

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en
concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Por:

Ivan Quispe Soncco
Elmer Isaí Ticona Cutipa

Asesor:

Ing. Rolando Quispe Basualdo

Juliaca, diciembre de 2017

Estilo APA

Quispe, I. & Ticona, E. I. (2017). *Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* (Tesis pregrado). Universidad Peruana Unión, Juliaca.

Estilo IEEE

[1] I. Quispe and E. I. Ticona, "Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ", Universidad Peruana Unión, Juliaca, 2017.

Estilo Turubian

Quispe, I. y Ticona, E. I. « Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ » Universidad Peruana Unión, Juliaca, 2017

Área temática: Ingeniería Civil.

Ficha bibliográfica elaborada por el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la UPeU.

Quispe Soncco, Ivan

Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ / Autores: Ivan Quispe Soncco y Elmer Isaí Ticona Cutipa; Asesor: Ing. Rolando Quispe Basualdo – Juliaca, 2017.

171 páginas: anexos, figuras y tablas.

Tesis (Licenciatura) – Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. EP. de Ingeniería Civil, 2017.

Incluye referencias y resumen.

Campo del conocimiento: Ingeniería Civil.

1. Fibras de polipropileno. 2. Concreto permeable. 3. Contenido de vacío. 4. Resistencia a la compresión. 5. Permeabilidad. 6. Desgaste de abrasión e impacto.

**DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA DEL INFORME DE TESIS**

Ing. Rolando Quispe Basualdo, 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 LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $F'_{C} = 210 \text{ KG/CM}^2$ " constituye la memoria que presenta los Bachilleres Ivan Quispe Soncco y Elmer Isaí Ticona Cutipa para optar al título Profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis 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 declaración en Juliaca a los dieciocho días, del mes de diciembre del año dos mil diecisiete.



Ing. Rolando Quispe Basualdo

Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en
concreto permeable $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

TESIS

Presentado para optar el título profesional de Ingeniero Civil


JURADO CALIFICADOR




Mg. Leonel Chahuares Paucar
Presidente



Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona
Secretaria



Ing. José Pacori Pacori
Vocal



Ing. David Quispe Aghuanca
Vocal



Ing. Rolando Quispe Basualdo
Asesor

Juliaca, 18 de diciembre de 2017

Dedicatoria

A Dios por darme la oportunidad de realizarme profesionalmente en esta etapa de mi vida.

A mis padres Gregorio Quispe y Juana M. Soncco, por todo el amor que me han brindado y los sacrificios que día a día han hecho para verme alcanzar esta meta, sin dudar en mi inteligencia y capacidad.

A mis hermanas Elva, Nidia y a mi hermano Jacob quienes son la causa de mi motivación para culminar esta etapa.

Ivan Quispe Soncco

A mis padres: Gerónimo Ticona y Liles Cutipa por su apoyo incondicional, por sus consejos, por confiar en mis objetivos y por ser parte de este escalón en mi vida profesional.

A mis hermanas: Ruth y Esther quienes ven en mi como un ejemplo de perseverancia, y demostrarles que no hay imposibilidades colocando en primer lugar a Dios.

A mis amigos: con quienes compartimos conocimientos, alegrías y tristezas y que tenemos un gran lazo de amistad.

Elmer Isai Ticona Cutipa

Agradecimientos

Agradecemos primeramente a Dios por habernos permitido culminar este trabajo de investigación, porque estamos convencidos de que él está presente en todos y cada uno de los detalles más sublimes, que hacen de nuestras vidas una experiencia única.

A la Universidad Peruana Unión, por albergarnos durante estos años de estudio y permitirnos aprender y formarnos cada día para ser mejores profesionales de excelente calidad y ética.

A nuestro asesor de tesis, Ing. Rolando Quispe Basualdo, por las observaciones, sugerencias e inculcarnos siempre, esfuerzo, respeto, disciplina y exigiendo siempre la pronta culminación es esta tesis.

A nuestros jurados: Ing. Rina Luzmeri Yampara Ticona, Ing. José Pacori Pacori, Ing. David Quispe Aruhuanca por sus observaciones y sugerencias los cuales han aportado enormemente este trabajo de investigación.

Y a todos nuestros amigos, compañeros, familiares que de forma directa e indirecta ayudaron el desarrollo de esta tesis.

Índice general

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Índice general.....	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
Símbolos usados.....	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Capítulo I. El problema.....	16
1.1. Planteamiento del problema.....	16
1.2. Interrogantes de la investigación.....	17
1.2.1. Problema general.....	17
1.2.2. Problemas específicos.....	17
1.3. Objetivos de la investigación.....	17
1.3.1. Objetivo general.....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. Justificación.....	18
Capítulo II. Marco teórico.....	19
2.1. Antecedentes de la investigación.....	19
2.2. Fundamentación teórica.....	19
2.2.1. Concreto permeable.....	19
2.2.2. Fibras de polipropileno.....	23
2.2.3. Diseño de mezcla.....	23
2.3. Normas utilizadas.....	29
2.3.1. Norma ASTM C642 (Contenido de vacío).....	29
2.3.2. Norma ASTM C39/C39M (Resistencia a la compresión).....	29
2.3.3. Norma ACI 522R (Permeabilidad).....	29
2.3.4. Norma ASTM C1747/C1747 (Desgaste de abrasión e impacto).....	29
2.4. Formulación de la hipótesis.....	29
2.4.1. Hipótesis general.....	29
2.4.2. Hipótesis específica.....	29

Capítulo III. Metodología	31
3.1. Tipo de investigación	31
3.2. Diseño de investigación.....	31
3.3. Variables y su operacionalización	32
3.4. Población y muestra	32
3.4.1. Población	32
3.4.2. Muestra	33
3.5. Materiales	34
3.5.1. Cemento.....	34
3.5.2. Agregado	34
3.5.3. Fibras de polipropileno.....	35
3.5.4. Aditivo.....	35
3.5.5. Agua	36
3.6. Diseño de mezcla.....	36
3.7. Técnicas e instrumentos	37
3.8. Procedimiento de investigación.....	37
3.8.1. Elaboración de especímenes	37
3.8.2. Curado de especímenes	37
3.9. Pruebas	38
3.9.1. En estado fresco.....	38
3.9.2. En estado duro	39
3.10. Diseño de la prueba de hipótesis	40
3.10.1. Hipótesis estadística	40
3.10.2. Nivel de significancia	42
3.10.3. Grados de libertad.....	42
3.10.4. Estadística de prueba	43
3.10.5. Regla de decisión.....	43
Capítulo IV. Resultados y discusión	44
4.1. Presentación de resultados.....	44
4.1.1. Mezcla óptima según el tamaño del agregado grueso	44
4.1.2. Efecto de fibras de polipropileno sobre el contenido de vacío.....	44
4.1.3. Efecto de fibras de polipropileno sobre la resistencia a la compresión.....	45
4.1.4. Efecto de fibras de polipropileno sobre la permeabilidad	47
4.1.5. Efecto de fibras de polipropileno sobre el desgaste de abrasión e impacto	48

4.1.6. Mezcla óptima según la forma del agregado grueso	49
4.2. Relación entre variables dependientes.....	50
4.2.1. Contenido de vacío vs permeabilidad.....	50
4.2.2. Permeabilidad vs resistencia a la compresión	50
4.2.3. Desgaste de abrasión e impacto vs resistencia a la compresión	51
4.3. Discusión de resultados	52
4.4. Prueba de hipótesis	52
4.4.1. Mezcla óptima según el tamaño del agregado grueso	52
4.4.2. Contenido de vacío	53
4.4.3. Resistencia a la compresión.....	53
4.4.4. Permeabilidad	53
4.4.5. Desgaste de abrasión e impacto.....	54
4.4.6. Mezcla óptima según la forma del agregado grueso	54
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.....	55
5.1. Conclusiones.....	55
5.1.1. Conclusión general	55
5.1.2. Conclusiones específicos.....	55
5.2. Recomendaciones	56
Referencias	57
Anexos.....	63

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación de los aditivos</i>	21
Tabla 2. <i>Rangos típicos de proporciones de materiales</i>	24
Tabla 3. <i>Diseño de la investigación</i>	31
Tabla 4. <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	32
Tabla 5. <i>Parámetros característicos del cemento</i>	34
Tabla 6. <i>Cuadro de procedencia, tamaño y forma de agregados utilizados</i>	34
Tabla 7. <i>Propiedades de los agregados</i>	35
Tabla 8. <i>Propiedades de fibras de polipropileno Sikafiber PE</i>	35
Tabla 9. <i>Proporción de diseño de mezcla por 1 m³</i>	36
Tabla 10. <i>Cuadro de fuente, técnica e instrumentos de recolección de datos</i>	37
Tabla 11. <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: mezcla óptima según el tamaño de agregado grueso</i>	40
Tabla 12. <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: contenido de vacío</i>	41
Tabla 13. <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: resistencia a la compresión</i>	41
Tabla 14. <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: permeabilidad</i>	41
Tabla 15. <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: desgaste de abrasión e impacto</i>	42
Tabla 16. <i>Planteamiento de la hipótesis estadística: mezcla óptima según la forma del agregado grueso</i>	42
Tabla 17. <i>Prueba de hipótesis: mezcla óptima según el tamaño de agregado grueso</i>	52
Tabla 18. <i>Prueba de hipótesis: contenido de vacío</i>	53
Tabla 19. <i>Prueba de hipótesis: resistencia a la compresión</i>	53
Tabla 20. <i>Prueba de hipótesis: permeabilidad</i>	53
Tabla 21. <i>Resumen de prueba de hipótesis: desgaste de abrasión e impacto</i>	54
Tabla 22. <i>Prueba de hipótesis: mezcla óptima según la forma de agregado grueso</i>	54

