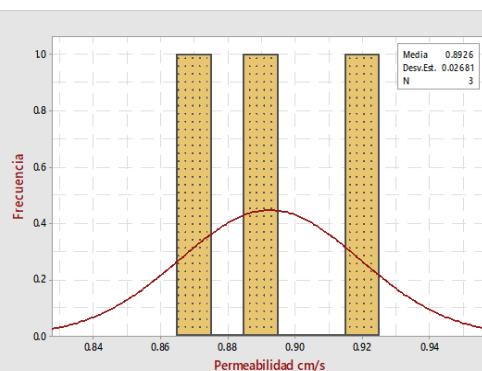
PERMEABILIDAD (1.00% DE PET)

CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	E- 10	0.8654	-0.03	0.00
	E- 11	0.919	0.03	0.00
	E- 12	0.8933	0.00	0.00
		2.6777		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	0.89	cm/s
Mediana (Me) :	0.8933	cm/s
Varianza (s^2) :	0.001	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.027	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	3.00	cm/s
Percentiles	P25 = 0.87	
	P50 = 0.89	
	P75 = 0.92	

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL



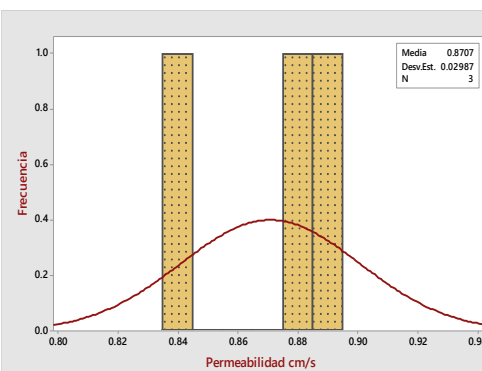
PERMEABILIDAD (1.50% DE PET)

CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	E-13	0.837	-0.01	0.00
	E-14	0.837	-0.01	0.00
	E-15	0.881	0.03	0.00
		2.555		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	0.85	cm/s
Mediana (Me) :	0.837	cm/s
Varianza (s^2) :	0.001	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.025	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	2.98	cm/s
Percentiles	P25 = 0.84	
	P50 = 0.88	
	P75 = 0.89	

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL



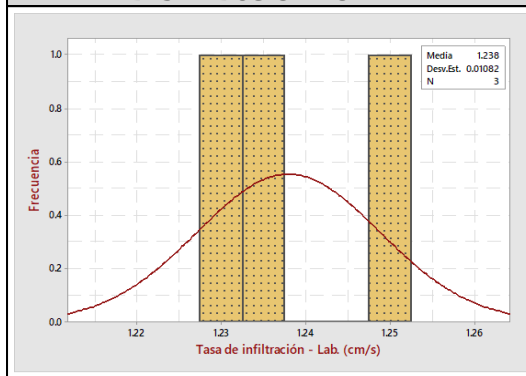
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
TASA DE INFILTRACIÓN - LABORATORIO

TASA DE INFILTRACIÓN (0.00% DE PET)
CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 01	1.229	-0.01	0.00
	P- 02	1.235	0.00	0.00
	P- 03	1.25	0.01	0.00
		3.714		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.24	cm/s
Mediana (Me) :	1.235	cm/s
Varianza (s ²) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.011	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	0.87	cm/s
Percentiles	P25 = 1.23	
	P50 = 1.24	
	P75 = 1.25	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL

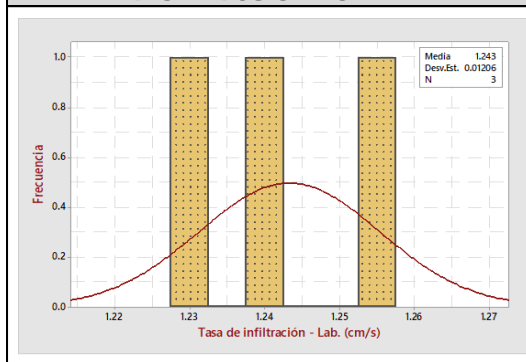


TASA DE INFILTRACIÓN (0.25% DE PET)
CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 04	1.256	0.01	0.00
	P- 05	1.232	-0.01	0.00
	P- 06	1.242	0.00	0.00
		3.73		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.24	cm/s
Mediana (Me) :	1.242	cm/s
Varianza (s ²) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.012	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	0.97	cm/s
Percentiles	P25 = 1.23	
	P50 = 1.24	
	P75 = 1.26	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL

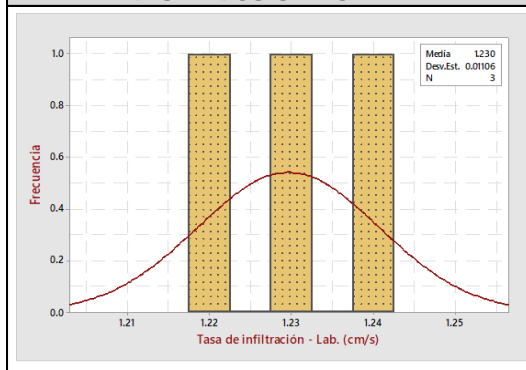


TASA DE INFILTRACIÓN (0.50% DE PET)
CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P-07	1.218	-0.01	0.00
	P-08	1.231	0.00	0.00
	P-09	1.24	0.01	0.00
		3.689		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.23	cm/s
Mediana (Me) :	1.231	cm/s
Varianza (s ²) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.011	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	0.90	cm/s
Percentiles	P25 = 1.22	
	P50 = 1.23	
	P75 = 1.24	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET
DESTRIBUCIÓN NORMAL

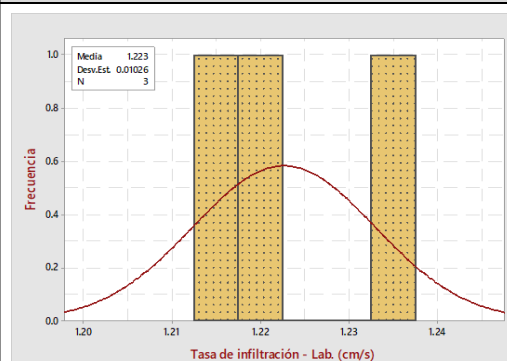


TASA DE INFILTRACIÓN (1.00 % DE PET)
 CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-10	1.22	0.00	0.00
	P-11	1.234	0.01	0.00
	P-12	1.214	-0.01	0.00
		3.668		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.22	cm/s
Mediana (Me) :	1.22	cm/s
Varianza (s^2) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.010	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	0.84	cm/s
Percentiles	P25 = 1.21	
	P50 = 1.22	
	P75 = 1.23	

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00 % PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

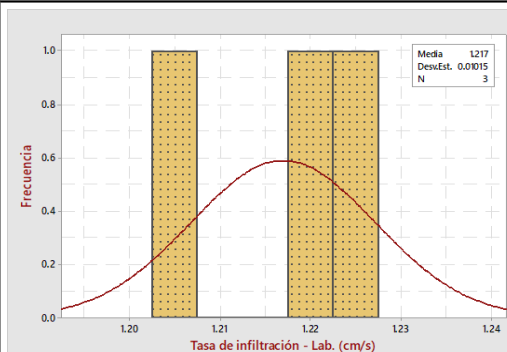


TASA DE INFILTRACIÓN (1.50 % DE PET)
 CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-13	1.206	-0.01	0.00
	P-14	1.226	0.01	0.00
	P-15	1.219	0.00	0.00
		3.651		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.22	cm/s
Mediana (Me) :	1.219	cm/s
Varianza (s^2) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.010	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	0.83	cm/s
Percentiles	P25 = 1.21	
	P50 = 1.22	
	P75 = 1.23	

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50 % PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL



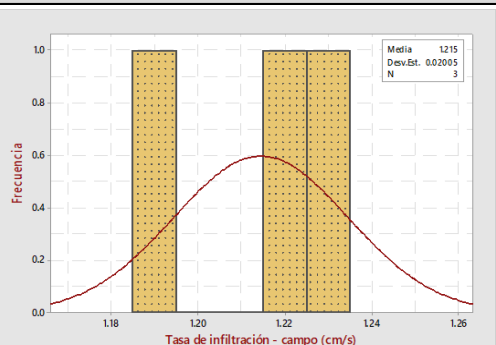
ANÁLISIS ESTADÍSTICO TASA DE INFILTRACIÓN - CAMPO

TASA DE INFILTRACIÓN (0.0% DE PET) CON 0.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 01	1.1925	-0.02	0.00
	P- 02	1.2317	0.02	0.00
	P- 03	1.2194	0.00	0.00
		3.6436		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.21	cm/s
Mediana (Me) :	1.2194	cm/s
Varianza (s ²) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.020	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.65	cm/s
Percentiles		
	P25 = 1.19	
	P50 = 1.22	
	P75 = 1.23	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.00% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

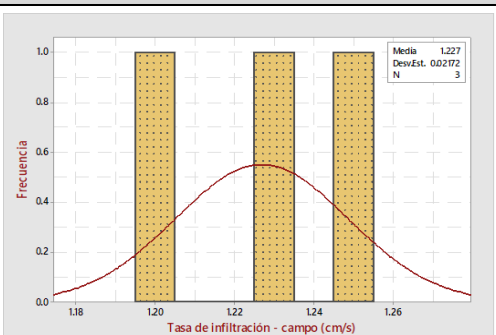


TASA DE INFILTRACIÓN (0.25% DE PET) CON 0.25% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P- 04	1.2046	-0.02	0.00
	P- 05	1.248	0.02	0.00
	P- 06	1.2281	0.00	0.00
		3.6807		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.23	cm/s
Mediana (Me) :	1.2281	cm/s
Varianza (s ²) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.022	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.77	cm/s
Percentiles		
	P25 = 1.20	
	P50 = 1.23	
	P75 = 1.25	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.25% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL

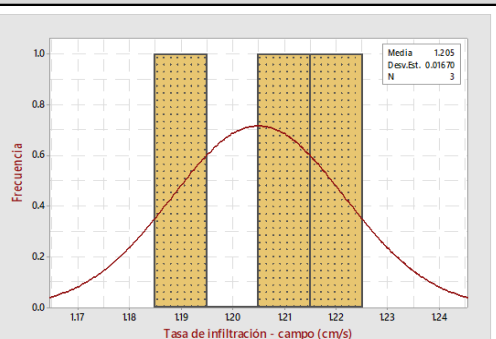


TASA DE INFILTRACIÓN (0.50% DE PET) CON 0.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	(Xi - $\bar{x}$)	(Xi - $\bar{x}$) ²
N = 3	P-07	1.187	-0.02	0.00
	P-08	1.208	0.00	0.00
	P-09	1.22	0.01	0.00
		3.615		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.21	cm/s
Mediana (Me) :	1.208	cm/s
Varianza (s ²) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.017	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.39	cm/s
Percentiles		
	P25 = 1.19	
	P50 = 1.21	
	P75 = 1.22	

GRAFICA: HISTOGRAMA 0.50% PET DISTRIBUCIÓN NORMAL



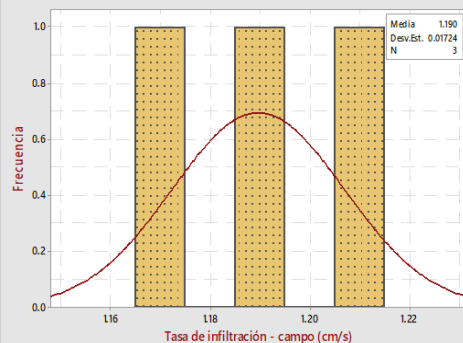
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
TASA DE INFILTRACIÓN - CAMPO

TASA DE INFILTRACIÓN (1.00% DE PET)
CON 1.00% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-10	1.171	-0.02	0.00
	P-11	1.205	0.02	0.00
	P-12	1.193	0.00	0.00
		3.569		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.19	cm/s
Mediana (Me) :	1.193	cm/s
Varianza (s^2) :	0.000	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.017	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.45	cm/s
Percentiles		
	P25 =	1.17
	P50 =	1.19
	P75 =	1.21

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.00% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL

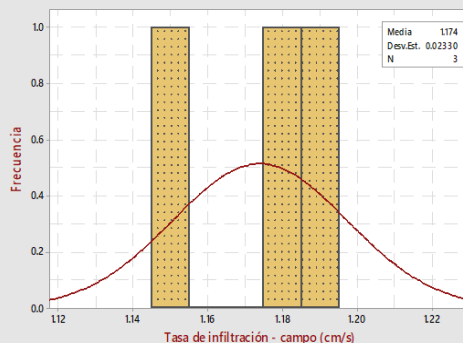


TASA DE INFILTRACIÓN (1.50% DE PET)
CON 1.50% DE FIBRAS DE TEREFALATO DE POLIETILENO - AGREGADO GRUESOS HUSO N° 8

Número de muestras	Espécimen	(Xi)	$(Xi - \bar{x})$	$(Xi - \bar{x})^2$
N = 3	P-13	1.193	0.02	0.00
	P-14	1.181	0.01	0.00
	P-15	1.148	-0.03	0.00
		3.522		0.00

Descripción	Resultado	Unidad
Media ($\bar{x}$) :	1.17	cm/s
Mediana (Me) :	1.181	cm/s
Varianza (s^2) :	0.001	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.023	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.98	cm/s
Percentiles		
	P25 =	1.15
	P50 =	1.18
	P75 =	1.19

GRAFICA: HISTOGRAMA 1.50% PET
DISTRIBUCIÓN NORMAL



ANEXO E. Prueba de hipótesis

ANEXO E – 1. Prueba de hipótesis de propiedades en estado fresco



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
Viva la Institución Adventista

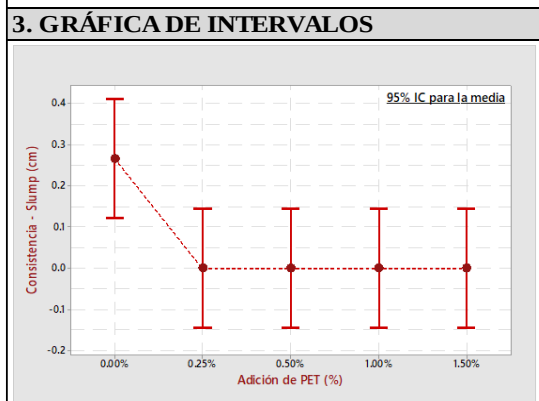
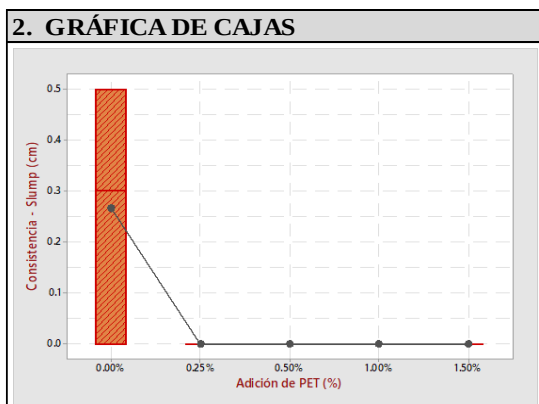
PRUEBA DE HIPÓTESIS DESCRIPTIVO

CONSISTENCIA (SLUMP) - ESTADO FRESCO



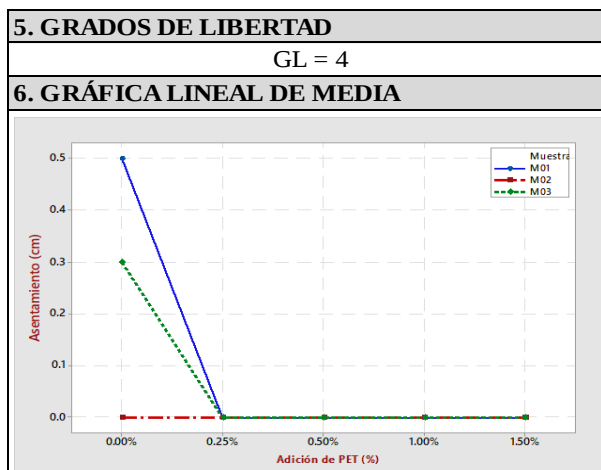
GRUPO EXPERIMENTAL (GE) < GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS								
Adición de PET (%)	Nº de muestra	Media (cm)	Mediana (cm)	Desv. Est. (cm)	Varianza (cm) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm)	Máximo (cm)
0.00 % PET	3	0.267	0.3	0.252	0.063	94.37	0	0.5
0.25 % PET	3	0	0	0	0	0	0	0
0.50 % PET	3	0	0	0	0	0	0	0
1.00 % PET	3	0	0	0	0	0	0	0
1.50 % PET	3	0	0	0	0	0	0	0



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$



7. CONCLUSIÓN

Se concluye según los resultados de las medias de 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET es igual a 0.00 cm de asentamiento y al 0.00% de fibras PET es igual a 0.267 cm, lo que hace una diferencia de medias de 0.267%, que significa un 100% de eficiencia de la adición de 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar los porcentajes de fibras PET no genera asentamiento.

Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** por tener resultados de 0.00 cm de asentamiento a 0.25%, 0.50%, 1.00% y 1.50% de fibras PET, ya que tienen valores de 0 cm no se puede calcular como el "t" = t de student, t_c = valor crítico y entre otros datos lo cual se calcula mediante el software para más precisión en los resultados tanto como para las gráficas. Por lo tanto se realizó solo con el promedio de ambas variables.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PESO UNITARIO - ESTADO FRESCO

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.25% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de muestras	3	3
Media $\bar{X}$	1867.94	1863.00
Desviación estándar	9.55	14.40

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 0.25% de fibras PET **no es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

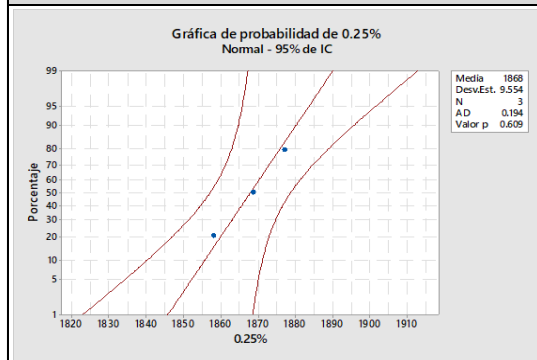
Hipótesis Alternativa (H₁): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 0.25% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

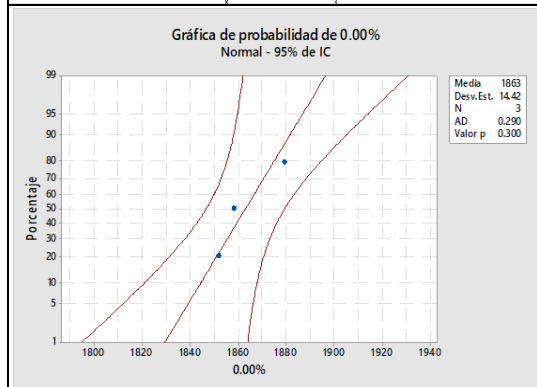
$H_0 = \mu_{PUGE\ 0.25\%} \leq \mu_{PUGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{PUGE\ 0.25\%} > \mu_{PUGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.609	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.300	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

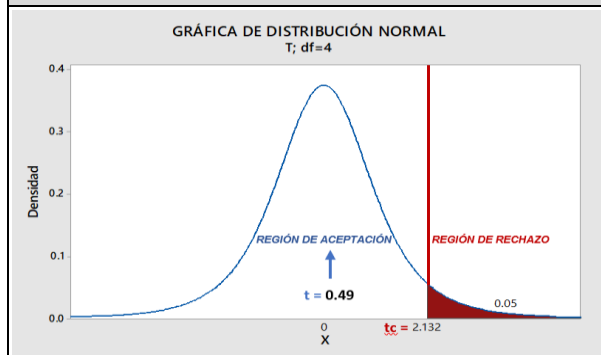
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región aceptación por tanto: Se rechaza H₁.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 0.49 es menor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza hipótesis alterna H₁ y acepta la hipótesis nula H₀. Además la media del peso unitario del 0.25% de PET es 1867.94 kg/m³ y al 0% PET es de 1863.0 kg/m³, lo que hace una diferencia de medias de 4.94 kg/m³, que significa un 0.26% de no eficiencia de la adición a 0.25% PET. Así mismo el p valor igual a 0.323 por ser mayor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis nula H₀ y se rechaza hipótesis alterna H₁, finalmente se confirma que el promedio porcentual del peso unitario del grupo experimental del concreto permeable en estado fresco con adición del 0.25% de fibras PET **no es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del grupo control del concreto permeable en estado fresco.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PESO UNITARIO - ESTADO FRESCO

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.50% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de muestras	3	3
Media $\bar{X}$	1916.32	1863
Desviación estándar	4.85	14.4

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 0.50% de fibras PET **no es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

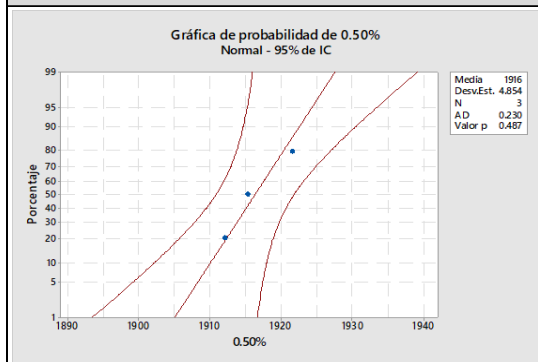
Hipótesis Alternativa (H₁): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 0.50% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

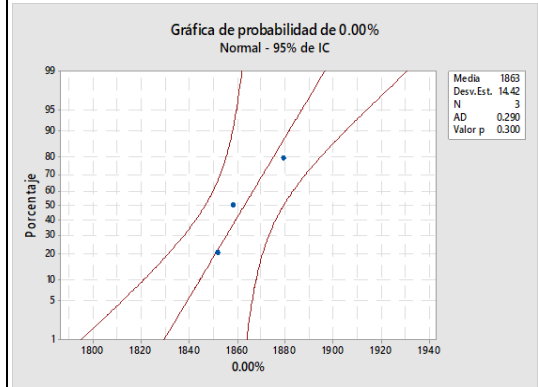
$H_0 = \mu_{PUGE\ 0.50\%} \leq \mu_{PUGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{PUGE\ 0.50\%} > \mu_{PUGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.487	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor p	Normalidad
Anderson Darling	0.300	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

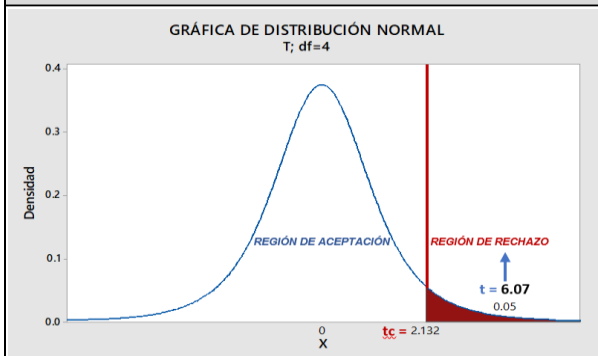
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región de rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 6.07 es mayor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta la hipótesis alternativa H₁. Además la media del peso unitario del 0.50% de PET es 1916.32 kg/m³ y al 0% PET es de 1863.0 kg/m³, lo que hace una diferencia de medias de 53.32 kg/m³, que significa un 2.78% de eficiencia de la adición 0.50%PET. Así mismo el p valor igual a 0.002 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis alternativa H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio porcentual del peso unitario del grupo experimental del concreto permeable en estado fresco con adición del 0.50% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del grupo control del concreto permeable en estado fresco.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PESO UNITARIO - ESTADO FRESCO

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 1.00% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
Nº de viguetas	3	3
Media $\bar{X}$	1910.30	1863.00
Desviación estándar	10.7	14.4

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 1.00% de fibras PET **no es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

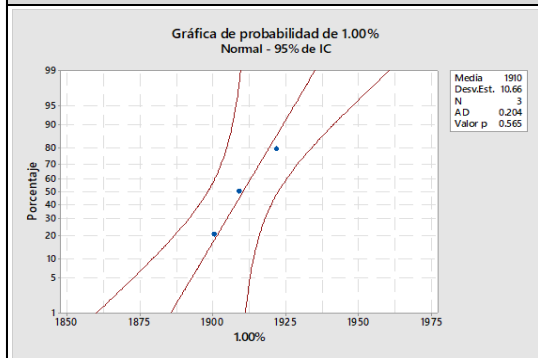
Hipótesis Alterna (H₁): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 1.00% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

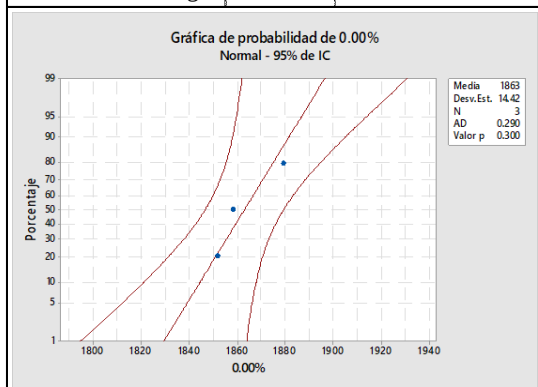
$H_0 = \mu_{PUGE\ 1.00\%} \leq \mu_{PUGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{PUGE\ 1.00\%} > \mu_{PUGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.565	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.300	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

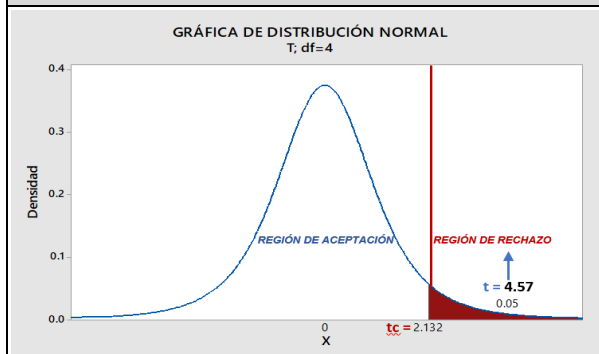
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

$GL = 4$

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 4.57 es mayor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta la hipótesis alterna H₁. Además la media del peso unitario del 1.00% de PET es 1910.3 kg/m³ y al 0% PET es de 1863.0 kg/m³, lo que hace una diferencia de medias de 47.3 kg/m³, que significa un 2.48% de eficiencia de la adición a 1.00% PET. Así mismo el p valor igual a 0.005 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis alterna H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio porcentual del peso unitario del grupo experimental del concreto permeable en estado fresco con adición del 1.0% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del grupo control del concreto permeable en estado fresco.

PRUEBA DE HIPÓTESIS PESO UNITARIO - ESTADO FRESCO

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 1.50% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de muestras	3	3
Media $\bar{X}$	1967.9	1863
Desviación estándar	16.6	14.4

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 1.50% de fibras PET **no es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

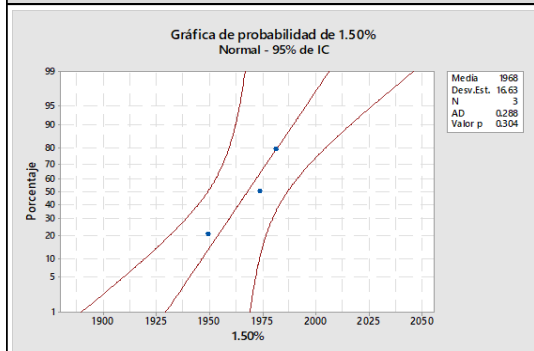
Hipótesis Alterna (H₁): El promedio porcentual del peso unitario del GE en concreto permeable en estado fresco con adición del 1.50% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

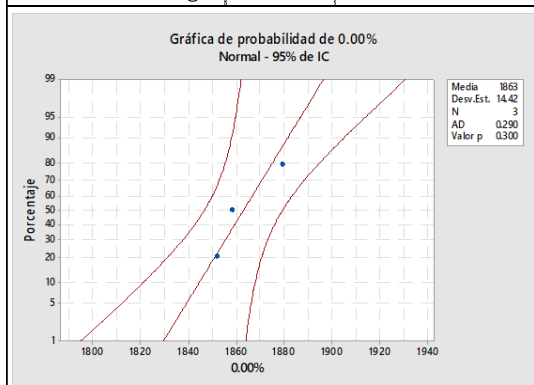
$H_0 = \mu_{PUGE\ 1.50\%} \leq \mu_{PUGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{PUGE\ 1.50\%} > \mu_{PUGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.304	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.300	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

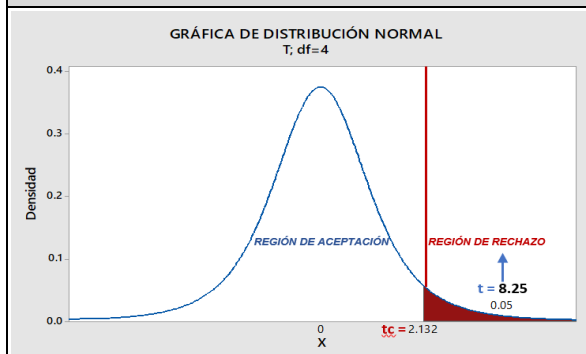
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

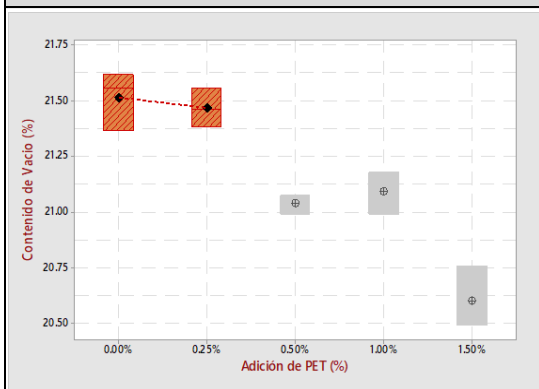
Se concluye que el valor de t calculado 8.25 es mayor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta la hipótesis alterna H₁. Además la media del peso unitario del 1.50% de PET es 1967.9 kg/m³ y al 0% PET es de 1863.0 kg/m³, lo que hace una diferencia de medias de 104.9 kg/m³, que significa un 5.33% de eficiencia de la adición a 1.50% PET. Así mismo el p valor igual a 0.001 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis alterna H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio porcentual del peso unitario del grupo experimental del concreto permeable en estado fresco con adición del 1.50% de fibras PET **es mayor** que el promedio porcentual del peso unitario del grupo control del concreto permeable en estado fresco.

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	21.512	21.556	0.13	0.017	0.61	21.365	21.614
GE - 0.25% PET	3	21.467	21.460	0.086	0.007	0.400	21.384	21.556

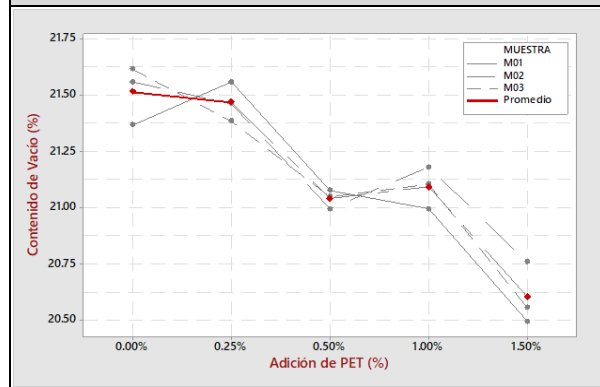
2. GRÁFICA DE CAJAS



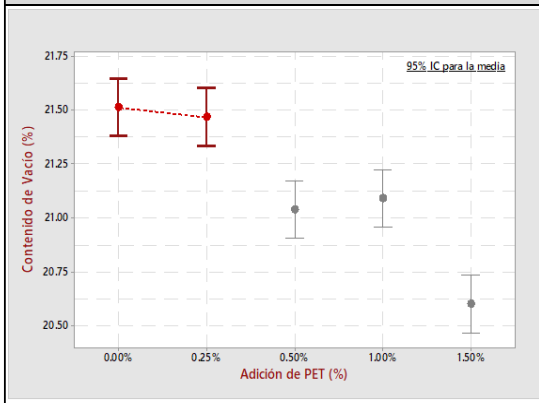
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado fresco de concreto permeable al adicionar 0.25% de fibras PET es 21.467% y al 0% de fibras PET es de 21.512%, lo que hace una diferencia de medias de 0.045%, que significa un 0.21% de no eficiencia de la adición a 0.25% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.25% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado fresco.