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Determinación del porcentaje de vacío mediante la infiltración (Adaptado de Meininger, 1988)	25
<i>Figura 2.</i> Suposición de la resistencia mediante el contenido de vacío (Adaptado de Meininger, 1988)	26
<i>Figura 3.</i> Obtención del contenido de pasta mediante el contenido de vacío (Adaptado de Meininger, 1988)	27
<i>Figura 4.</i> Regla de decisión para la prueba de hipótesis (Adaptado de Freund et al. (2000))	43
<i>Figura 5.</i> Media de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 agrupado por diseño de mezcla	44
<i>Figura 6.</i> Media de contenido de vacío agrupada por diseño de mezcla	45
<i>Figura 7.</i> Curva de desarrollo de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días	46
<i>Figura 8.</i> Media de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 agrupados por diseño de mezcla.....	46
<i>Figura 9.</i> Media de permeabilidad agrupada por diseño de mezcla.....	47
<i>Figura 10.</i> Media de desgaste de abrasión e impacto agrupada por diseño de mezcla	48
<i>Figura 11.</i> Media de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días agrupados por diseño de mezcla.....	49
<i>Figura 12.</i> Correlación entre contenido de vacío en estado duro y permeabilidad.....	50
<i>Figura 13.</i> Correlación entre permeabilidad y resistencia a la compresión a 28 días	51
<i>Figura 14.</i> Correlación entre desgaste de abrasión e impacto y resistencia a la compresión a 28 días.....	51

Índice de anexos

Anexo A: Propiedades de los materiales	63
Anexo A – 1: Agregados	63
Anexo B: Análisis hidrológicos.....	72
Anexo C: Diseño de mezcla.....	78
Anexo D: Resultado de los ensayos	92
Anexo D – 1: Revenimiento	92
Anexo D – 2: Peso unitario	94
Anexo D – 3: Contenido de vacío	96
Anexo D – 4: Resistencia a la compresión	100
Anexo D – 5: Permeabilidad	107
Anexo D – 6: Desgaste por abrasión e impacto	109
Anexo E: Análisis estadístico.....	111
Anexo E – 1: Revenimiento cono de abrams invertido	111
Anexo E – 2: Peso unitario	114
Anexo E – 3: Contenido de vacío	115
Anexo E – 4: Resistencia a la compresión	118
Anexo E – 5: Permeabilidad.....	139
Anexo E – 6: Desgaste por abrasión e impacto	140
Anexo F: Prueba de hipótesis	142
Anexo F – 1: Mezcla óptima según el tamaño del agregado grueso	142
Anexo F – 2: Contenido de vacío	143
Anexo F – 3: Resistencia a la compresión.....	145
Anexo F – 4: Permeabilidad	151
Anexo F – 5: Desgaste de abrasión e impacto.....	153
Anexo F – 6: Mezcla óptima según la forma del agregado grueso	155
Anexo G: Tabla estadística, nivel de significancia	157
Anexo H. Panel fotográfico.....	159
Anexo I. Plano de ubicación	170
Anexo J. Boleta de compra agregado SURUPANA.....	171

Símbolos usados

ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Society for Testing and Materials
NTP	: Norma Técnica Peruana
SUDS	: Sistema Urbano de Drenaje Sostenible
Ho	: Hipótesis nula
Hi	: Hipótesis de investigación
AG	: Agregado Grueso
AF	: Agregado Fino
SF	: Sin fibras
CF	: Con fibras
Ag	: Agregado
Pe	: Peso específico
A/C	: Agua/Cemento
Ag/	: Agregado/Cemento
E	: Espécimen
M	: Muestra
SSS	: Superficialmente Seco Saturado

Resumen

Se estudia el efecto que tiene la adición de fibras de polipropileno en las propiedades del concreto permeable $f^c=210$ kg/cm² fabricado con agregado grueso artificial y natural. Las variables que se consideran son las fibras de polipropileno, el contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y el desgaste de abrasión e impacto. Se realizó siete alternativas de diseños de mezcla. Se elaboró 42 especímenes por cada alternativa de diseño, siendo un total de 294 especímenes. Los resultados muestran que el tamaño óptimo para la adición fibras de polipropileno en 10, 25, 40 y 55 % respecto al peso del cemento es el huso 7. La resistencia a la compresión máxima alcanzada con agregado grueso artificial es de 216.77 kg/cm² con adición del 40 % de fibras de polipropileno, por otro lado con agregado grueso natural alcanzó una resistencia a la compresión 229.11 kg/cm² siendo este el más óptimo según la forma del agregado grueso. La adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable mejora las propiedades de resistencia a la compresión y el desgaste de abrasión e impacto, pero el contenido de vacío y la permeabilidad presentan tendencias a la reducción.

Palabras clave: Fibras de polipropileno, concreto permeable, contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad, desgaste de abrasión e impacto.

Abstract

The effect of the addition of polypropylene fibers on the properties of pervious concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ manufactured with artificial and natural coarse aggregate is studied. The variables considered are polypropylene fibers, vacuum content, compressive strength, permeability and abrasion and impact wear. Seven mix design alternatives were made. 42 specimens were prepared for each design alternative, with a total of 294 specimens. The results show that the optimal size for the addition of polypropylene fibers in 10, 25, 40 and 55% with respect to the weight of the cement is spindle 7. The maximum compressive strength reached with artificial coarse aggregate is 216.77 kg / cm^2 with addition of 40% of polypropylene fibers, on the other hand with natural coarse aggregate reached a compressive strength of 229.11 kg / cm^2 , this being the most optimal according to the shape of the coarse aggregate. The addition of polypropylene fibers in the pervious concrete mix design improves the properties of compressive strength and abrasion and impact wear, but the vacuum content and permeability present reduction tendencies.

Key words: Polypropylene fibers, permeable concrete, vacuum content, compressive strength, permeability, abrasion and impact wear.

Capítulo I. El problema

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años se ha registrado a nivel mundial un elevado impacto ambiental; generando como consecuencia cambios climáticos, obligando a impulsar la búsqueda de nuevos métodos de construcción sostenible, haciendo que cada vez más se utilicen materiales de tipo ecológico, entre los cuales se encuentra el concreto permeable que fue desarrollado en Japón desde los años 1980, desde entonces ha sido utilizado en diversas aplicaciones en Japón, Estados Unidos, Europa entre otros, sin embargo recientemente ha ganado mayor atención, debido a sus beneficios económicos y medioambientales, es un material para pavimentos que se denominan Sistema Urbano de Drenaje Sostenible (SUDS).

El concreto permeable se caracteriza por el adecuado manejo de las aguas pluviales, que permite infiltrar el agua a través de su estructura, favoreciendo la recarga de los mantos acuíferos, al mismo tiempo previniendo las inundaciones; pero debido a su alto contenido de vacío, presentan propiedades relativamente reducidos en comparación al concreto convencional (impermeable), es por esta razón el uso limitado de este material, en promedio la propiedad más relevante del concreto permeable que es la resistencia a compresión es de 175 kg/cm^2 (Córdova, 2016; C. E. Flores & Pacompía, 2015).

Al respecto es necesario mejorar las propiedades del concreto permeable, en especial la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta que la permeabilidad este dentro de los rangos aceptables.

Existen diversos estudios sobre diseños de mezcla, con la finalidad de mejorar las propiedades del concreto permeable adicionando finos, concreto reciclado, aditivo entre otros productos.

Pero no se ha encontrado estudios en el que se evalúa el comportamiento del concreto permeable con la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla, ni mucho menos se tiene el porcentaje óptimo de fibras de polipropileno que se debe de añadir en el diseño de mezcla, es decir existen vacío de información.

Por ello la presente investigación tiene por objeto mejorar las propiedades del concreto permeable con la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla, el uso de este producto es una manera de proveer al concreto permeable un refuerzo adicional.

1.2. Interrogantes de la investigación

1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye 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?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es el diseño de mezcla óptimo del concreto permeable según el tamaño de agregado grueso, para la adición de fibras de polipropileno en 10, 25, 40 y 55% respecto al peso del cemento?

¿De qué manera influye en el contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y desgaste de abrasión e impacto del concreto permeable, la adición de fibras de polipropileno en su diseño de mezcla?

¿Cuál es el diseño de mezcla óptimo del concreto permeable según la forma de agregado grueso?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

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.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el diseño de mezcla óptimo del concreto permeable según el tamaño de agregado grueso, para adicionar fibras de polipropileno en 10, 25, 40 y 55% respecto al peso del cemento.