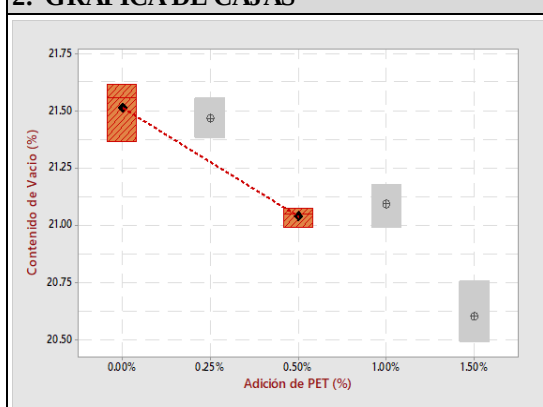
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.045% de 0.25% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

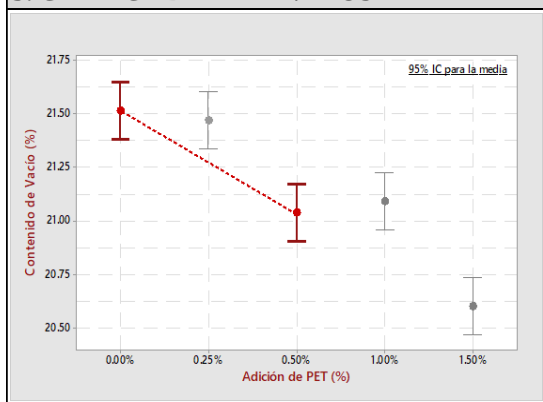
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	21.512	21.556	0.13	0.017	0.61	21.365	21.614
GE - 0.50% PET	3	21.039	21.048	0.042	0.002	0.200	20.993	21.076

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



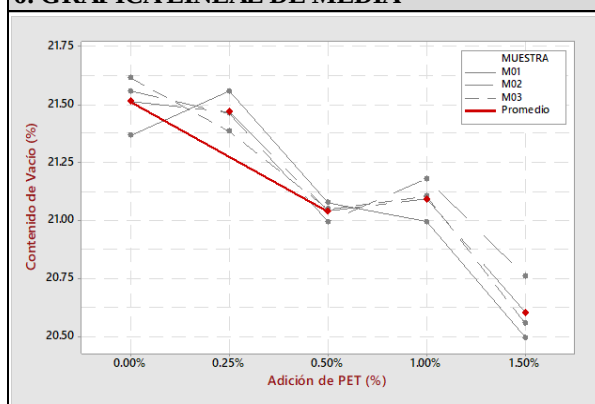
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado fresco de concreto permeable al adicionar 0.50% de fibras PET es 21.039% y al 0% de fibras PET es de 21.512%, lo que hace una diferencia de medias de 0.473%, que significa un 2.20% de no eficiencia de la adición a 0.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.50% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado fresco.

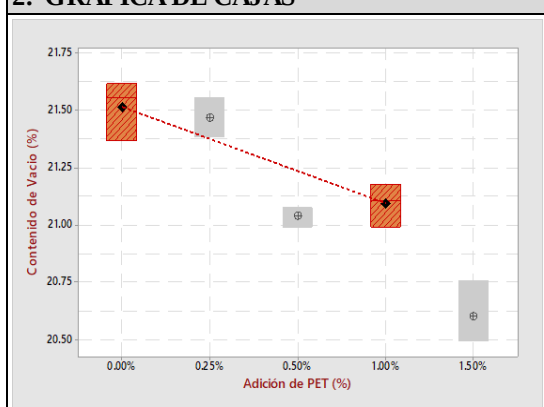
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.473% de 0.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

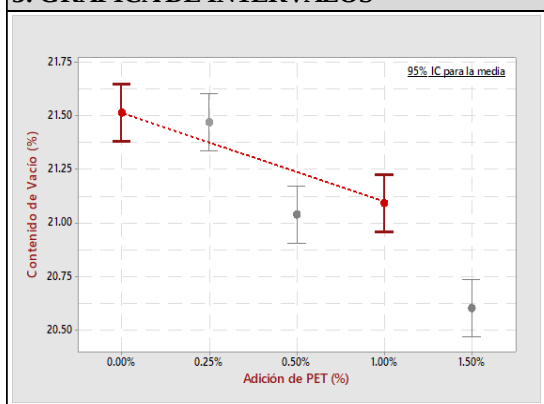
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	21.512	21.556	0.13	0.017	0.61	21.365	21.614
GE - 1.00% PET	3	21.091	21.103	0.093	0.009	0.440	20.993	21.178

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



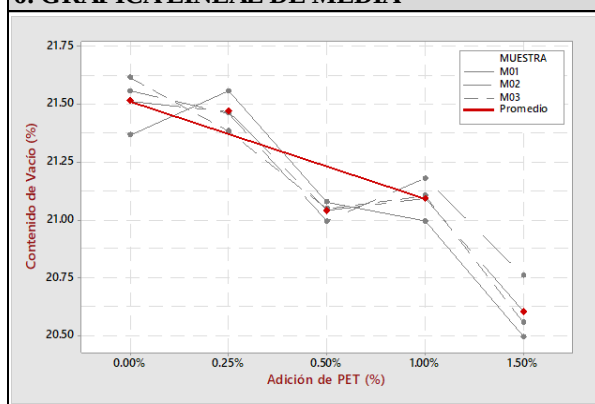
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado fresco de concreto permeable al adicionar 1.00% de fibras PET es 21.091% y al 0% de fibras PET es de 21.512%, lo que hace una diferencia de medias de 0.421%, que significa un 1.96% de no eficiencia de la adición a 1.00% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.00% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado fresco.

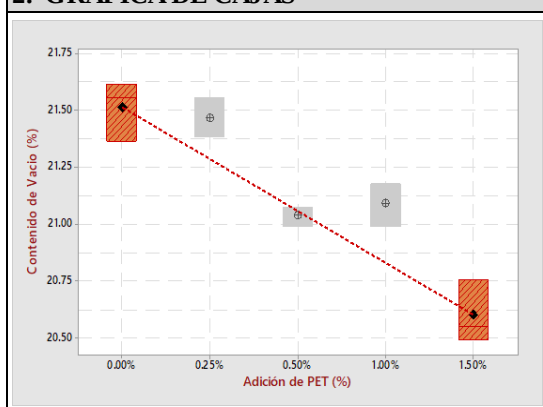
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.421% de 1.00% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

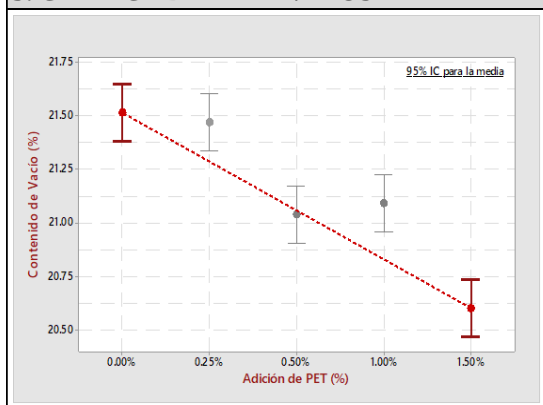
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	21.512	21.556	0.13	0.017	0.61	21.365	21.614
GE - 1.50% PET	3	20.602	20.554	0.139	0.019	0.670	20.493	20.758

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



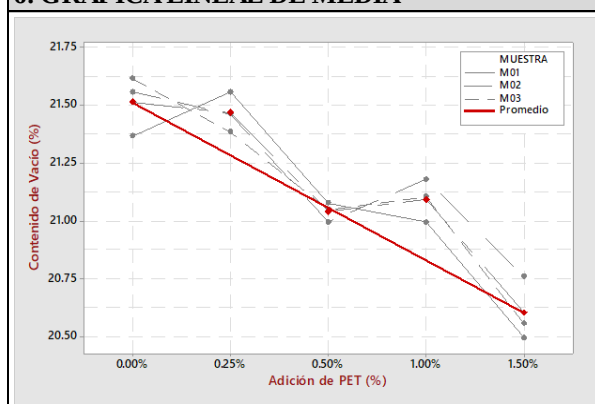
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacio en estado fresco de concreto permeable al adicionar 1.50% de fibras PET es 20.602% y al 0% de fibras PET es de 21.512%, lo que hace una diferencia de medias de 0.91%, que significa un 4.23% de no eficiencia de la adición a 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.50% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado fresco.

Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.91% de 1.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

ANEXO E – 2. Prueba de hipótesis de propiedades en estado endurecido

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN DESIGN YOUR VISION BY INNOVATION Una Institución Adventista PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS		INGENIERÍA CIVIL UPEU
0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)		
Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.25% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
Nº de especímenes	14	14
Media $\bar{X}$	170.6	168.53
Desviación estándar	20.06	25.05

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.25% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RC del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

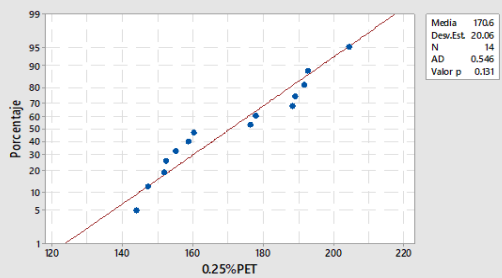
$H_0 = \mu_{RCGE\ 0.25\%} \leq \mu_{RCGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{RCGE\ 0.25\%} > \mu_{RCGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLIS DE LA NORMALIDAD

Gráfica de probabilidad de 0.25%PET

Normal



Analisis de normalidad

Valor P

Normalidad

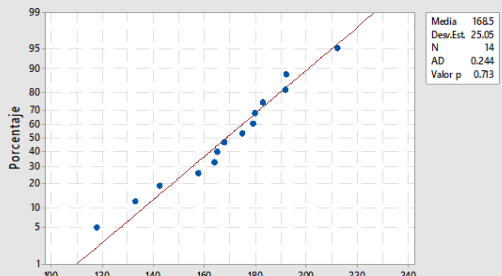
Anderson Darling

0.131

Si es normal

Gráfica de probabilidad de 0%PET

Normal



Analisis de normalidad

Valor P

Normalidad

Anderson Darling

0.713

Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 26

Hipótesis Alterna (H₁): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.25% de fibras PET es mayor que el promedio de la RC del GC.

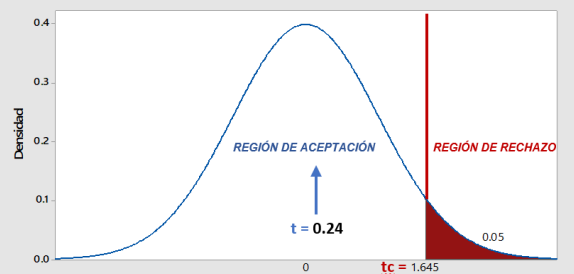
PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN

GRÁFICA DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

Media=0; Desv.Est.=1



El estadístico de prueba cae dentro de región aceptación por tanto: Se rechaza H₁.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se observa que el valor de t calculado 0.24 es menor al valor de t crítico igual a 1.645 entonces se rechaza la hipótesis alterna H₁ y se acepta hipótesis nula H₀. Además la media de la resistencia a la compresión del 0.25% de PET es 170.6 kg/cm² y al 0% PET es de 168.5 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 2.1 kg/cm², que significa un 1.23% de eficiencia baja de PET. Así mismo el p valor igual a 0.406 por ser mayor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis nula H₀ y se rechaza la hipótesis alterna H₁, finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.25% de tereftalato de polietileno (PET) es menor e igual que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.50% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de especímenes	14	14
Media $\bar{X}$	192.26	168.53
Desviación estándar	22.53	25.05

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.50% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RC del GC.

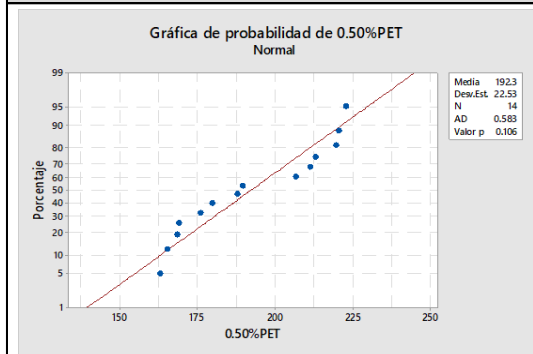
Hipótesis Alterna (H₁): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.50% de fibras PET es mayor que el promedio de la RC del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

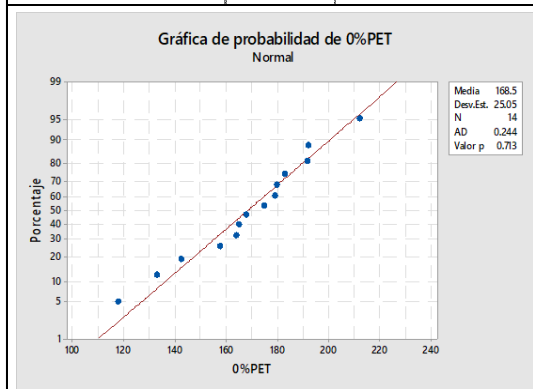
$H_0 = \mu_{RCGE\ 0.50\%} \leq \mu_{RCGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{RCGE\ 0.50\%} > \mu_{RCGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.106	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor p	Normalidad
Anderson Darling	0.713	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

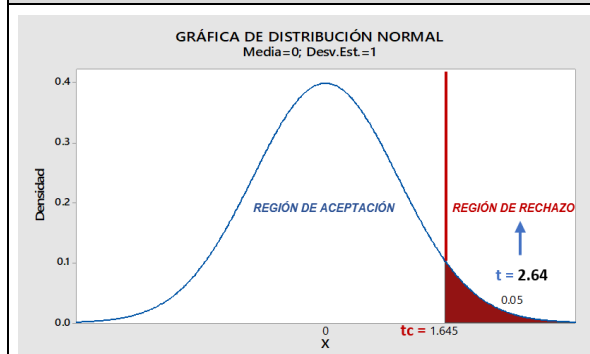
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 26

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región de rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se observa que el valor de t calculado 2.64 es mayor al valor de t crítico igual a 1.645 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta hipótesis alterna H₁. Además la media de la resistencia a la compresión del 0.50% de PET es 192.26 kg/cm² y al 0% PET es de 168.53 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 23.8 kg/cm², que significa un 12.38% de eficiencia de la adición a 0.50%PET. Así mismo el p valor igual a 0.007 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta hipótesis alterna H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.50% de tereftalato de polietileno (PET) es mayor que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.25% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
Nº de especímenes	14	14
Media $\bar{X}$	188.31	168.53
Desviación estándar	16.73	25.05

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.00% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RC del GC.

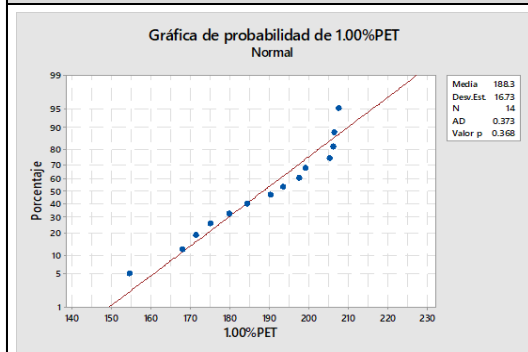
Hipótesis Alterna (H₁): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.00% de fibras PET es mayor que el promedio de la RC del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

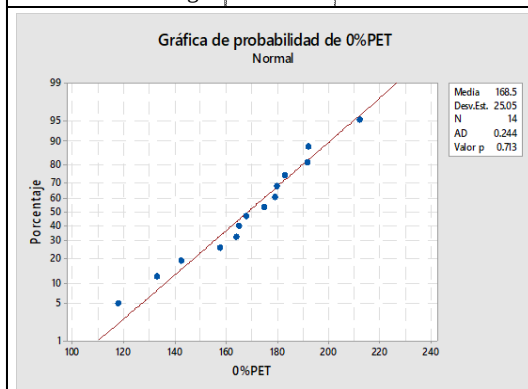
$H_0 = \mu_{RCGE\ 1.00\%} \leq \mu_{RCGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{RCGE\ 1.00\%} > \mu_{RCGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.368	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.713	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

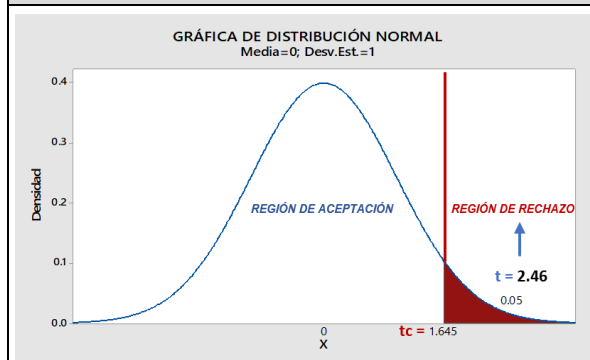
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 26

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 2.46 es mayor al valor de t crítico igual a 1.645 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta hipótesis alterna H₁. Además la media de la resistencia a la compresión del 1.00% de PET es 188.31 kg/cm² y al 0% PET es de 168.53 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 19.8 kg/cm², que significa un 10.52% de eficiencia de la adición a 1.00% PET. Así mismo el p valor igual a 0.010 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta hipótesis alterna H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.00% de tereftalato de polietileno (PET) es mayor que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A COMPRESIÓN - 28 DÍAS

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 1.50% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
Nº de especímenes	14	14
Media $\bar{X}$	151.01	168.53
Desviación estándar	18.48	25.05

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.50% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RC del GC.

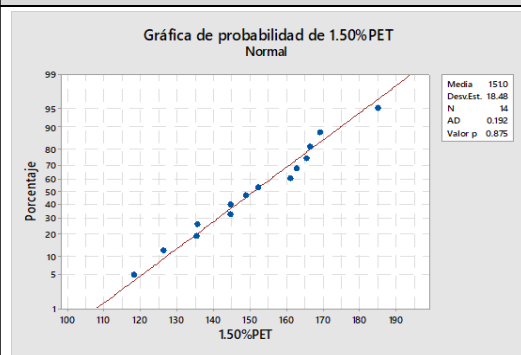
Hipótesis Alternativa (H₁): El promedio de la RC del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.50% de fibras PET es mayor que el promedio de la RC del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

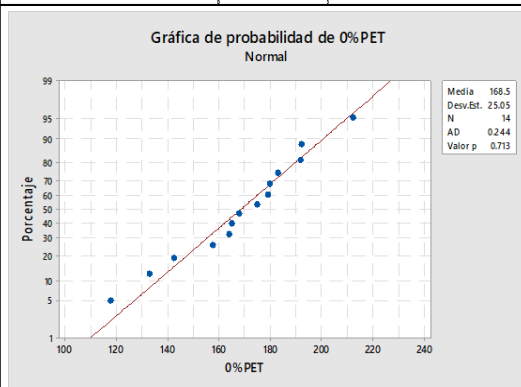
$H_0 = \mu_{RCGE\ 1.50\%} \leq \mu_{RCGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{RCGE\ 1.50\%} > \mu_{RCGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.875	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.713	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

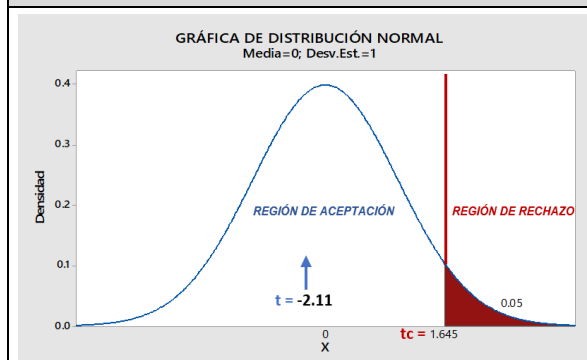
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 26

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región aceptación por tanto: Se rechaza H₁.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se observa que el valor de t calculado -2.11 es menor al valor de t crítico igual a 1.645 entonces se rechaza la hipótesis alternativa H₁ y se acepta hipótesis nula H₀. Además la media de la resistencia a la compresión del 1.50% de PET es 151.01 kg/cm² al 0% PET es de 168.53 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de -17.5 kg/cm², que significa un 10.39% de no eficiencia de la adición a 1.50%PET. Así mismo el p valor igual a 0.977 por ser mayor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta hipótesis nula H₀ y se rechaza la hipótesis alternativa H₁, finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.50% de tereftalato de polietileno (PET) no es mayor que el promedio de la resistencia a la compresión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A FLEXIÓN - 28 DÍAS

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.25% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de Viguetas	3	3
Media $\bar{X}$	16.36	13.72
Desviación estándar	3.29	1.99

HIPÓTESIS NULA (H_0): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.25% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RF del GC.

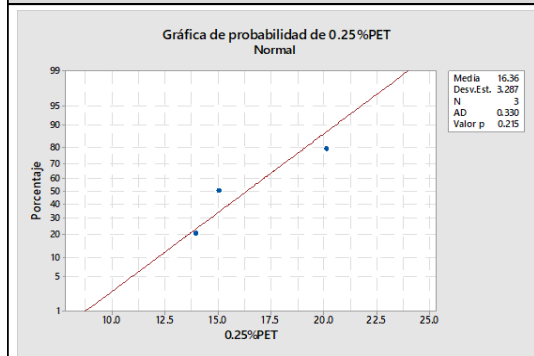
Hipótesis Alterna (H_1): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.25% de fibras PET es mayor que el promedio de la RF del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

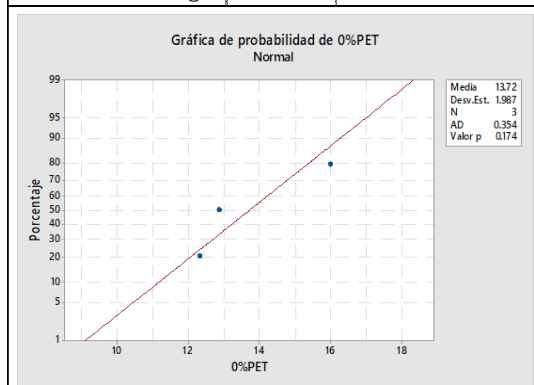
$H_0 = \mu_{RFGE\ 0.25\%} \leq \mu_{RFGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{RFGE\ 0.25\%} > \mu_{RFGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.215	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.174	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

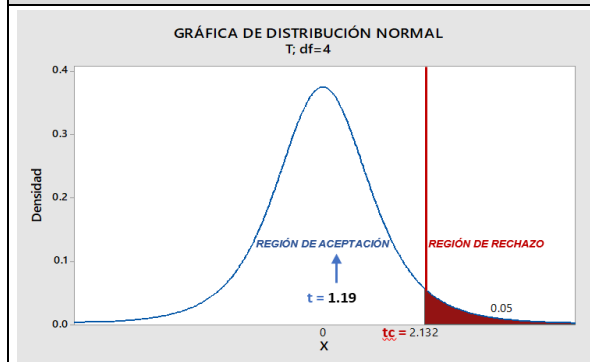
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región aceptación por tanto: Se rechaza H_1 .

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se observa que el valor de t calculado 1.19 es menor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis alterna H_1 y se acepta hipótesis nula H_0 . Además la media de la resistencia a flexión del 0.25% de PET es 16.36 kg/cm² y al 0% PET es de 13.72 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 2.64 kg/cm², que significa un 16.14% de no eficiencia de la adición a 0.25% PET. Así mismo el p valor igual a 0.150 por ser mayor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta hipótesis nula H_0 y se rechaza la hipótesis alterna H_1 , finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a flexión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.25% de tereftalato de polietileno (PET) no es mayor que el promedio de la resistencia a flexión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A FLEXIÓN - 28 DÍAS

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 0.50% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de viguetas	3	3
Media $\bar{X}$	18.02	13.72
Desviación estándar	2.62	1.99

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.50% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RF del GC.

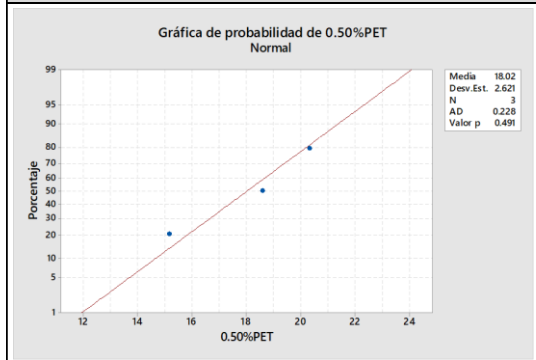
Hipótesis Alternativa (H₁): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.50% de fibras PET es mayor que el promedio de la RF del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

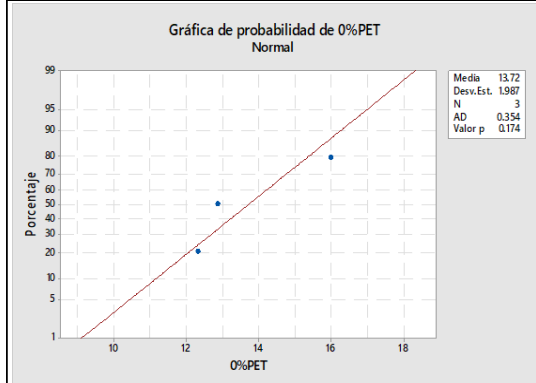
$H_0 = \mu_{RFGC} 0.50\% \leq \mu_{RFGC} 0\%$

$H_1 = \mu_{RFGC} 0.50\% > \mu_{RFGC} 0\%$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.491	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor p	Normalidad
Anderson Darling	0.174	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

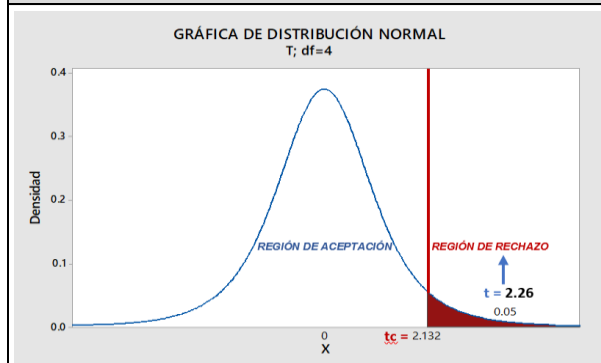
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región de rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 2.26 es mayor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta la hipótesis alternativa H₁. Además la media de la resistencia a flexión del 0.50% de PET es 18.02 kg/cm² y al 0% PET es de 13.72 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 4.3 kg/cm², que significa un 23.86% de eficiencia de la adición a 0.50%PET. Así mismo el p valor igual a 0.043 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis alternativa H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a flexión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 0.50% de fibras PET es mayor que el promedio de la resistencia a flexión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A FLEXIÓN - 28 DÍAS

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 1.00% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de viguetas	3	3
Media $\bar{X}$	19.59	13.72
Desviación estándar	2.27	1.99

HIPÓTESIS NULA (H₀): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.00% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RF del GC.

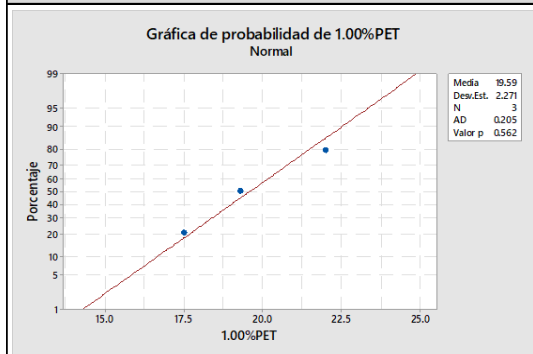
Hipótesis Alternativa (H₁): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.00% de fibras PET es mayor que el promedio de la RF del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

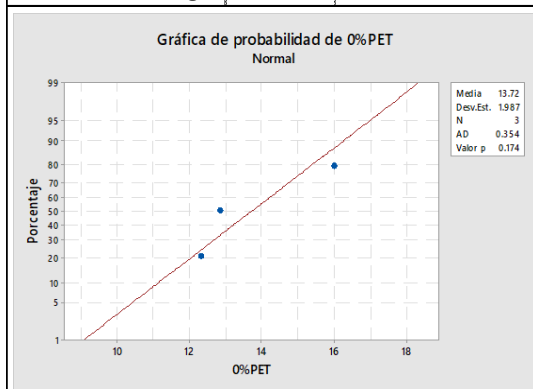
$H_0 = \mu_{RCGE\ 1.00\%} \leq \mu_{RCGC\ 0\%}$

$H_1 = \mu_{RCGE\ 1.00\%} > \mu_{RCGC\ 0\%}$

PASO 2. ANÁLIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.562	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.174	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

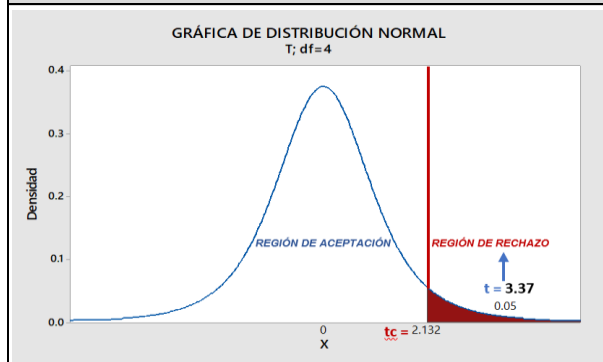
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región rechazo por tanto: Se rechaza H₀.

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 3.37 es mayor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis nula H₀ y se acepta hipótesis alternativa H₁. Además la media de la resistencia a flexión del 1.00% de PET es 19.59 kg/cm² y al 0% PET es de 13.72 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 5.87 kg/cm², que significa un 29.96% de eficiencia de la adición a 1.00% PET. Así mismo el p valor igual a 0.014 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis alterna H₁ y se rechaza la hipótesis nula H₀, finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a flexión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.00% de fibras PET es mayor que el promedio de la resistencia a flexión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.

PRUEBA DE HIPÓTESIS RESISTENCIA A FLEXIÓN - 28 DÍAS

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

Descripción	GRUPO EXPERIMENTAL (GE) con 1.50% fibras PET	GRUPO CONTROL (GC) sin fibras PET
N° de viguetas	3	3
Media $\bar{X}$	18.65	13.72
Desviación estándar	2.36	1.99

HIPÓTESIS NULA (H_0): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.50% de fibras PET es menor o igual que el promedio de la RF del GC.

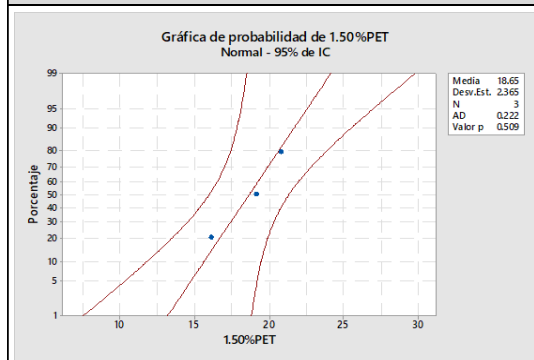
Hipótesis Alterna (H_1): El promedio de la RF del GE en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.50% de fibras PET es mayor que el promedio de la RF del GC.

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS

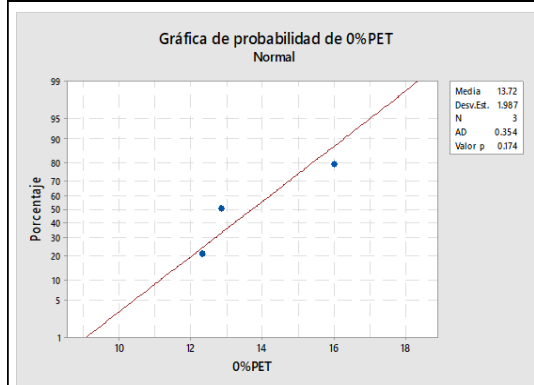
$H_0 = \mu_{RFGC} 1.50\% \leq \mu_{RFGC} 0\%$

$H_1 = \mu_{RFGC} 1.50\% > \mu_{RFGC} 0\%$

PASO 2. ANÁLISIS DE LA NORMALIDAD



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.509	Si es normal



Análisis de normalidad	Valor P	Normalidad
Anderson Darling	0.174	Si es normal

PASO 3. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

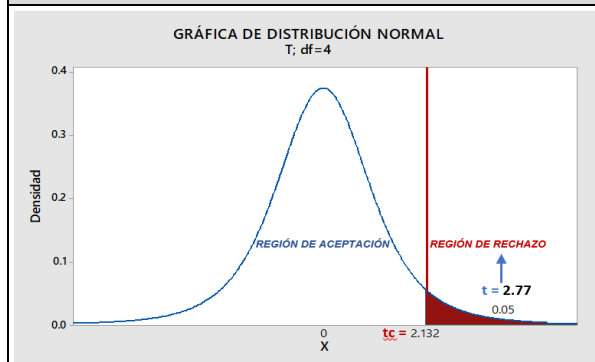
PASO 4. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

PASO 5. ESTADÍSTICA DE PRUEBA

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (d_0)}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}}$$

PASO 6. REGLA DE DECISIÓN



El estadístico de prueba cae dentro de región rechazo por tanto: Se rechaza H_0 .