Determinar el contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y desgaste de abrasión e impacto del concreto permeable al adicionar fibras de polipropileno en el diseño de mezcla.

Determinar el diseño de mezcla óptimo del concreto permeable según la forma de agregado grueso.

1.4. Justificación

Actualmente en nuestro país, el concreto permeable considerado como un material de construcción sostenible todavía no se viene implementando, para la evacuación de las aguas pluviales, la importancia de la presente investigación es la de mejorar las propiedades del concreto permeable en especial la resistencia a la compresión con la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla, con la finalidad de que pueda ser utilizado en nuestro país, el cual justifica esta investigación.

La presente investigación aportará información de una nueva manera de mejorar las propiedades del concreto permeable en especial la resistencia a la compresión, teniendo en cuenta la adecuada permeabilidad.

Beneficiará a empresas dedicadas a la venta de concreto convencional (impermeables), teniendo como una nueva alternativa el concreto permeable mejorado con la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla para áreas que requieran de la infiltración de aguas de lluvia.

Los resultados de los ensayos del concreto permeable con adición de fibras de polipropileno servirán para ampliar el área de aplicación.

El concreto permeable mejorado con fibras de polipropileno será útil principalmente a los usuarios que utilicen este material, puesto que ya no serán interferidos por los encharcamientos de agua, como el que presenta el concreto convencional (impermeable), puesto que este material permite pasar el agua a través de su estructura.

Con los resultados se podrá potenciar el uso del concreto permeable mejorado con la adición de fibras de polipropileno y de esta manera ser un país reconocido y competitivo en el uso de materiales de construcción sostenible.

Capítulo II. Marco teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

Mendoza, Aire & Davida (2011) estudiaron el efecto que tiene las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto convencional impermeable en estado fresco y duro, las variables que consideraron son el tamaño máximo, los finos y el contenido de fibras en porcentajes de 0.11 a 0.54 %, el estudio confirmó que la presencia de fibras en el concreto modifica la consistencia de las mezclas y en estado duro incrementa la resistencia a la tenacidad e impacto y reduce la contracción por secado (el agrietamiento); y otras propiedades permanecen sin cambios significativos.

Huang, Wu, Shu & Burdette (2010) en su investigación denominada “laboratory evaluation of permeability and strength of polymer-modified pervious concrete” para mejorar las propiedades del concreto permeable incluyeron látex, arena natural y fibras, a partir de su estudio concluyeron que la combinación del látex, arena natural y fibras podría producir un concreto permeable aceptable con suficientes propiedades de drenaje y resistencia.

Flores & Pacompía (2015) de la Universidad Nacional Altiplano, examinaron el efecto que tiene las tiras de polipropileno de 3 mm x 30 mm en el concreto permeable con fines en pavimentos; para la elaboración de los especímenes utilizaron agregados gruesos de tamaños N° 57 y N° 8, tras las pruebas de laboratorio obtuvieron que el tamaño estándar N° 8 es idóneo para la incorporación de tiras de polipropileno de 3 mm x 30 mm en porcentajes de 0.05, 0.10, 0.15 %, así mismo determinaron el diseño de mezcla con las mejores características se presenta con adición de tiras de polipropileno de 0.05% con un aumento en un 16.7 % en la resistencia a la compresión.

2.2. Fundamentación teórica

2.2.1. Concreto permeable

2.2.1.1. Definición

El concreto permeable o poroso es un concreto de cero asentamiento; se caracteriza por su alto contenido de vacío que permite el drenaje del agua a través de su estructura (Aire, Calderón, Charca, & Calixto, 2013; Galvan, De la Cruz Romero, Soto, & Rodríguez, 2013), compuesto de manera similar al concreto convencional, básicamente de cemento portland, agregado grueso, poco o nada de agregado fino y agua (Ibrahim, Mahmoud, Yamin, &

Patibandla, 2014; Shah & Pitroda, 2014), además se utiliza aditivos y fibras para mejorar el desempeño, durabilidad, resistencia y trabajabilidad (Moreno, Varela-Rivera, Solís-Cartaño, & Sánchez-Pech, 2013), esta combinación produce un material de agregados gruesos con una capa delgada de pasta cemento (combinación de agua y cemento); que finalmente se endurece en sus puntos de contacto (Agar-Ozbek, Weerheijm, Schlangen, & van Breugel, 2013a, 2013b; Azañedo, Chávez, & Muñoz, 2007), generando huecos interconectados incluidos intencionalmente de tamaños que varían de 2 a 8 mm (Agar-Ozbek et al., 2013a; Mrakovčić, Čeh, & Jugovac, 2014), logrando contenido de vacíos generalmente entre 15 a 25 % (Bertoletti & Henrique, 2014; Huang et al., 2010; Rafique Bhutta, Tsuruta, & Mirza, 2012; Schwetz et al., 2015), permeabilidad aproximadamente de 0.14 a 1.22 cm/s (ACI 522R, 2010), resistencia a la compresión de 2.8 – 28 MPa (McCain & Dewoolkar, 2010; Mrakovčić et al., 2014) y desgaste de abrasión e impacto menor de 35% (J. R. Flores, 2010; Pérez, Kraemer, & Lacleta, 1982).

2.2.1.2. Componentes

Los componentes del concreto permeable son similares a los usados en concretos convencionales (impermeables), excepto el uso del agregado fino que en el concreto permeable se usa en una pequeña cantidad.

2.2.1.2.1. Cemento

Este componente cumple la función de ligante entre los agregados. Las propiedades del cemento portland permiten fraguar al reaccionar con el agua, en consecuencia agrupa los agregados para conformar el concreto (Felipe C. & Felipe M., 2014).

El cemento que más se utiliza es el Cemento Portland Puzolánico IP el mismo que tiene propiedades de adhesión y cohesión por lo que es un buen ligante.

2.2.1.2.2. Agregado

Son materiales minerales, sólidos e inertes que se agrupan por división de tipos: tamaños y formas que a su vez se subdividen en elementos con características determinadas en función de su composición y posibles usos (Fernández, 2013).

El agregado grueso que se utiliza en el concreto permeable debe de reunir los requerimientos de la ASTM C33/C33M (2016); se debe evitar el agregado bien graduado debido a que reduce la porosidad y puede no proveer el contenido de vacío deseado.

2.2.1.2.3. Aditivo

Son materiales inorgánicos, que se añaden al concreto con el fin de modificar las propiedades de tal modo que se haga más adecuado para las condiciones de trabajo (Felipe C. & Felipe M., 2014).

Según la influencia que tiene en el concreto, los aditivos se pueden clasificar tal como se muestra en la Tabla 1 de acuerdo a los requerimientos de la ASTM C494/C494M (2017).

Tabla 1
Clasificación de los aditivos

Aditivos	Clasificación
Reductor de agua	A
Retardante de fraguado	B
Acelerante de fraguado	C
Reductor de agua y retardador	D
Reductor de agua y acelerante	E
Reductor de agua de alto rango	F
Reductor de agua de alto rango y retardante	G

Nota: Fuente: Adaptado de la tesis “Diseño y aplicación del concreto poroso para pavimentos” por Felipe, L. & Felipe, Y. (2014)

Los aditivos retardantes se utiliza para estabilizar y controlar la hidratación del cemento y son bastante utilizados en el concreto permeable, dependiendo de la relación A/C (ACI 522R, 2010).

2.2.1.2.4. Agua

Componente importante en el diseño, debido a que depende de ella la reacción de la hidratación (Fernández, 2013), la cantidad de agua debe de ser lo suficientemente necesario para permitir la reacción, sin comprometer sus propiedades del concreto una vez que se haya endurecido. El agua es el mismo que se utiliza en concretos convencionales los cuales deben cumplir con los requerimientos de la ASTM C1602/C1602M (2012).

2.2.1.3. Aplicaciones

Debido a su alto contenido de vacío el concreto permeable se utiliza en diversas aplicaciones que requieren permeabilidad (Agar-Ozbek et al., 2013a, 2013b; Chen, Wang, Wang, & Zhou, 2013), por otro lado se indica que la baja resistencia a la compresión a causa del contenido de vacío limita su uso (An, Hui-Mi, Sao-Jeng, & Kae-Long, 2011).

En este contexto se puede utilizar en pavimentos de tránsito ligero, veredas, estacionamientos, ciclo vías, parques, canchas de tenis entre otros (Aire et al., 2013; Fernandez & Navas, 2011; Lian & Zhuge, 2010; Murray, Snyder, & Marion, 2014; Rafique Bhutta et al., 2012), logrando de esta manera reducir o eliminar la escorrentía proveniente de precipitaciones pluviales (Fernandez & Navas, 2011; Mendoza et al., 2011).

2.2.1.4. Propiedades en estado duro

2.2.1.4.1. Contenido de vacío

Es la propiedad física de una material que permite pasar fluido, aire o luz (Felipe C. & Felipe M., 2014), según Ibrahim et al. (2014) es la relación entre el volumen de vacío y el volumen total de la muestra, se indica además que el contenido de vacío es parcialmente dependiente del tamaño de poros (Cabello, Campuzano, Espinoza, & Sánchez, 2015; Lian, Zhuge, & Beecham, 2011).

2.2.1.4.2. Resistencia a la compresión

En 2014, Felipe C. y Felipe M. así mismo Játiva definen la resistencia a la compresión como la capacidad que tiene un espécimen de resistir una carga de aplastamiento por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo, a menudo en kg/cm²; la resistencia a la compresión de un espécimen que falla a la rotura se puede definir en límites bastante ajustados, se agrega además que no en todo los casos el espécimen se rompen, en algunos casos solo se deforma.

2.2.1.4.3. Permeabilidad

Se refiere a la cantidad de flujo agua que pasa a través de la estructura de poros interconectados en un determinado tiempo, y se expresa a menudo en cm/s; el espécimen para el ensayo se obtiene de la combinación de cemento, agregados gruesos, contenido de vacío intencionalmente incluido, poco o nada de agregado fino y agua (Eluozo, 2013; Galvan et al., 2013; Solminihac, Videla, Fernández, & Castro, 2007; Vélez, 2010).

2.2.1.4.4. Desgaste de abrasión e impacto

Se define como la acción combinada de impacto y rozamiento que provoca la erosión del material, se expresa como un porcentaje de pérdida de masa después de 500 revoluciones del tambor de acero, así mismo para una mayor resistencia al desgaste de abrasión e impacto debe tener una baja pérdida de masa (Trujillo & Quiroz, 2013).

2.2.2. Fibras de polipropileno

2.2.2.1. Definición

Las fibras de polipropileno son productos sintéticos que se añade al concreto para proveer un refuerzo adicional, principalmente la reducción del agrietamiento, aumento importante de tenacidad, mejora de la resistencia al impacto, tracción y compresión entre otros beneficios (Huang et al., 2010).

2.2.2.2. Aplicaciones

Hoy en día las fibras sintéticas más utilizadas son las fibras de polipropileno con una demanda anual de 40 millones de toneladas con incrementos de 10% durante las últimas décadas (Flores & Pacompía, 2015; Moreno et al., 2013), pudiéndose usar en la construcción en:

- Losas de concreto
- Morteros
- Concreto proyectado
- Elementos prefabricados
- Revestimiento de canales, entre otros.

2.2.3. Diseño de mezcla

Se entiende como la medición y proceso de mezcla de los diferentes componentes ya sean sólidos o líquidos, para obtener el producto que es el concreto permeable (Játiva, 2014).

2.2.3.1. Criterios

En el diseño de mezcla las principales variables que afectan a las propiedades del concreto permeable son: la relación de agregado – cemento (Ag/C) y agua – cemento (A/C). La norma ACI 522R (2010) considera los rangos típicos de proporcionamiento de materiales que son de referencia; se menciona además que la mezcla exitosa, también depende de las propiedades de los materiales que se utiliza y si el caso lo requiera, se debe de probar en lotes de prueba para establecer y determinar el comportamiento esperado.

Tabla 2
Rangos típicos de proporciones de materiales

Parámetros	Rangos	Unidad
Materiales cementantes	270 a 415	kg/m ³
Agregados	1190 a 1480	kg/m ³
Relación agua – cemento	0.27 a 0.34	en peso
Relación agregado – cemento	4 a 4.5: 1	en peso
Relación agregado fino – agregado grueso	0 a 1:1	en peso

Nota: Fuente: “Report on pervious concrete” de la ACI 522R (2010)

2.2.3.1.1. *Relación agua – cemento (a/c)*

La relación (A/C) tiene una gran influencia sobre las propiedades del concreto permeable; cuando se utiliza una cantidad insuficiente de agua, se tiene como resultado una mezcla sin consistencia y con una baja resistencia a la compresión y a la durabilidad, por otro lado con una cantidad excesiva de agua se reduce la adhesión de la pasta al agregado, haciendo que la pasta fluya y llene los espacios vacíos de la mezcla, produciendo como resultado baja permeabilidad (Calderón & Charca, 2013).

Tennis & Akers (2004) recomienda que el concreto permeable con contenido óptimo de agua produce una pasta de cemento totalmente húmeda con alta viscosidad, que crea una suficiente con adherencia entre las partículas del agregado. La consistencia óptima se obtiene a través de la inspección ocular; cuando se comprime y suelta un puñado de mezcla, este no se debe desmoronar, tampoco la pasta debe fluir lejos de las partículas del agregado causando asentamiento de la pasta a través de la red de poros que ocasiona el cierre de la estructura de vacío, debe de tener un aspecto metálico mojado con brillo,

La elección de la relación a/c óptimo depende principalmente de la granulometría, las propiedades físicas de los agregados y el volumen del material cementante de la mezcla; para obtener la trabajabilidad en el concreto permeable generalmente el rango de la relación a/c cae dentro de 0.27 a 0.34.

Según Agar-Ozbek et al. (2013b), Ibrahim et al. (2014) y Córdova (2016) recomiendan trabajar con relación a/c de 0.30 con adición de aditivos ya que se logra mejores resultados tanto en trabajabilidad y en resistencia, sin en cambio con relaciones inferiores se obtiene una mezcla muy seca.

2.2.3.1.2. Relación agregado – cemento (Ag/C)

La norma ACI 522R (2010) menciona que la relación Ag/C generalmente varía de 4:1 a 4.5:1, dependiendo fundamentalmente del tipo de agregado. Tanto la relación agua – cemento y la relación agregado – cemento, deben satisfacer las características de permeabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad (Flores & Pacompía, 2015).

2.2.3.2. Procedimiento

Para el diseño de mezcla del concreto permeable se sigue los siguientes pasos, que se basó en la guía proporcionada por Meininger (1988) y ACI 522R (2010).

2.2.3.2.1. Paso 01: Determinación de la infiltración requerida

La filtración requerida se obtiene del estudio hidrológico de la zona, para un periodo de retorno y duración establecida, teniendo como finalidad obtener la intensidad de lluvia de diseño, dicha intensidad de lluvia se multiplica con el factor de rendimiento del pavimento frente a la colmatación, en el ANEXO B. Análisis hidrológico.

2.2.3.2.2. Paso 02: Obtención del porcentaje de vacío

La obtención del porcentaje de vacío está estrechamente relacionado con la infiltración requerida. Para determinar el porcentaje de vacío se utiliza la Figura 1, que permite calcular el porcentaje de vacío a partir del valor de filtración del concreto permeable en la curva.

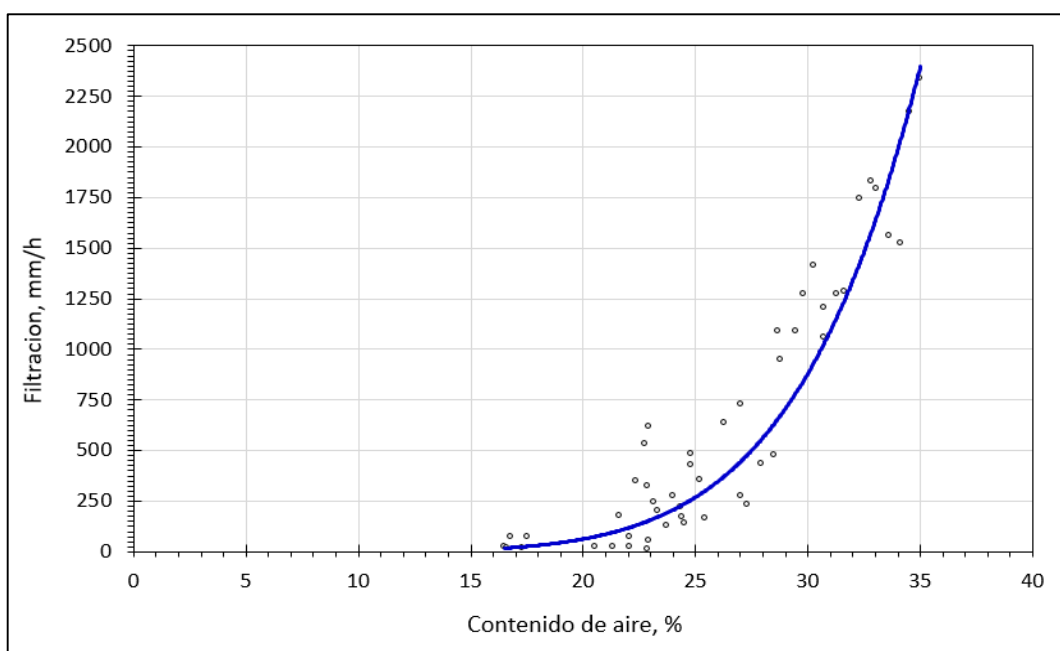


Figura 1. Determinación del porcentaje de vacío mediante la infiltración (Adaptado de Meininger, 1988)

2.2.3.2.3. Paso 03. Suposición de la resistencia a la compresión

Luego de haber determinado el porcentaje de vacío, se presume la resistencia a la compresión de acuerdo a la Figura 2, donde se muestra la resistencia a la compresión del concreto permeable desarrollado a los 28 días en dos tipos de gradaciones Huso 67 y Huso 8. Se observa para un determinado porcentaje de vacío se obtiene distintos valores de acuerdo al tipo de gradación, en consecuencia se concluye, de que solo se obtiene el valor de resistencia a la compresión referencia para el diseño de mezcla.