PASO 7. CONCLUSIÓN

Se concluye que el valor de t calculado 2.77 es mayor al valor de t crítico igual a 2.132 entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alterna H_1 . Además la media de la resistencia a flexión del 1.50% de PET es 18.65 kg/cm² y al 0% PET es de 13.72 kg/cm², lo que hace una diferencia de medias de 4.93 kg/cm², que significa un 26.43% de eficiencia de la adición a 1.50% PET. Así mismo el p valor igual a 0.025 por ser menor al nivel de significancia $\alpha=5\%$ entonces se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula H_0 , finalmente se confirma que el promedio de la resistencia a flexión del grupo experimental en la edad del concreto permeable desarrollada en estado endurecido con adición del 1.50% de fibras PET es mayor que el promedio de la resistencia a flexión del grupo control de lo convencional desarrollada por el concreto permeable en estado endurecido.



Una Institución Adventista



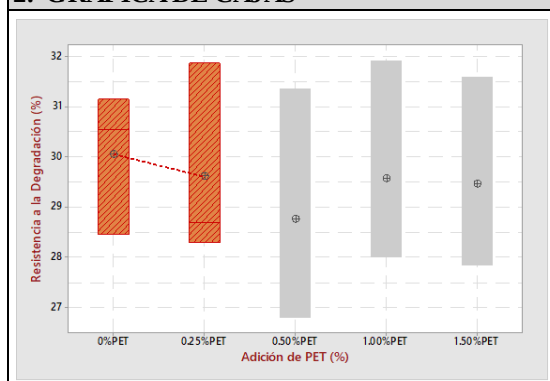
PRUEBA DE HIPÓTESIS DESCRIPTIVO RESISTENCIA POTENCIAL A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y ABRASIÓN

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) < 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	30.06	30.56	1.42	2.01	4.72	28.46	31.15
GE - 0.25% PET	3	29.62	28.69	1.96	3.84	6.61	28.3	31.87

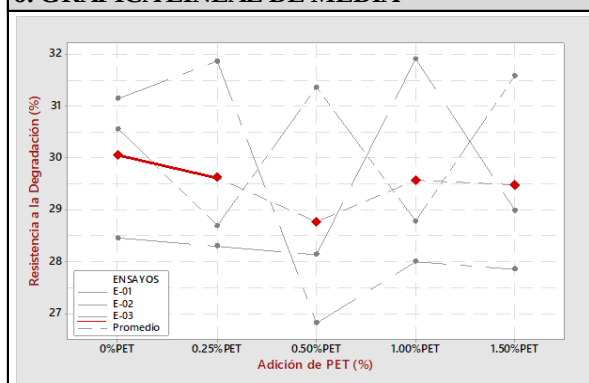
2. GRÁFICA DE CAJAS



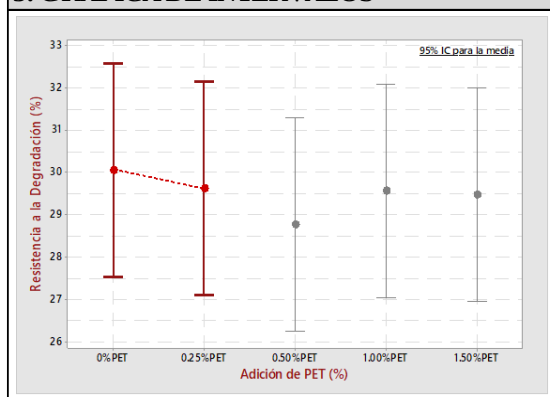
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de la Resistencia Potencial a la Degradación por Impacto y Abrasión del 0.25% de fibras PET es 29.62% y al 0% de fibras PET es de 30.06%, lo que hace una diferencia de medias de 0.44%, que significa un 1.464% de eficiencia de la adición a 0.25% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.25% de fibras PET disminuye la degradación por impacto y abrasión en el concreto permeable.

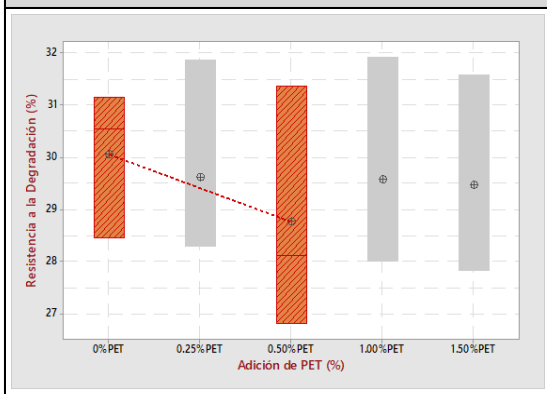
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.044% de las adiciones de 0.25% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) < 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	30.06	30.56	1.42	2.01	4.72	28.46	31.15
GE - 0.50% PET	3	28.77	28.13	2.34	5.5	8.15	26.81	31.37

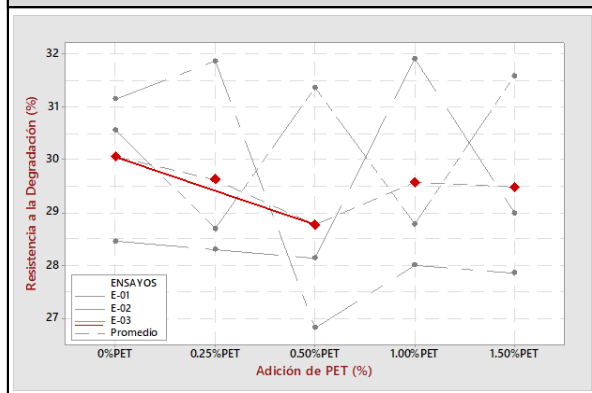
2. GRÁFICA DE CAJAS



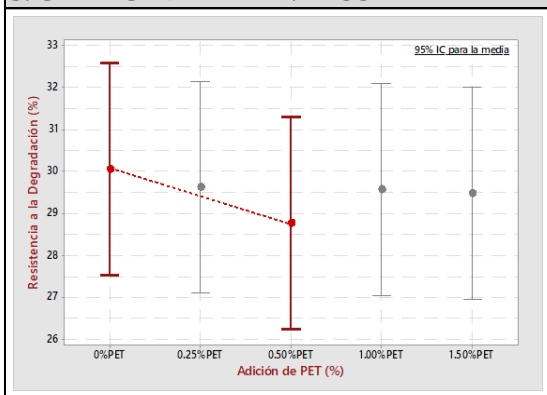
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de la Resistencia Potencial a la Degradación por Impacto y Abrasión del 0.50% de fibras PET es 28.77% y al 0% de fibras PET es de 30.06%, lo que hace una diferencia de medias de 1.29%, que significa un 4.29% de eficiencia de la adición a 0.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.50% de fibras PET disminuye la degradación por impacto y abrasión en el concreto permeable.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 1.29% de las adiciones de 0.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.



Una Institución Adventista



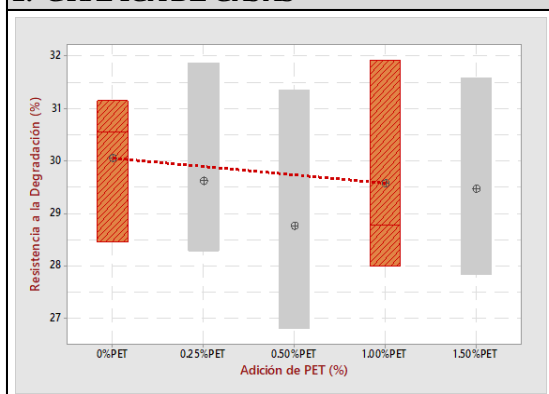
PRUEBA DE HIPÓTESIS DESCRIPTIVO RESISTENCIA POTENCIAL A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y ABRASIÓN

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) < 0% GRUPO CONTROL (GC)

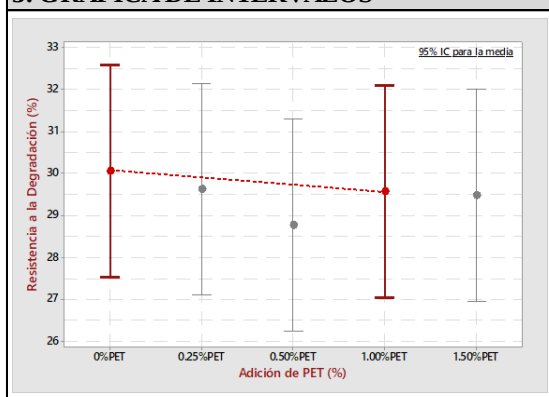
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	30.06	30.56	1.42	2.01	4.72	28.46	31.15
GE - 1.00% PET	3	29.57	28.79	2.07	4.30	7.01	28.00	31.59

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



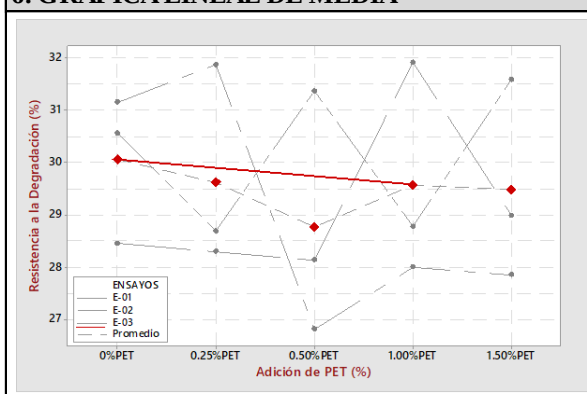
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de la Resistencia Potencial a la Degradación por Impacto y Abrasión del 1.00% de fibras PET es 29.57% y al 0% de fibras PET es de 30.06%, lo que hace una diferencia de medias de 0.49%, que significa un 1.63% de eficiencia de la adición a 1.00% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.00% de fibras PET disminuye la degradación por impacto y abrasión en el concreto permeable.

Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.49% de las adiciones de 1.00% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

PRUEBA DE HIPÓTESIS DESCRIPTIVO

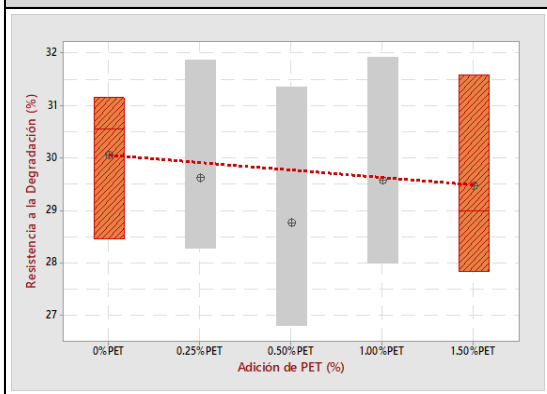
RESISTENCIA POTENCIAL A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y ABRASIÓN

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) < 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	30.06	30.56	1.42	2.01	4.72	28.46	31.15
GE - 1.50% PET	3	29.48	28.99	1.92	3.67	6.50	27.85	31.59

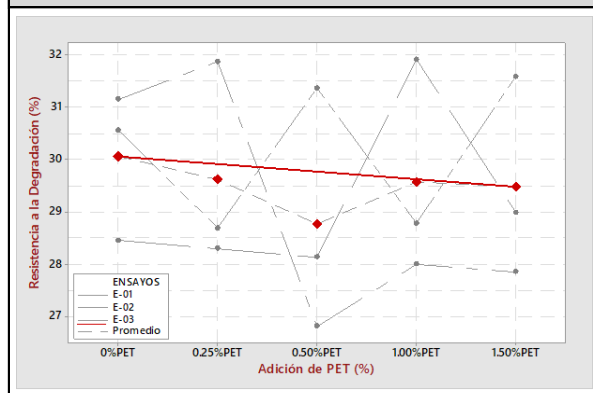
2. GRÁFICA DE CAJAS



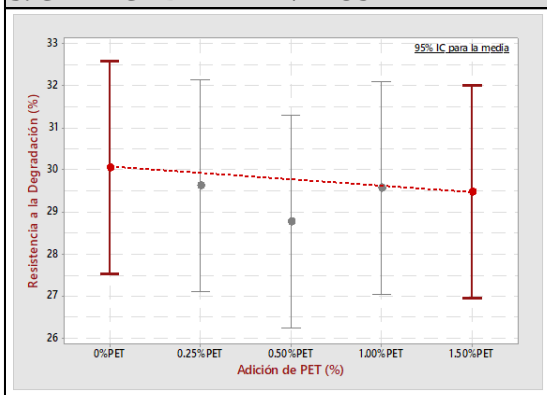
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de la Resistencia Potencial a la Degradación por Impacto y Abrasión del 1.50% de fibras PET es 29.48% y al 0% de fibras PET es de 30.06%, lo que hace una diferencia de medias de 0.58%, que significa un 1.92% de eficiencia de la adición a 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.50% de fibras PET disminuye la degradación por impacto y abrasión en el concreto permeable.

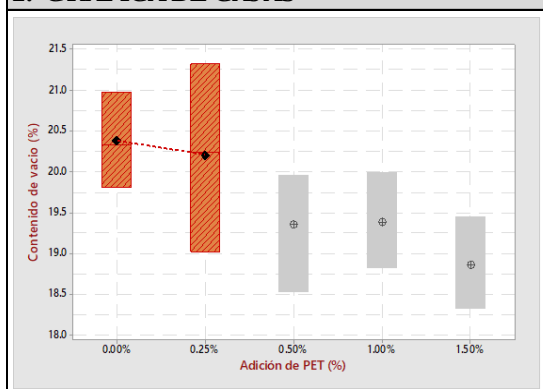
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.58% de las adiciones de 1.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	20.375	20.334	0.585	0.342	2.87	19.182	20.979
GE - 0.25% PET	3	20.191	20.235	1.146	1.314	5.680	19.024	21.315

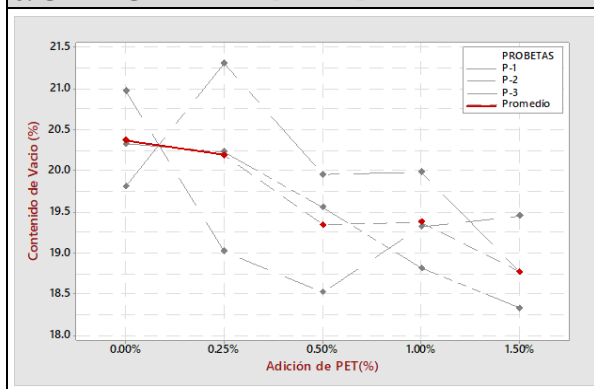
2. GRÁFICA DE CAJAS



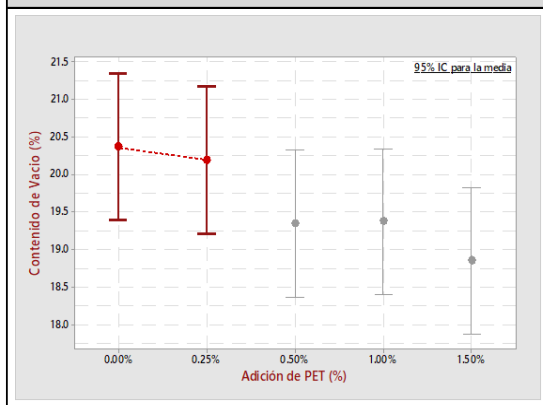
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 0.25% de fibras PET es 20.191% y al 0% de fibras PET es de 20.375%, lo que hace una diferencia de medias de 0.184%, que significa un 0.90% de no eficiencia de la adición a 0.25% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.25% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado endurecido.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

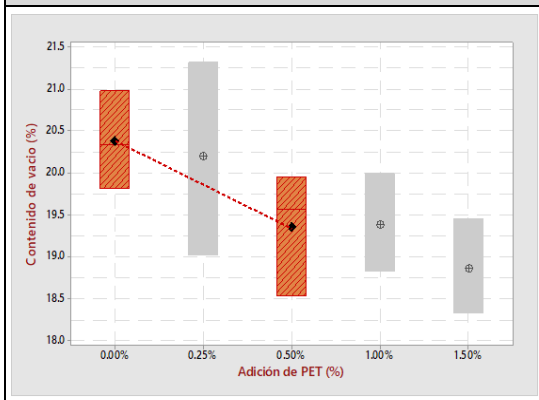
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.184% de las adiciones de 0.25% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

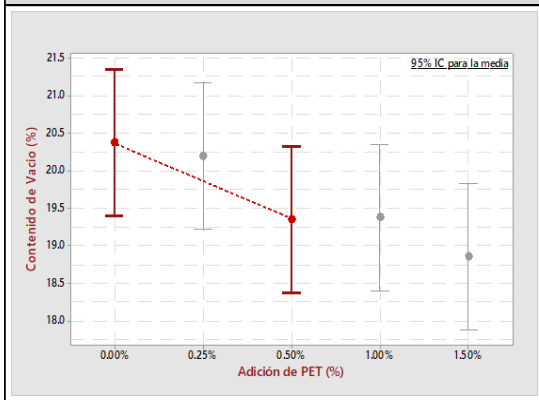
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	20.375	20.334	0.585	0.342	2.87	19.182	20.979
GE - 0.50% PET	3	19.349	19.562	0.738	0.545	3.810	18.528	19.957

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



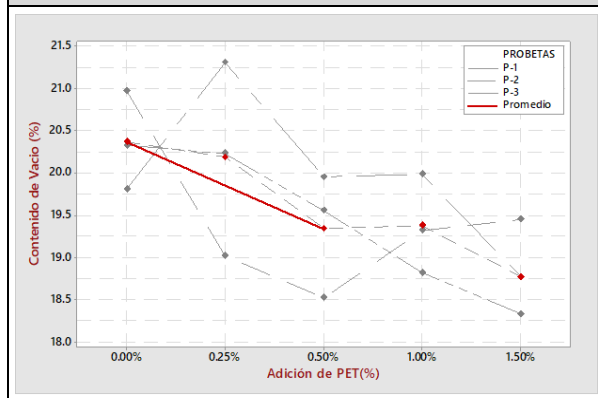
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 0.50% de fibras PET es 19.349% y al 0% de fibras PET es de 20.375%, lo que hace una diferencia de medias de 1.026%, que significa un 5.04% de no eficiencia de la adición a 0.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.50% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado endurecido.