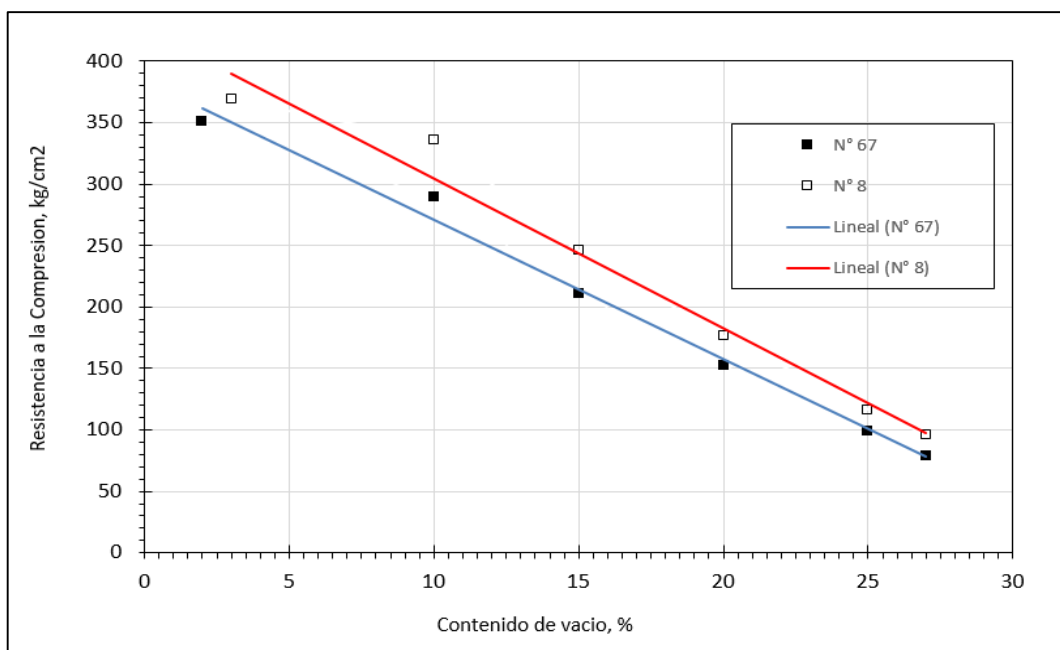


Figura 2. Suposición de la resistencia mediante el contenido de vacío (Adaptado de Meininger, 1988)

2.2.3.2.4. Paso 04: Obtención del porcentaje de contenido de pasta

La obtención del contenido de pasta se realiza mediante la Figura 3, se observa que a partir del contenido de vacío se obtiene el porcentaje de contenido de pasta.

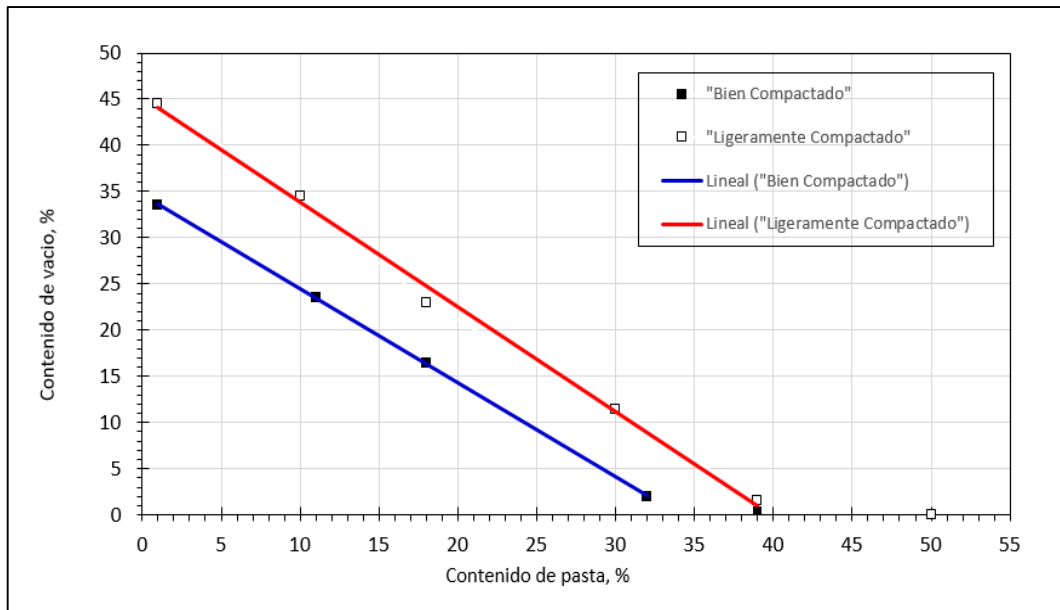


Figura 3. Obtención del contenido de pasta mediante el contenido de vacío (Adaptado de Meininger, 1988)

Además las dos curvas que hacen referencia al tipo de compactación, influye en el contenido de pasta, cuando es “ligeramente compactado” el contenido de pasta es mayor, sin embargo cuando está “bien compactado” es menor.

2.2.3.2.5. Paso 05: Elección de la relación agua – cemento

La relación de agua – cemento recomendado por el ACI 522R (2010) se encuentra entre los rangos de 0.26 a 0.45, el cual asegura el recubrimiento del agregado y la formación de espacios vacíos para la permeabilidad; sin embargo se debe tener en cuenta que una relación a/c alta puede generar el cierre del espacio de vacío, haciendo que la característica principal del concreto permeable que es evacuar el agua sea afectado, caso contrario una relación de a/c muy bajo hace que la mezcla sea muy seca y no trabajable.

2.2.3.2.6. Paso 06: Determinación del contenido de cemento y agua

Para determinar el contenido de cemento y agua por metro cúbico de mezcla, se hace uso de la información del volumen de pasta y relación a/c, que se obtienen en el Paso 4 y Paso 5, a partir de la ecuación 1 se calcular estos dos datos.

$$V_p = V_c + V_a \quad (1)$$

Dónde: V_p = volumen de pasta, V_c = volumen de cemento, V_a = volumen de agua

2.2.3.2.7. Paso 07: Cálculo del volumen absoluto de pasta

Se obtiene de la sumatoria de los componentes del concreto permeable en volumen.

2.2.3.2.8. Paso 08: Determinación del contenido de agregado

El volumen absoluto de agregado es igual a la unidad menos el volumen absoluto de la pasta ($V_a = 1 - V_p$), para determinar el peso por unidad cubica se multiplica por el peso específico.

2.2.3.2.9. Paso 09: Corrección del volumen absoluto de AG por contener AF

La característica del concreto permeable es por el uso de agregado grueso, ya que el agregado fino limita la conexión del sistema de poros. El ACI 522R (2010) recomienda que al incorporar el agregado fino en el concreto, el volumen de pasta se debe de reducir de 2 % por cada 10% de agregado fino del total de agregado del concreto permeable bien compactado, de 1% por cada 10 % de agregado fino del concreto permeable ligeramente compactado, estas reducciones se utiliza para mantener el mismo porcentaje de vacío por volumen.

2.2.3.2.10. Paso 10: Valores de diseño

Se muestra el resumen de los valores calculados considerando que el volumen es una unidad cubica.

2.2.3.2.11. Paso 11: Corrección por humedad y absorción

La corrección por humedad y absorción de los agregados se da porque el contenido de agua añadido para formar la pasta se afecta por el contenido de humedad de los agregados. Si los agregados se encuentran secos a temperatura ambiente, absorben agua, disminuyen la relación a/c y la trabajabilidad, por otro lado si el agregado tiene humedad libre en su superficie aporta agua a la pasta, aumentando la relación a/c, trabajabilidad y disminuye la resistencia a la compresión; por lo tanto estos efectos deben ser tomados en cuenta en la mezcla y se debe ajustar; mostrando el siguiente comportamiento, que cuando el contenido de agua es mayor que la absorción se disminuye la cantidad de agua en el diseño por humedad, caso contrario se adiciona agua en el diseño de mezcla.

2.2.3.2.12. Paso 12: Proporción de diseño de mezcla en peso

Se presenta las cantidades que se usarán para diferentes medidas.

2.3. Normas utilizadas

2.3.1. Norma ASTM C642 (Contenido de vacío)

Mediante este método se determina la densidad, el porcentaje de absorción y el porcentaje de vacío en el concreto permeable en estado duro, cuyo resultado del contenido de vacío se reporta en porcentaje (ASTM C642, 2013b).

2.3.2. Norma ASTM C39/C39M (Resistencia a la compresión)

Este método de ensayo permite determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos ya sea moldeado u obtenido por extracción; a su vez esta norma se limita a concretos que tengan peso unitario superior de 800 kg/m^3 , se calcula dividiendo la carga máxima soportado sobre el área del mismo y se reporta en kg/cm^2 (ASTM C39/C39M, 2017).

2.3.3. Norma ACI 522R (Permeabilidad)

Este método de ensayo permite conocer el parámetro característico del concreto permeable, que es el coeficiente de permeabilidad, se utiliza un permeámetro de carga constante recomendado por la ACI 522R (2010) para los ensayos.

2.3.4. Norma ASTM C1747/C1747 (Desgaste de abrasión e impacto)

Este método de ensayo permite determinar la resistencia a la degradación del concreto permeable por medio de la medida, de pérdida de masa de los especímenes sometidos a acciones combinadas de impacto y abrasión con billas en la máquina con tambor giratorio de acero (ASTM C1747/C1747M, 2017).

2.4. Formulación de la hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de fibras de polipropileno mejora las propiedades del concreto permeable $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ fabricado con agregado grueso artificial y natural.

2.4.2. Hipótesis específica

El diseño de mezcla óptimo del concreto permeable según el tamaño de agregado grueso, es aquel que utiliza agregado grueso de mayor tamaño.

La adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla, incrementa el contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y el desgaste de abrasión e impacto del concreto permeable.

El diseño de mezcla óptimo del concreto permeable según la forma de agregado grueso, es aquel que utiliza agregado grueso natural.

Capítulo III. Metodología

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación según el propósito es: básica, puesto que se generan nuevos conocimientos para mejorar las propiedades del concreto permeable con la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010; Sabino, 1994; Vara, 2012).

Así mismo según la naturaleza de la investigación es: experimental, debido a que se manipula el factor causal que es la variable independiente (fibras de polipropileno) para determinar el posterior efecto o variable dependiente que son: el contenido de vacío, la resistencia a la compresión, permeabilidad, desgaste de abrasión e impacto (Beatriz, Luz, & Hernández, 1994; Eugenia, 2009).

Además según Arias (2012) y Vara (2012) el nivel de investigación es: explicativo dado que se manipulan las variables para medir sus efectos.

3.2. Diseño de investigación

La presente investigación utilizó un diseño experimental, el cual se resume en la Tabla 3.

Tabla 3

Diseño de la investigación

Descripción	Asignación	Tratamiento	Postest
GE	R	X	O1
GC	R	---	O1

Nota: Fuente: Elaboración propia, GE = Grupo experimental, GC = Grupo control, R = Asignación, X = Tratamiento, O = Observación

El diseño que se muestra en la Tabla 3 significa que se investigó dos muestras iguales con asignación aleatoria: Grupo control (Gc) es el diseño de mezcla del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² sin tratamiento es decir sin fibras de polipropileno por otra parte el Grupo experimental (Ge) que corresponde al diseño de mezcla del concreto permeable $f'c=210$ kg/cm² con tratamiento es decir con fibras de polipropileno en 10, 25, 40 y 55 % respecto al peso del cemento (X), finalmente se realizó la medición de las propiedades el contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad, desgaste de abrasión e impacto (O1).

3.3. Variables y su operacionalización

Las variables dependientes e independientes que se consideró en la presente investigación, se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4
Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Valores finales	Tipo de variable
<i>Independiente</i>			
Fibras de polipropileno	Dosificación de mezcla con fibras de polipropileno	% de fibras de polipropileno ^a	Ordinal
<i>Dependiente</i>			
Contenido de vacío	Balanza	%	Continua
Resistencia a la compresión	Máquina de ensayo de compresión	kg/cm ²	Continua
Permeabilidad	Permeámetro de carga constante	cm/s	Continua
Desgaste de abrasión e impacto	Máquina de los ángeles	%	Continua

Nota: Fuente: Elaboración propia; kg/cm = kilogramos/centímetros cuadrados; cm/s = centímetros/segundos; % = porcentaje, los equipos que se utilizaron fueron la máquina de ensayo a compresión, balanza, permeámetro de carga constante, máquina de los ángeles.

^a Las fibras de polipropileno que se añadió al diseño de mezcla fue de 10, 25, 40 y 55 % respecto al peso del cemento.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población se conformó de especímenes de concreto permeable debido a que son las unidades de estudio; así mismo para la delimitación poblacional se consideró los siguientes criterios de inclusión y exclusión que son:

- Resistencia a compresión supuesto: 210 kg/cm²
- Fibras de polipropileno: Sikafiber PE
- Aditivo: Sikament 306
- Agregados: Planta chancadora SURUPANA S.A.C. (agregado artificial) y cantera ISLA (agregado natural).

A pesar de que se incluyó en la delimitación por los criterios de inclusión y exclusión la población se consideró infinita porque tiene un número extremadamente grande de componentes; es decir que se puede construir la cantidad de especímenes ilimitadamente, dependiendo entonces solo de factores como el presupuesto y tiempo.

3.4.2. Muestra

La selección de muestra que se utilizó es de tipo no probabilístico, puesto que no se aplicó ningún cálculo estadístico, se consideró conocimientos previos y criterios de investigación.

La totalidad de las unidades de análisis para las variables dependientes: contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y desgaste de abrasión e impacto, se conformó de la siguiente manera:

3.4.2.1. Resistencia a la compresión

Se realizó 33 especímenes por cada alternativa de diseño; considerando que una alternativa consta de un diseño de mezcla diferente, el cual se evaluó a los 7, 14 y 28 días, es decir que a los 7 días se sometió a la prueba de resistencia a la compresión 9 especímenes, a los 14 días otros 9 especímenes y por último a los 28 días los 15 especímenes restantes.

3.4.2.2. Contenido de vacío

Para el ensayo del contenido de vacío se realizó 3 especímenes, por cada alternativa de diseño en estado duro, los cuales se evaluó después de los 28 días, por otro lado en estado fresco se ensayó 3 muestras inmediatamente después de la preparación de la mezcla.

3.4.2.3. Permeabilidad

Para el ensayo de permeabilidad se realizó 3 especímenes por cada alternativa de diseño, los que se evaluó después de los 28 días.

3.4.2.4. Desgaste de abrasión

Para el ensayo de desgaste de abrasión e impacto se realizó 3 especímenes por cada alternativa de diseño, los que se evaluó después de los 28 días.

3.5. Materiales

3.5.1. Cemento

Se utilizó el Cemento Portland Puzolánico Rumi tipo IP de uso general, que cumple con las exigencias de las normas ASTM C595/C595M (2017) y NTP 334.090 (2013), los parámetros característicos del cemento que se utilizó se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Parámetros característicos del cemento

Descripción	Cemento Portland Puzolánico IP	Requisitos Norma NTP 334.090; ASTM C595
<i>Requisitos químicos</i>		
MgO (%)	1.99	6.00 máx
SO ₃ (%)	1.75	4.00 máx
Perdida por ignición (%)	2.14	5.00 máx
<i>Requisitos físicos</i>		
Peso específico	2.85	-
Expansión en autoclave (min)	0	0.80 máx
Fraguado vicat inicial (min)	170	45 min
Fraguado vicat final (min)	270	420 máx

Nota: Fuente: Ficha técnica Cemento Portland Puzolánico IP Rumi

3.5.2. Agregado

En este estudio se utilizó dos tamaños de agregados gruesos, clasificados según la ASTM C33/C33M (2016) en Huso 8 (3/8 in - No 8) y Huso 7 (1/2" - No 4), además se agregó por recomendación del ACI 522R (2010) agregado fino (No 8 - No 200) para mejorar sus propiedades.

En la Tabla 6 se presenta el tamaño, la forma de los agregados según su procedencia.

Tabla 6

Cuadro de procedencia, tamaño y forma de agregados utilizados

Procedencia	Tamaño		Forma
	AG	AF	
Planta Chancadora	Huso 8 ^a & Huso 7 ^b		Artificial
Cantera Isla	Huso 7 ^b	No 8 – No 200	Natural

Nota: Fuente: Elaboración propia; AG = Agregado Grueso; AF = Agregado fino; Planta chancadora SURUPANA provee agregado artificial (angular, chancado); Cantera Isla provee agregado natural (redondeado).

^a Según la ASTM C33/C33M el Huso 8 se compone de tamaños de agregado grueso de (3/8 in – No 8)

^b El Huso 7 se compone de tamaños de agregado grueso (1/2 in – No 4)

Se realizó los ensayos de: análisis granulométrico (ASTM C136, 2001; NTP 400.012, 2001), peso unitario (ASTM C29/C29M, 2003; NTP 400.017, 1999), peso específico – absorción (ASTM C128, 2001; NTP 400.022, 2002), pasante tamiz N° 200 (ASTM C117, 2003; NTP 400.018, 2002) y contenido de humedad (ASTM C566, 1997; NTP 339.185, 2002), para obtener las propiedades físicas que es indispensable en el diseño de mezcla, estas propiedades se resume en la Tabla 7 del Anexo A Propiedades de los materiales.