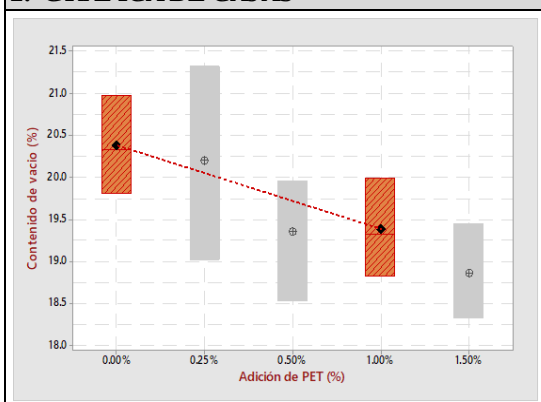
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 1.026% de las adiciones de 0.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	20.375	20.334	0.585	0.342	2.87	19.182	20.979
GE - 1.00% PET	3	19.380	19.324	0.586	0.344	3.030	18.823	19.992

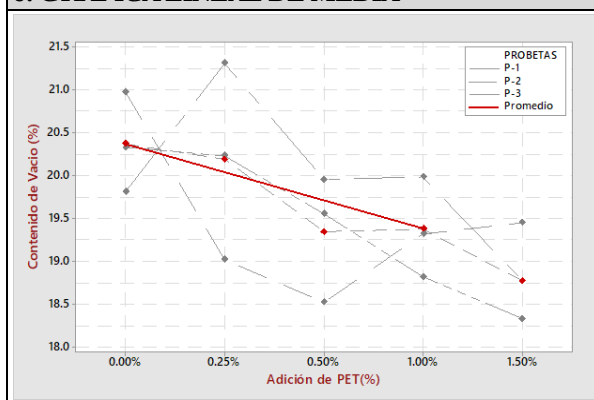
2. GRÁFICA DE CAJAS



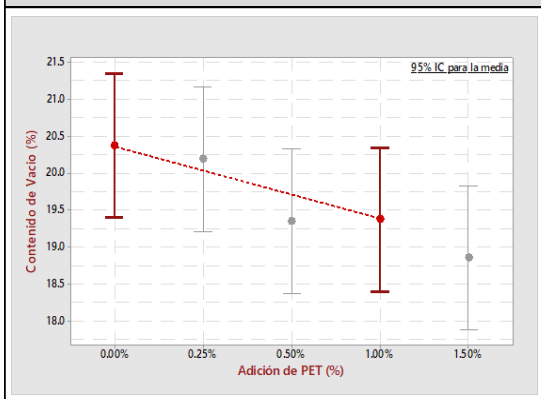
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 1.00% de fibras PET es 19.380% y al 0% de fibras PET es de 20.375%, lo que hace una diferencia de medias de 0.995%, que significa un 4.88% de no eficiencia de la adición a 1.00% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.00% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado endurecido.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

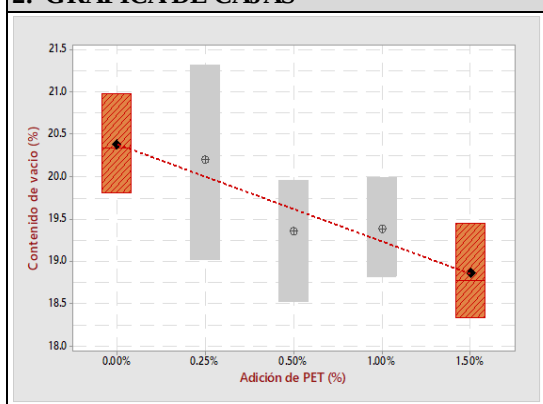
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.995% de las adiciones de 1.00% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (%)	Mediana (%)	Desv. Est. (%)	Varianza (%) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)
GC - 0.00% PET	3	20.375	20.334	0.585	0.342	2.87	19.182	20.979
GE - 1.50% PET	3	18.857	18.778	0.563	0.317	2.990	18.337	19.455

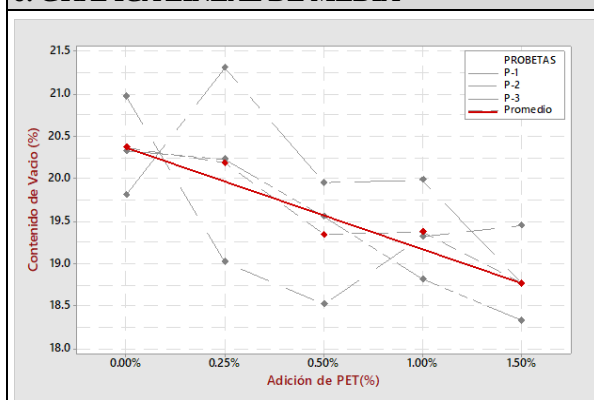
2. GRÁFICA DE CAJAS



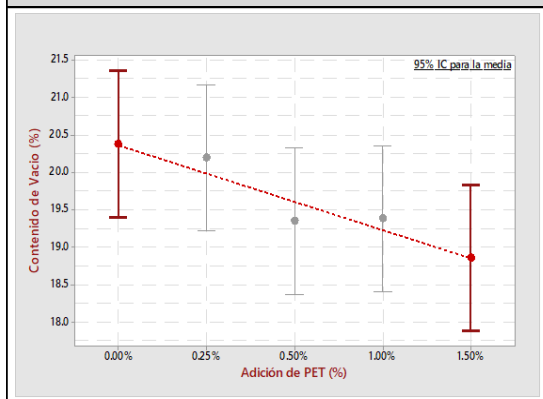
5. GRADOS DE LIBERTAD

$$GL = 4$$

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Contenido de Vacío en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 1.50% de fibras PET es 18.857% y al 0% de fibras PET es de 20.375%, lo que hace una diferencia de medias de 1.518%, que significa un 7.45% de no eficiencia de la adición a 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.50% de fibras PET reduce el contenido de vacío en el concreto permeable en estado endurecido.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$$\alpha = 0.05$$

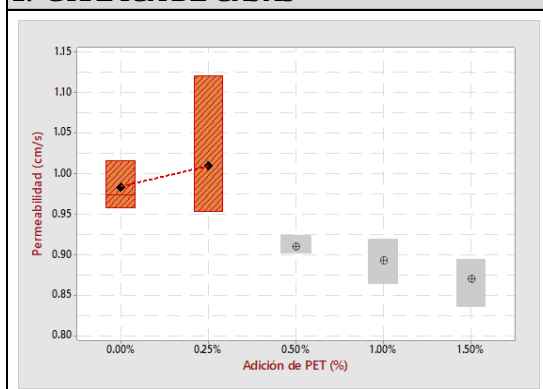
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 1.518% de las adiciones de 1.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	0.9828	0.974	0.0302	0.0009	3.07	0.958	1.016
GE - 0.25% PET	3	1.009	0.954	0.097	0.009	9.580	0.953	1.121

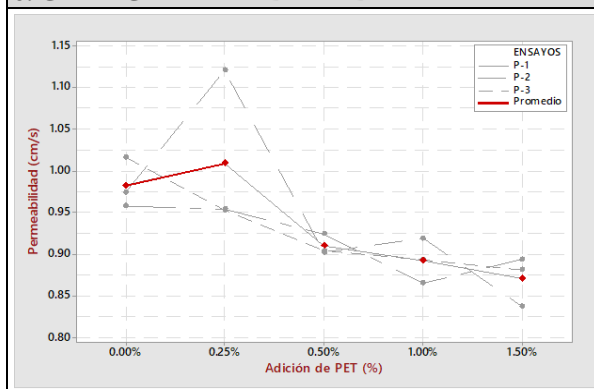
2. GRÁFICA DE CAJAS



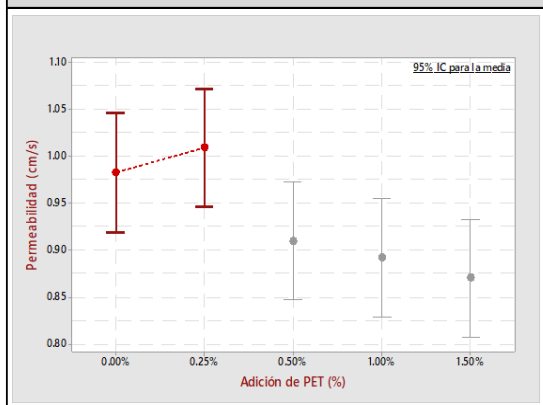
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Permeabilidad en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 0.25% de fibras PET es 1.009 cm/s y al 0% de fibras PET es de 0.983 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.0262 cm/s, que significa un 2.597% de eficiencia de la adición a 0.25% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.25% de fibras PET incrementa la permeabilidad en el concreto permeable en estado endurecido.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

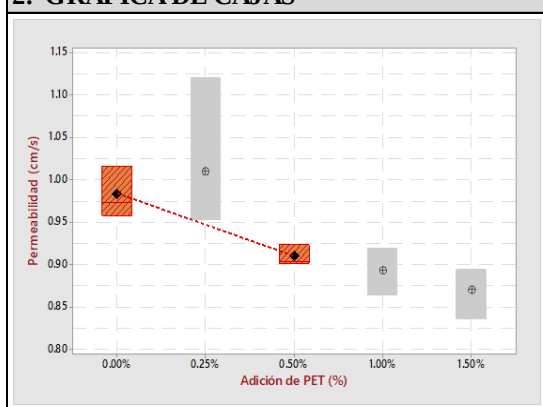
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0262 cm/s de las adiciones de 0.25% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	0.9828	0.974	0.0302	0.0009	3.07	0.958	1.016
GE - 0.50% PET	3	0.9100	0.9040	0.0122	0.0002	1.3400	0.9020	0.9240

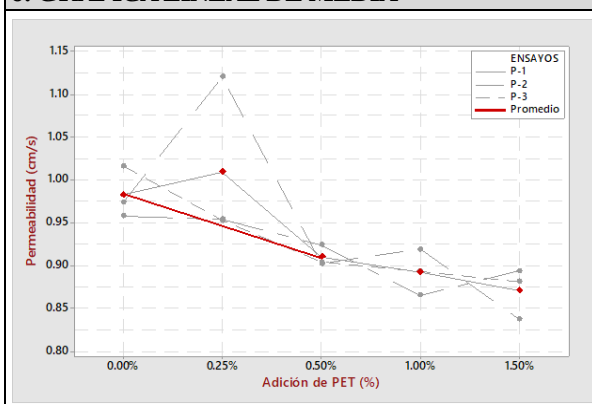
2. GRÁFICA DE CAJAS



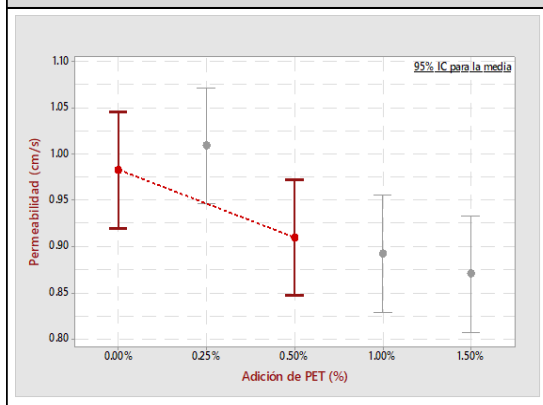
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Permeabilidad en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 0.50% de fibras PET es 0.9100 cm/s y al 0% de fibras PET es de 0.9828 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.0728 cm/s, que significa un 7.41% de no eficiencia de la adición a 0.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.50% de fibras PET no incrementa la permeabilidad en el concreto permeable en estado endurecido.

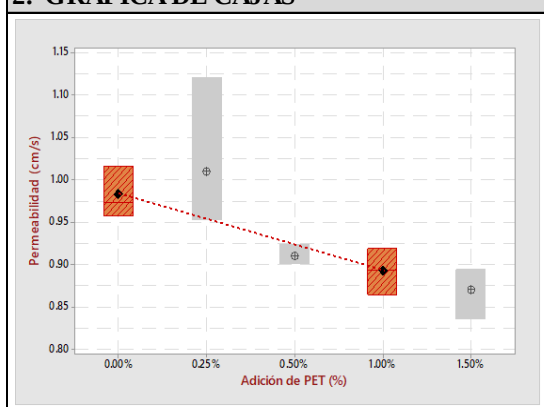
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0728 cm/s de las adiciones de 0.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	0.9828	0.974	0.0302	0.0009	3.07	0.958	1.016
GE - 1.00% PET	3	0.893	0.893	0.027	0.001	3.000	0.865	0.919

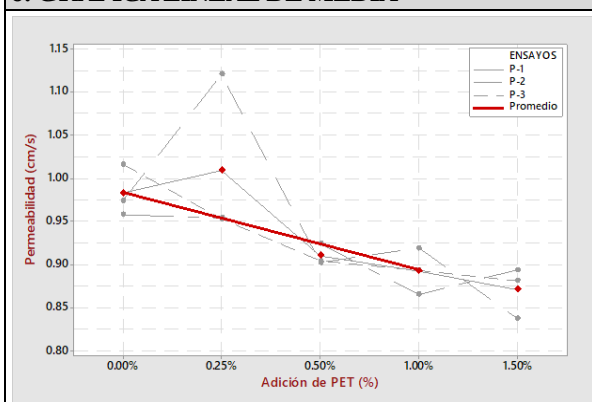
2. GRÁFICA DE CAJAS



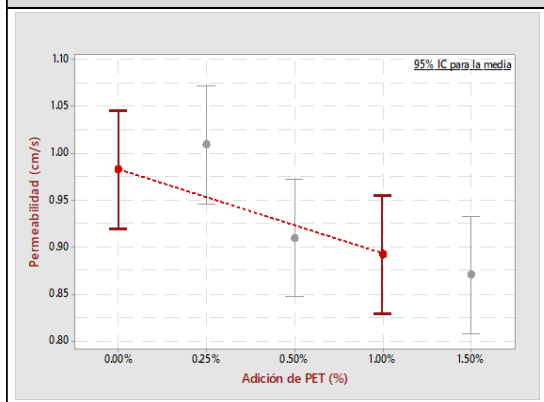
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Permeabilidad en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 1.00% de fibras PET es 0.893 cm/s y al 0% de fibras PET es de 0.9828 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.0898 cm/s, que significa un 9.14% de no eficiencia de la adición a 1.00% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.00% de fibras PET no incrementa la permeabilidad en el concreto permeable en estado endurecido.