Tabla 7
Propiedades de los agregados

Forma Tamaño			Artificial ^b		Natural ^c		Unidad
		seco	Huso 8	Huso 7	Huso 7	AF	
Peso unitario compactado			1437	1445	1499	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto			1350	1355	1420	1410	kg/m ³
Peso específico SSS ^a			2598	2588	2535	2471	kg/m ³
Contenido de humedad			1.08	0.86	0.94	1.21	%
Absorción			2.20	2.21	2.32	3.09	%
Tamaño máximo			3/8	1/2	1/2	N° 8	in

Nota: Fuente: Elaboración Propia; Huso 8 con tamaños de agregado de (3/8 in – No 8); Huso 7 con tamaños de agregado de (1/2 in – No 4); AF = Agregado Fino.

^a SSS = Saturado Superficialmente Seco

^b Artificial = Procedencia planta chancadora SURUPANA S.A.C.

^c Natural = Procedencia Cantera Isla

3.5.3. Fibras de polipropileno

Para mejorar las propiedades del concreto permeables se utilizó las fibras de polipropileno Sikafiber PE, cuyas propiedades más relevantes se presenta en la Tabla 8.

Tabla 8
Propiedades de fibras de polipropileno Sikafiber PE

Descripción	Valor	Unidad
Densidad real aproximada	1.17	kg/l
Módulo de elasticidad	15000	kg/cm ²
Alargamiento de rotura	20 – 30	%
Resistencia a tracción	300 – 350	kg/cm ²
Longitud	19	mm
Durabilidad	Indefinido	

Nota: Fuente: Hoja técnica de la fibra de polipropileno SIKAFIBER PE, de Building Trust SIKA

3.5.4. Aditivo

Además de las fibras se utilizó el aditivo Sikament 306 de tipo G multifuncional.

Cuyas propiedades superplastificantes dio una adecuada trabajabilidad, facilidad en su colocación y permitió reducir la cantidad de agua de la mezcla consiguiendo la misma trabajabilidad. El peso específico se encuentra entre 1.18 – 1.23 kg/l, que cumple con los requerimientos de la norma ASTM C494/C494M (2017).

3.5.5. Agua

El agua empleada en el diseño de mezcla del concreto permeable fue del campus UPeU-Juliacá, que es potable, no se realizó pruebas de calidad adicionales, debido a que cumplen con las exigencias de la ASTM C1602/C1602M (2012) y NTP 399.088 (2014).

3.6. Diseño de mezcla

El proceso del diseño de mezcla se dividió en tres fases. La Fase I se llevó a cabo para determinar la mezcla óptima según el tamaño de agregado grueso para la adición de fibras de polipropileno en 10, 25, 40, 55 %. La Fase II se llevó a cabo para estudiar la influencia de la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable; y finalmente en la Fase III se llevó a cabo para determinar la mezcla óptima según la forma del agregado grueso con adición del porcentaje óptimo de fibras de polipropileno. Para el diseño se tomó en cuenta las referencias previas de dosificación en concretos permeables, en resumen se muestra en la Tabla 9 del Anexo C. Diseño de mezcla.

Tabla 9

Proporción de diseño de mezcla por 1 m³

Fase	Diseño	Sikafiber		Cemento	AF	AG	Aditiv	Agua
		%	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	l/m ³	l/m ³
I ^a	Mezcla 1			386.16	143.35	1354.65	4.87	133.52
	Mezcla 2			397.20	144.56	1358.08	5.01	140.02
II ^b	Mezcla 3	10	0.34	397.20	144.48	1357.28	5.01	140.01
	Mezcla 4	25	0.85	397.20	144.35	1356.08	5.01	139.99
	Mezcla 5	40	1.36	397.20	144.22	1354.89	5.01	139.97
	Mezcla 6	55	1.87	397.20	144.09	1353.69	5.01	139.97
III ^c	Mezcla 7	40	1.36	397.20	144.22	1327.89	5.01	139.99

Nota: Fuente: Elaboración propia. Fibras de polipropileno = Sikafiber; AF = Agregado Fino; AG = Agregado Grueso; Aditivo = Sikament.

^a Fase I corresponden a las mezclas 1 y 2 que se llevó a cabo para determinar la mezcla óptima para la adición de fibras de polipropileno.

^b Fase II corresponden a las mezclas 3, 4, 5 y 6 con adición de fibras de polipropileno en 10, 25, 40 y 55%, se realizó para el estudio de la adición de fibras de polipropileno en del diseño de mezcla del concreto permeable.

^c Fase III corresponde a la mezcla 7; se llevó a cabo para determinar cuál de ellos presenta el mejor comportamiento fabricado con agregado grueso de procedencia artificial o natural, además se adicionó el óptimo porcentaje de fibras de polipropileno.

3.7. Técnicas e instrumentos

Las técnicas e instrumentos que se utilizó en la presente investigación para la recolección de datos se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Cuadro de fuente, técnica e instrumentos de recolección de datos

Variables	Fuente	Técnica	Instrumento
Resistencia a la compresión	Primaria	Observación	Máquina de ensayo de compresión
Contenido de vacío	Primaria	Observación	Balanza
Permeabilidad	Primaria	Observación	Permeámetro de carga constante
Desgaste de abrasión e impacto	Primaria	Observación	Máquina de los ángeles

Nota: Fuente: Elaboración propia. Los datos se recolectaron con fuente primaria y con la técnica de observación.

3.8. Procedimiento de investigación

3.8.1. Elaboración de especímenes

El concreto permeable se hizo individualmente para cada alternativa de diseño de mezcla, primero se colocó el agregado grueso y fino y se dejó girar por un minuto, se añadió el cemento dejando girar por un minuto más, enseguida se adicionó las fibras de polipropileno Sikafiber de acuerdo al diseño de mezcla y por último el agua combinado con aditivo Sikament, haciendo girar por dos minutos, a continuación, la mezcla fue colocada en los moldes previamente lubricas con petróleo para facilitar el desmoldado, el relleno de los moldes se hizo en cuatro capas compactadas con 10 golpes por capa con pisón de una altura de caída de 305 mm distribuidos uniformemente en todo el área, la última capa se relleno con un exceso de 20 mm, y posterior a esto se procedió a enrasar al tope del molde usando la barra de compactar, finalmente se envolvió los especímenes con plástico para iniciar el proceso de curado, así mismo se indica que previo a la elaboración de los especímenes se realizó la verificación el asentamiento convencional y de cono invertido.

3.8.2. Curado de especímenes

Después de 24 horas el espécimen se desmoldó e identificó; inmediatamente después fueron inmersos en agua en la poza de curado por 7, 14 ó 28 días dependiendo de la edad que se desee ensayar el especímenes.

Después de la extracción del espécimen de la poza de curado, se realizó los ensayos de: contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y desgaste de abrasión e impacto.

3.9. Pruebas

Los ensayos que se realizó en estado fresco fue: el asentamiento, peso unitario, contenido de vacío y asentamiento de cono invertido.

Así mismo en estado duro: el contenido de vacío, resistencia a la compresión, permeabilidad y desgaste de abrasión e impacto.

3.9.1. En estado fresco

3.9.1.1. Ensayo de revenimiento

Se realizó según la norma ASTM C143/C143M (2015) y NTP 339.035 (2009) en base a este método se humedece, el molde, la plancha, las herramientas a utilizar; enseguida se ubica la plancha metálica en una superficie plana colocando el molde en el centro y sujetando con los pies firmemente, luego se procede a llenar el molde con la mezcla del concreto permeable en tres capas, compactando cada capa con 25 golpes distribuidos uniformemente, después se procede a enrasar con la varilla dejando nivelada, así mismo removiendo el material excedente que se encuentra en su alrededor, finalmente se quita el molde en dirección vertical, colocando inmediatamente el molde al lado de la muestra para medir la parte superior del molde con el centro desplazado de la superficie de la muestra.

3.9.1.2. Ensayo de peso unitario y contenido de vacío fresco

Se realizó según la norma ASTM C1688/C1688M (2008), en base a este método en primer lugar se humedece el interior del medidor, en seguida la mezcla de concreto permeable se coloca en dos capas por el alrededor del perímetro de la abertura, así mismo se compacta cada capa 20 veces con un martillo proctor estándar desde una altura de 305 mm, distribuyendo uniformemente de manera que la mezcla de concreto sea consolidado homogéneamente, teniendo en cuenta que la última capa debe tener un exceso de 3 mm, finalmente se enrasa con la ayuda de una plancha metálica obteniendo una superficie nivelada para luego determinar el peso del recipiente con el concreto permeable.

3.9.1.3. Ensayo de cono invertido

Fue realizado según las especificaciones de la norma ASTM C995 (2001), en base a este método se humedece el molde, la plancha metálica y los aparatos a utilizar.

Enseguida se coloca el cono en posición invertido en el centro de la plancha; luego se procede a rellenar el molde sin aplicar ningún tipo de compactación, a continuación se enrasa con la varilla dejando la superficie nivelada, además se remueve el concreto excedido para prevenir interferencias; posteriormente se quita el molde en dirección vertical simultáneamente se controla el tiempo, finalmente se coloca el molde al lado de la muestra, y se toma las medidas de diámetro y asentamiento de la muestra.