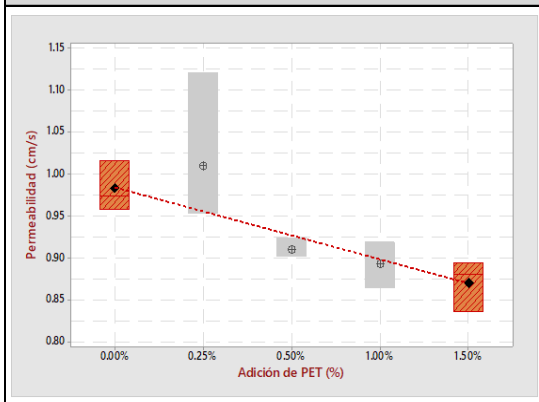
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0898 cm/s de las adiciones de 1.00% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	0.9828	0.974	0.0302	0.0009	3.07	0.958	1.016
GE - 1.50% PET	3	0.871	0.881	0.030	0.001	3.430	0.837	0.894

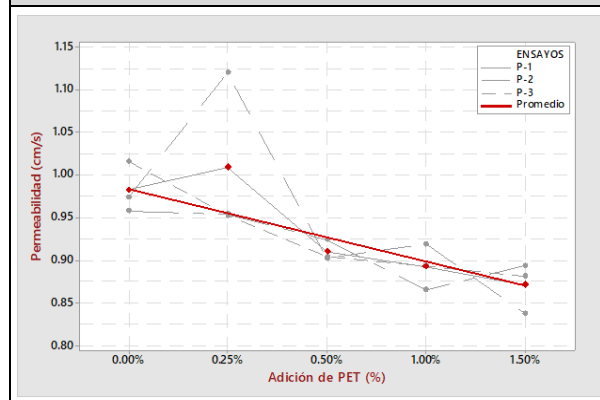
2. GRÁFICA DE CAJAS



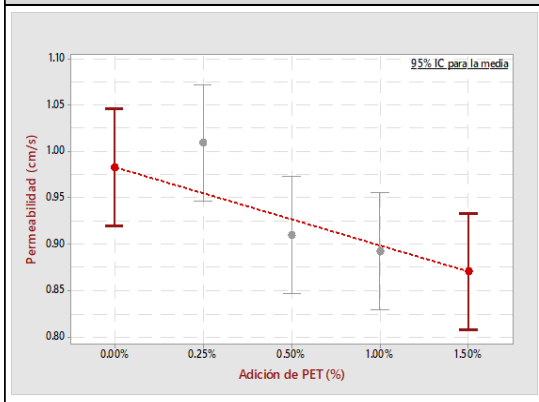
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Permeabilidad en estado endurecido de concreto permeable al adicionar 1.50% de fibras PET es 0.871 cm/s y al 0% de fibras PET es de 0.9828 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.112 cm/s, que significa un 11.38% de no eficiencia de la adición a 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.50% de fibras PET no incrementa la permeabilidad en el concreto permeable en estado endurecido.

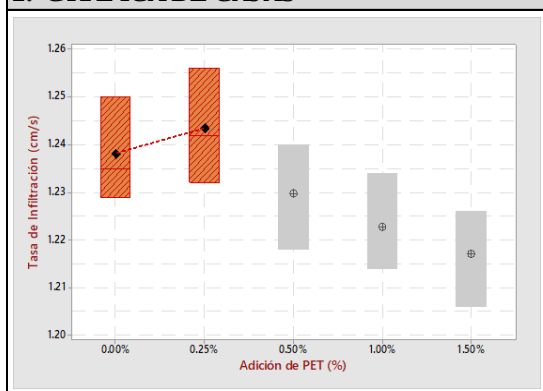
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.112 cm/s de las adiciones de 1.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	Nº de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.238	1.235	0.0108	0.00012	0.87	1.229	1.25
GE - 0.25% PET	3	1.243	1.242	0.012	0.000	0.970	1.232	1.256

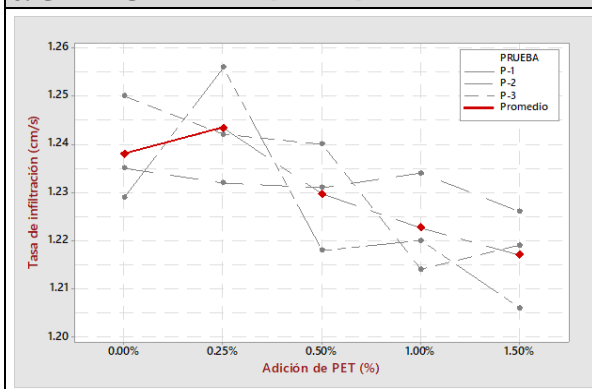
2. GRÁFICA DE CAJAS



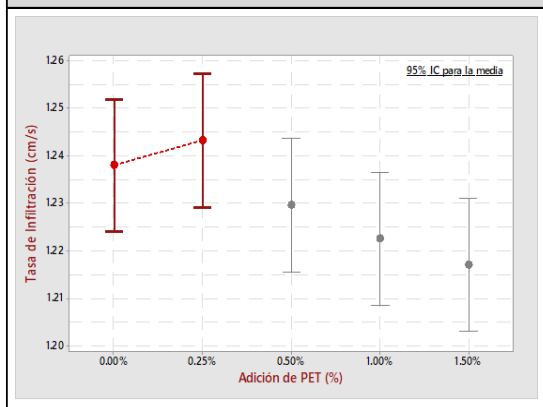
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable al adicionar 0.25% de fibras PET es 1.243 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.238 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.005 cm/s, que significa un 0.40% de eficiencia de la adición a 0.25% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.25% de fibras PET incrementa la Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable en estado endurecido.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

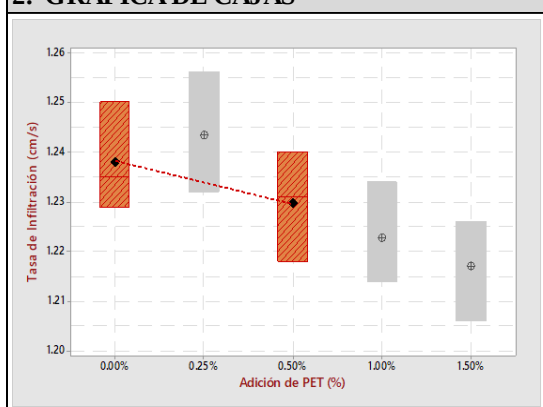
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.005 cm/s de las adiciones de 0.25% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.238	1.235	0.0108	0.00012	0.87	1.229	1.25
GE - 0.50% PET	3	1.2297	1.2310	0.0111	0.0001	0.9000	1.2180	1.2400

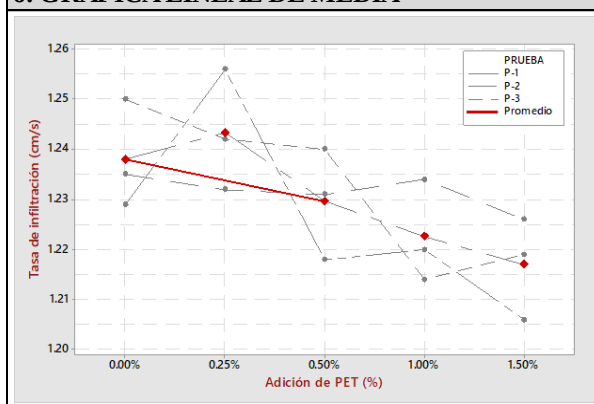
2. GRÁFICA DE CAJAS



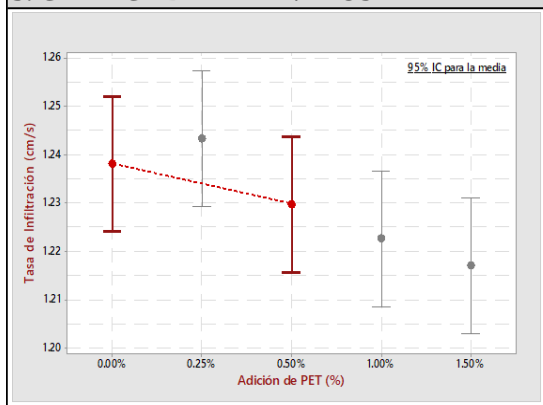
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable al adicionar 0.50% de fibras PET es 1.2297 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.238 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.008 cm/s, que significa un 0.67% de no eficiencia de la adición a 0.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.50% de fibras PET no incrementa la Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable en estado endurecido.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

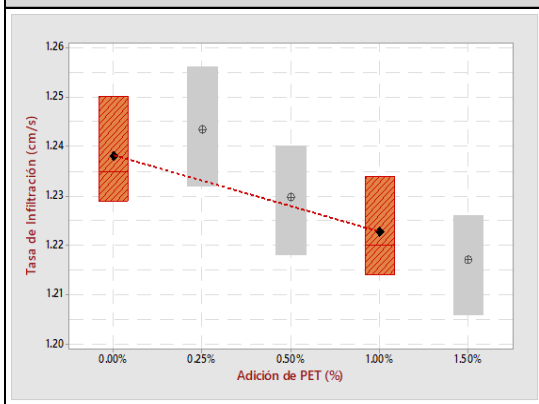
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0083 cm/s de las adiciones de 0.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.238	1.235	0.0108	0.00012	0.87	1.229	1.25
GE - 1.00% PET	3	1.223	1.220	0.010	0.000	0.840	1.214	1.234

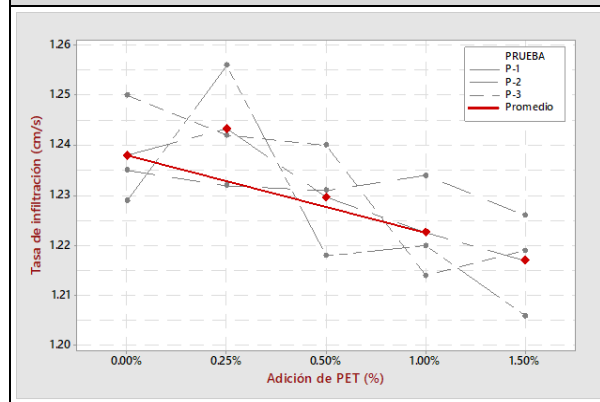
2. GRÁFICA DE CAJAS



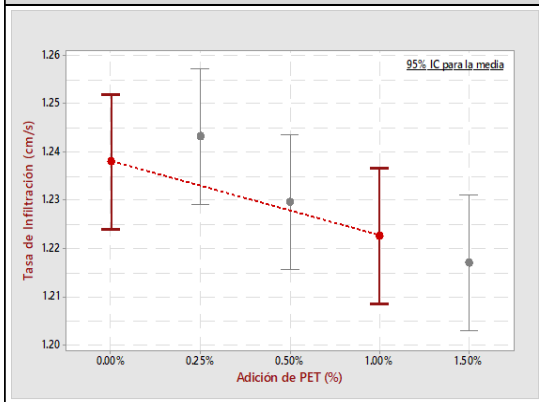
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable al adicionar 1.00% de fibras PET es 1.223 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.238 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.015 cm/s, que significa un 1.21% de no eficiencia de la adición a 1.00% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.00% de fibras PET no incrementa la Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable en estado endurecido.

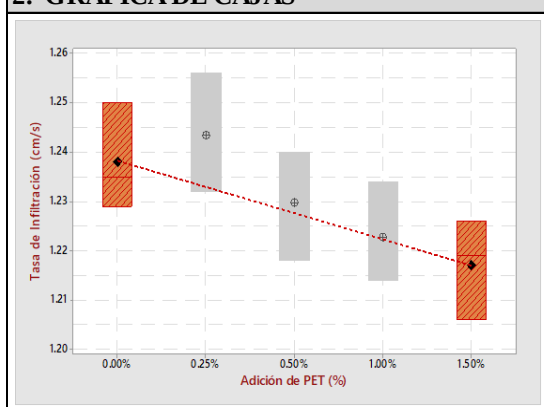
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.015 cm/s de las adiciones de 1.00% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

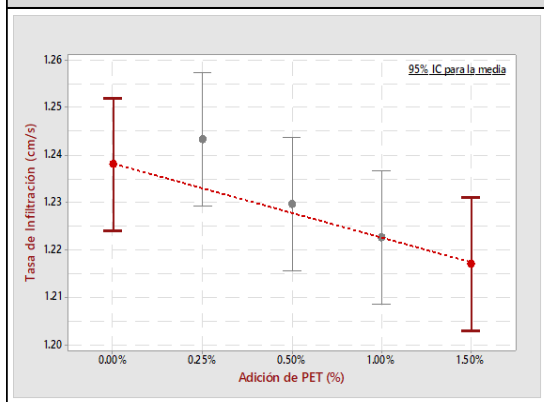
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.238	1.235	0.0108	0.00012	0.87	1.229	1.25
GE - 1.50% PET	3	1.217	1.219	0.010	0.000	0.830	1.206	1.226

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



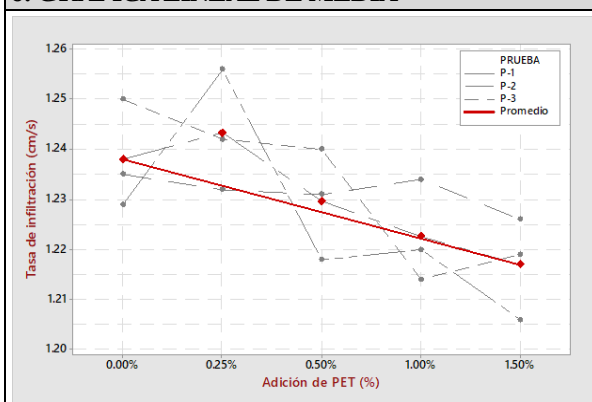
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable al adicionar 1.50% de fibras PET es 1.217 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.238 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.021 cm/s, que significa un 1.70% de no eficiencia de la adición a 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.50% de fibras PET no incrementa la Tasa de Infiltración en losa de concreto permeable en estado endurecido.

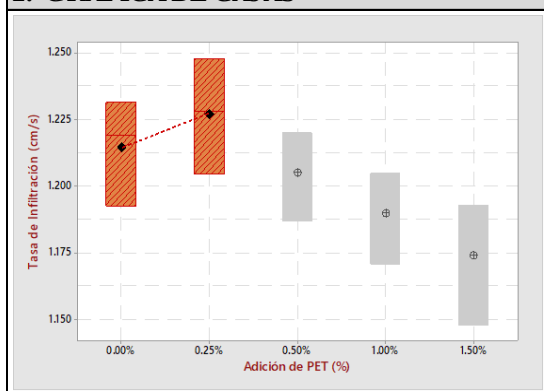
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.021 cm/s de las adiciones de 1.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.25% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	Nº de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.2145	1.2194	0.02	0.0004	1.65	1.1925	1.2317
GE - 0.25% PET	3	1.227	1.228	0.022	0.001	1.770	1.205	1.248

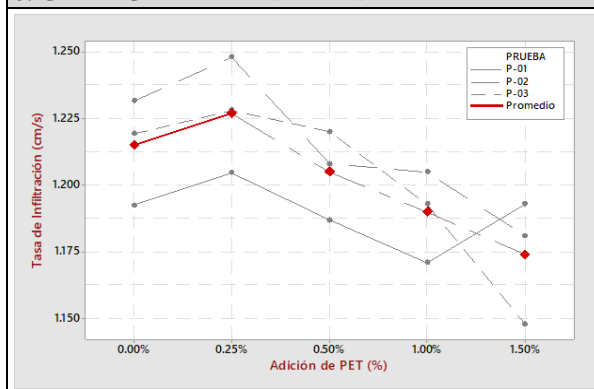
2. GRÁFICA DE CAJAS



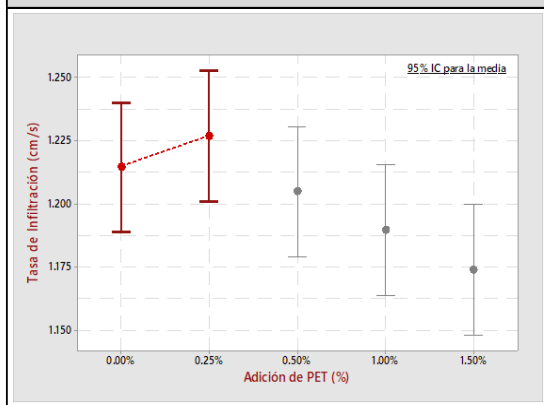
5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo, al adicionar 0.25% de fibras PET es 1.227 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.2145 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.0125 cm/s, que significa un 1.02 % de eficiencia de la adición a 0.25% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.25% de fibras PET incrementa la Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo.

4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

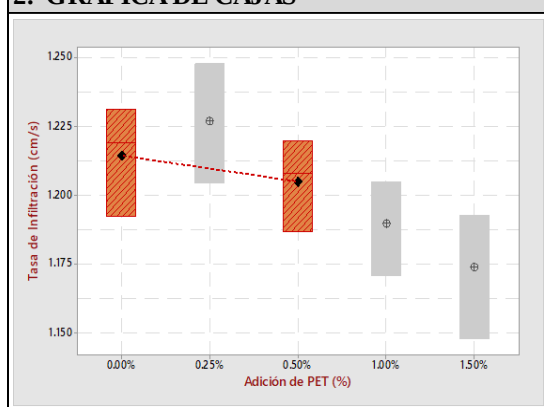
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0125 cm/s de las adiciones de 0.25% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

0.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

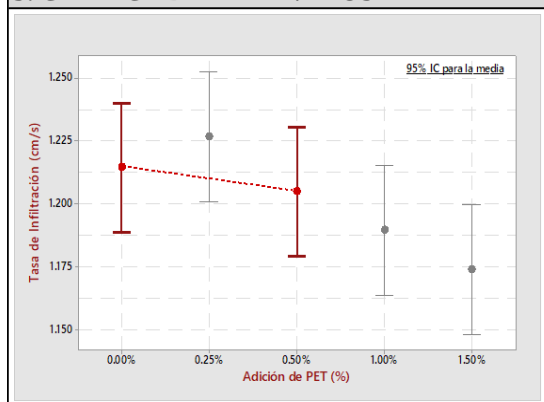
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.2145	1.2194	0.02	0.0004	1.65	1.1925	1.2317
GE - 0.50% PET	3	1.2050	1.2080	0.0167	0.0003	1.3900	1.1870	1.2200

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



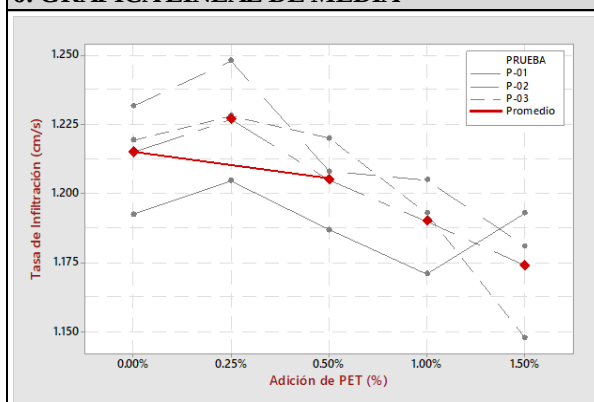
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$$\alpha = 0.05$$

5. GRADOS DE LIBERTAD

$$GL = 4$$

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo, al adicionar 0.50% de fibras PET es 1.2050 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.2145 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.0095 cm/s, que significa un 0.78 % de no eficiencia de la adición a 0.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 0.50% de fibras PET no incrementa la Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo.

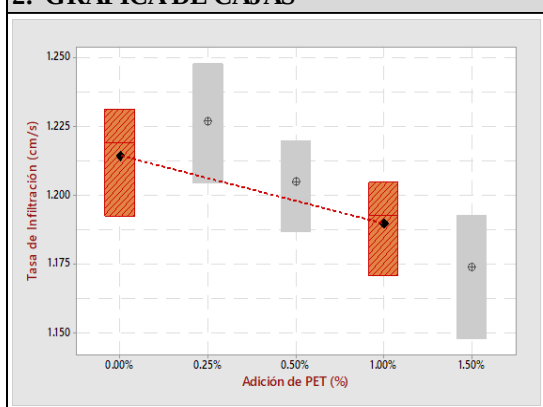
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0095 cm/s de las adiciones de 0.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.00% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

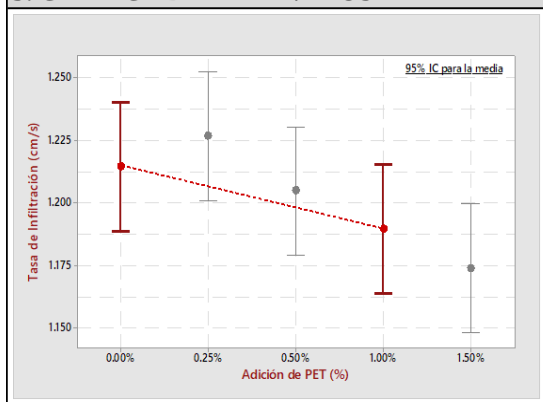
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.2145	1.2194	0.02	0.0004	1.65	1.1925	1.2317
GE - 1.00% PET	3	1.1897	1.1930	0.0172	0.0003	1.4500	1.1710	1.2050

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



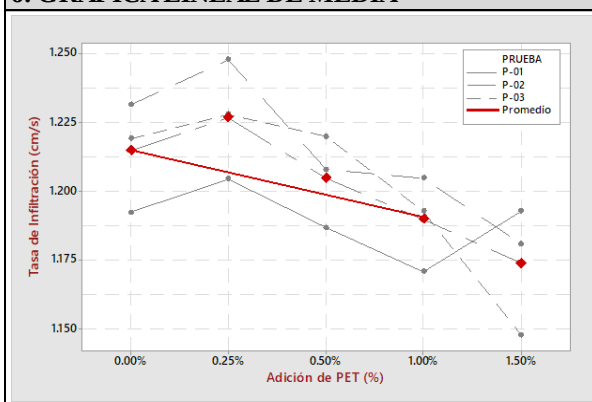
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$$\alpha = 0.05$$

5. GRADOS DE LIBERTAD

$$GL = 4$$

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo, al adicionar 1.00% de fibras PET es 1.1897 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.2145 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.0248 cm/s, que significa un 2.04 % de no eficiencia de la adición a 1.00% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.00% de fibras PET no incrementa la Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo.

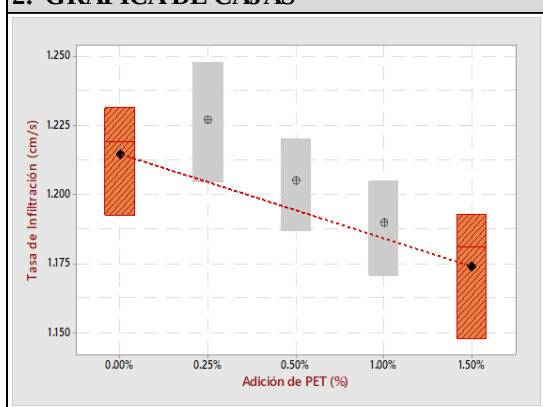
Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.0248 cm/s de las adiciones de 1.00% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

1.50% GRUPO EXPERIMENTAL (GE) > 0% GRUPO CONTROL (GC)

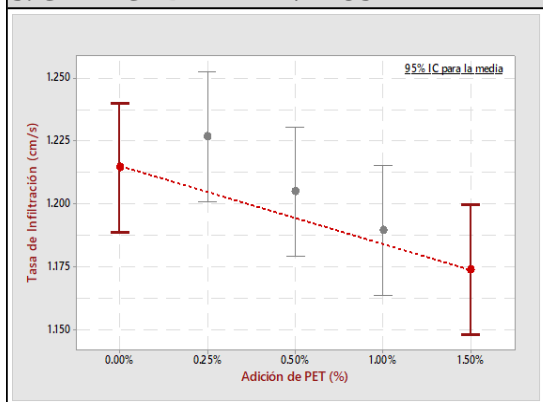
1. DATOS ESTADÍSTICOS

Adición de PET (%)	N° de muestra	Media (cm/s)	Mediana (cm/s)	Desv. Est. (cm/s)	Varianza (cm/s) ²	Coef. Var (%)	Mínimo (cm/s)	Máximo (cm/s)
GC - 0.00% PET	3	1.2145	1.2194	0.02	0.0004	1.65	1.1925	1.2317
GE - 1.50% PET	3	1.1740	1.1810	0.0233	0.0005	1.9800	1.1480	1.1930

2. GRÁFICA DE CAJAS



3. GRÁFICA DE INTERVALOS



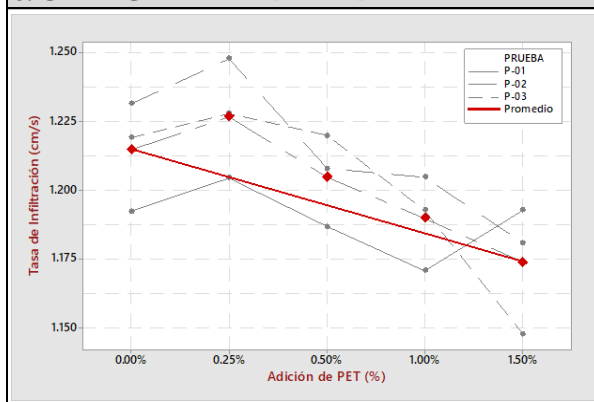
4. NIVEL DE SIGNIFICANCIA

$\alpha = 0.05$

5. GRADOS DE LIBERTAD

GL = 4

6. GRÁFICA LINEAL DE MEDIA



7. CONCLUSIÓN

Se concluye que la media de Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo, al adicionar 1.50% de fibras PET es 1.1740 cm/s y al 0% de fibras PET es de 1.2145 cm/s, lo que hace una diferencia de medias de 0.041 cm/s, que significa un 3.33 % de no eficiencia de la adición a 1.50% de fibras PET. Finalmente se confirma que al adicionar 1.50% de fibras PET no incrementa la Tasa de Infiltración en pavimento permeable en campo.

Nota: En esta propiedad se realizó **Prueba de hipótesis descriptivo** de la comparación de los variables del grupo experimental con el grupo control, teniendo en cuenta que los resultados de esta propiedad varían lo mínimo y la diferencia es 0.041 cm/s de las adiciones de 1.50% y 0.00% de fibras PET. Respecto a la conclusión se realizó mediante las gráficas y medias de ambas variables.

ANEXO F. Panel fotográfico.



ENSAYOS DE AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO



Fotografía N° 01. Tamizando agregado grueso Huso N° 8 (3/8") en la cantera "Moviagregados - Ñaña".



Fotografía N° 02. Materiales para ensayos de agregado grueso y fino.



Fotografía N° 03. Llenando parcialmente al picnómetro con agua para eliminar las burbujas de aire visible.



Fotografía N° 04. Colocación de muestra suelta al tope del cono y ligeramente apisonado con 25 golpes con la barra compactador.



Fotografía N° 05. *Pesaje de agregado en una balanza electrónica.*



Fotografía N° 06. *Proceso de eliminar agua con una toalla para que este saturado superficialmente seca*



Fotografía N° 07. *Ensayo de peso unitario de agregado grueso*



Fotografía N° 08. *Ensayos de peso unitario en arena gruesa*



Fotografía N° 09. *Materiales para elaboración de especímenes 15 x 30 cm de concreto permeable.*



Fotografía N° 10. *Adición de aditivo en el momento de mezclado de concreto permeable.*



Fotografía N° 11. Reciclaje de botellas de PET y *fibras PET para adicionar a la mezcla de concreto permeable.*



Fotografía N° 12. Mezcla de concreto permeable realizado para elaborar especímenes, viguetas, losas.

ENSAYOS DE PESO UNITARIO



Fotografía N° 13. Realización de ensayo de peso unitario de concreto permeable.

ENSAYOS DE CONSISTENCIA (SLUMP)



Fotografía N° 14. Ensayo de consistencia (slump) de concreto permeable en un cono de Abrams.

ELABORACIÓN DE ESPECIMENES - RESISTENCIA A COMPRESIÓN



Fotografía N° 15. *Elaboración de especímenes 15 x 30 cm, con compactación ligero usando martillo de proctor estandar*



Fotografía N° 16. *Especímenes desmoldados por grupos de adición de fibras PET para ingresar a curado.*



Fotografía N° 17. Viguetas y especímenes de concreto permeable en cámara de curado controlado por un termómetro digital.



Fotografía N° 18. Especímenes de concreto permeable después de cumplir su edad en cámara de curado.



Fotografía N° 19. Registro de medición de especímenes con vernier digital para ser ensayados.



Fotografía N° 20. Ensayo de especímenes en máquina de ensayo de Resistencia a Compresión.

ELABORACIÓN DE VIGAS - RESISTENCIA A FLEXIÓN



Fotografía N° 21. *Elaboración de viguetas 15x15x55 cm en moldes de madera*



Fotografía N° 22. *Compactación ligera de viguetas de concreto permeable con martillo proctor estandar.*



Fotografía N° 23. Curado inicial de viguetas cubriendo con film por 24 horas para luego pasar a cámara de curado.



Fotografía N° 24. Medición de viguetas después del curado para ser ensayados con sus respectivas etiquetas por grupo de adición.



Fotografía N° 25. Ensayo de viguetas en la prensa de compresión con dos apoyos y con dos cargas puntuales.



Fotografía N° 26. Fallas en la vigas se presentan en la parte central.

ENSAYO DE CONTENIDO VACÍO



Fotografía N° 27. Secado de especímenes en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C por 24 horas.



Fotografía N° 28. Saturación de especímenes de concreto permeable en agua.

ELABORACIÓN DE ESPECÍMINES - PERMEABILIDAD



Fotografía N° 29. Procedimiento de corte de especímenes de 15 cm x 15 cm con amoladora eléctrica



Fotografía N° 30. Ensayo de permeabilidad en un permeámetro de cabeza descendente con especímenes de 15 x 15 cm envueltos con film para evitar que el agua fluya por los lados de la muestra.

ENSAYO DE RESISTENCIA POTENCIAL A LA DEGRADACIÓN POR IMPACTO Y ABRASIÓN



Fotografía N° 31. Ensayo de resistencia potencial a la degradación por impacto y abrasión con especímenes de 15x15 cm en un tambor de acero rotatorio durante 500 revoluciones.



Fotografía N° 32. Especímenes después de pérdida de masa por ser sometidas a la acción combinada de impacto y abrasión.

ELABORACIÓN DE LOSAS - TASA DE INFILTRACIÓN EN LABORATORIO



Fotografía N° 33. *Elaboración de losa 60 x 60 x 15 cm con una compactación ligera usando martillo proctor.*



Fotografía N° 34. *Curado de losas de concreto permeable forrado con film por 14 días.*



Fotografía N° 35. Ensayo de tasa de infiltración usando 18 kg de agua manteniendo una cabeza entre líneas marcadas a una altura de 10 y 15 mm siendo constante para registrar el tiempo de infiltración.



Fotografía N° 36. Ensayo de tasa de infiltración en laboratorio usando un anillo sellado a la losa.

TASA DE INFILTRACIÓN EN CAMPO DE PRUEBA



Fotografía N° 37. *Movimiento de tierra para el pavimento de concreto permeable.*



Fotografía N° 38. *Base para pavimento permeable compactado con plancha compactadora.*



Fotografía N° 39. Pavimento permeable con porcentajes de adición de fibras PET, con un anillo sellado al pavimento.



Fotografía N° 40. Ensayo de tasa de infiltración en pavimento permeable - campo..



Fotografía N° 41. Área de construcción de pavimento permeable con cintas de seguridad.



Fotografía N° 42. Fin de ensayo de concreto permeable con adición de fibras PET para pavimento.

FIBRAS DE TEREF TALATO DE POLIETILENO EN CONCRETO PERMEABLE



Fotografía N° 43. *Fibras PET en concreto permeable en estado fresco y en estado endurecido.*



Fotografía N° 44. *Muestra de porosidad en concreto permeable en estado endurecido; briqueta después del ensayo a compresión con fibras PET.*



Fotografía N° 45. *Fibras PET después del ensayo de desgaste por impacto y abrasión .*



Fotografía N° 46. *Adherencia de fibras de tereftalo de polietileno con el concreto permeable.*