3.9.2. En estado duro

3.9.2.1. Ensayo del contenido de vacío

El ensayo del contenido de vacío se realizó según las especificaciones de la norma ASTM C642 (2013a) y NTP 339.046 (2008) en base a este método se coloca los especímenes en un horno de secado a una temperatura de 110°C durante 24 horas, después del tiempo previsto los especímenes se retiran del horno para dejar enfriar a una temperatura ambiente para luego determinar su masa, posteriormente estos especímenes se suspenden dentro del agua con un alambre y se determina su masa sumergida.

3.9.2.2. Ensayo de resistencia a la compresión

Los ensayos de resistencia a la compresión se realizó según la norma ASTM C39/C39M (2017), en los especímenes a 7, 14 y 28 días en una prensa hidráulica de marca SHIDASU, con una capacidad de 50000 kg; durante el ensayo, se utilizó discos de neopreno contenido en la capsulas metálicas para mejorar su distribución de la carga, ya que la superficie de contacto de concreto permeable es bastante irregular.

3.9.2.3. Ensayo de permeabilidad

El procedimiento se realizó según la recomendación de la norma ACI 522R (2010), esta norma propone utilizar un permeámetro de carga constante en donde se coloca el espécimen cilíndrico de concreto permeable.

Se tomó como base el ensayo descrito por Neithalath et al. (2003); que es básicamente envolver los especímenes con una membrana de látex e insertarlo en el permeámetro, uniendo el espécimen con abrazaderas y a su vez verificando su horizontalidad con la ayuda

de un nivel de mano, después de la instalación, el circuito se abre permitiendo el paso del agua a través de su estructura saturándola y garantizando la salida del aire. A continuación, se cierra el circuito mediante la válvula, manteniendo el nivel de agua a una altura 20 cm enseguida se abre nuevamente la válvula, registrando el tiempo desde el momento que comienza la descarga hasta alcanzar la superficie superior de la muestra. El procedimiento se repite por tres veces para cada espécimen de prueba y se considera el tiempo medio; la permeabilidad se determina de acuerdo a la Ley de Darcy.

3.9.2.4. Ensayo del desgaste de abrasión

Este ensayo se realizó según las especificaciones de la norma ASTM C1747/C1747M (2013) para determinar el desgaste de abrasión e impacto. Comienza con el pesado de tres especímenes simultáneamente, luego los especímenes se colocan en una máquina denominada Máquina de los Ángeles, que es un tambor de acero que rota a una velocidad controlada. En este ensayo la norma recomienda que la rotación de la máquina tenga una velocidad de 30 a 33 revoluciones por minuto, después de 500 revoluciones, el material se retira y tamiza en un tamiz de 1 pulgada, el material retenido en el tamiz es pesado. A partir de los resultados obtenidos en el pesaje inicial y final del espécimen se calcula la pérdida de masa en porcentaje.

3.10. Diseño de la prueba de hipótesis

3.10.1. Hipótesis estadística

Tabla 11

Planteamiento de la hipótesis estadística: mezcla óptima según el tamaño de agregado grueso

Descripción	Planteamiento	Interpretación del planteamiento
Hipótesis nula	$H_0: u_1 \geq u_2$	La resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días desarrollado por el C°P° fabricado con agregado grueso Huso 7, ES MENOR que la resistencia desarrollada con los agregados grueso de Huso 8.
Hipótesis de investigación	$H_i: u_1 < u_2$	La resistencia a la compresión a los 7, 14, 28 días desarrollado por el C°P° fabricado con agregado grueso Huso 7, ES MAYOR que la resistencia desarrollada con agregado grueso Huso 8.

Nota: Fuente: Elaboración propia; C°P° = concreto permeable; u_1 = promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla 1 fabricado con agregado grueso Huso 8; u_2 = promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla 2 fabricado con agregado grueso Huso 7. Se rechaza la hipótesis nula, si $t_0 < -t$

Tabla 12*Planteamiento de la hipótesis estadística: contenido de vacío*

Descripción	Planteamiento	Interpretación del planteamiento
Hipótesis nula	Ho: $u_1 \geq u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso del cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, NO INCREMENTA el contenido de vacío en estado duro del C°P°.
Hipótesis de investigación	Hi: $u_1 < u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, INCREMENTA el contenido de vacío en estado duro del C°P°.

Nota: Fuente: Elaboración propia; C°P° = concreto permeable; u_1 = promedio del contenido de vacío de la mezcla 2 sin fibras de polipropileno; u_2 = promedio del contenido de vacío de las mezclas 3, 4, 5 y 6 con 10, 25, 40 y 55% de fibras de polipropileno respectivamente. Se rechaza la hipótesis nula, si $t_0 < -t$

Tabla 13*Planteamiento de la hipótesis estadística: resistencia a la compresión*

Descripción	Planteamiento	Interpretación del planteamiento
Hipótesis nula	Ho: $u_1 \geq u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso del cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, NO INCREMENTA la resistencia a compresión del C°P°.
Hipótesis de investigación	Hi: $u_1 < u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, INCREMENTA la resistencia a la compresión del C°P°.

Nota: Fuente: Elaboración propia; C°P° = concreto permeable; u_1 = promedio de resistencias a la compresión de la mezcla 2 sin fibras de polipropileno; u_2 = promedio de resistencias a la compresión de las mezclas 3, 4, 5 y 6 con 10, 25, 40 y 55% de fibras de polipropileno respectivamente. Se rechaza la hipótesis nula, si $t_0 < -t$

Tabla 14*Planteamiento de la hipótesis estadística: permeabilidad*

Descripción	Planteamiento	Interpretación del planteamiento
Hipótesis nula	Ho: $u_1 \geq u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso del cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, NO INCREMENTA la permeabilidad del C°P°.
Hipótesis de investigación	Hi: $u_1 < u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, INCREMENTA la permeabilidad del C°P°.

Nota: Fuente: Elaboración propia; C°P° = concreto permeable; u_1 = promedio de permeabilidad de la mezcla 2 sin fibras de polipropileno; u_2 = promedio de la permeabilidad de las mezcla 3, 4, 5 y 6 con 10, 25, 40 y 55% de fibras de polipropileno respectivamente. Se rechaza la hipótesis nula, si $t_0 < -t$

Tabla 15*Planteamiento de la hipótesis estadística: desgaste de abrasión e impacto*

Descripción	Planteamiento	Interpretación del planteamiento
Hipótesis nula	Ho: $u_1 \leq u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso del cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, NO INCREMENTA el desgaste de abrasión e impacto del C°P°.
Hipótesis de investigación	Hi: $u_1 > u_2$	La adición en un 10, 25, 40 y 55 % de fibras de polipropileno respecto al peso cemento, en el diseño de mezcla del C°P°, INCREMENTA el desgaste de abrasión de abrasión e impacto del C°P°.

Nota: Fuente: Elaboración propia; C°P° = concreto permeable; u_1 = promedio del desgaste de abrasión e impacto de la mezcla 2 sin fibras de polipropileno; u_2 = promedio del desgaste de abrasión e impacto de las mezcla 3, 4, 5 y 6 con 10, 25, 40 y 55% de fibras de polipropileno respectivamente. Se rechaza la hipótesis nula, si $t_0 > t$

Tabla 16*Planteamiento de la hipótesis estadística: mezcla óptima según la forma del agregado grueso*

Descripción	Planteamiento	Interpretación del planteamiento
Hipótesis nula	Ho: $u_1 \geq u_2$	La resistencia a la compresión a los (7, 14, 28) días desarrollado por el C°P° fabricado con agregado grueso natural, ES MENOR que la resistencia desarrollada con agregado grueso artificial.
Hipótesis de investigación	Hi: $u_1 < u_2$	La resistencia a la compresión a los (7, 14, 28) días desarrollado por el C°P° fabricado con agregado grueso natural, ES MAYOR que la resistencia desarrollada con agregado grueso artificial.

Nota: Fuente: Elaboración propia; C°P° = concreto permeable; u_1 = promedio de resistencia a la compresión de la mezcla 5 fabricado con agregado grueso natural; u_2 = promedio de la resistencia a la compresión de la mezcla 7 fabricado con agregado grueso artificial. Se rechaza la hipótesis nula, si $t_0 < -t$

3.10.2. Nivel de significancia

El margen de error que se utilizó es de $\alpha = 0.05$ es decir que las pruebas de hipótesis se realizó con un nivel de confianza del 95 %; se tomó este nivel de confianza debido a que es el más común, además proporciona un buen balance entre la precisión y confiabilidad.

3.10.3. Grados de libertad

Se utilizó el estimado sencillo y conservador: grados de libertad (gl) es igual al valor más pequeño del tamaño de ambas muestras menos una unidad.

Es decir $n_1 - 1$ y $n_2 - 1$.

3.10.4. Estadística de prueba

La presente investigación utilizó la prueba “t” de student, puesto que tenemos dos muestras independientes y estamos probando una aseveración de dos medias poblacionales.

$$t_0 = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{S_c^2}{n_c} + \frac{S_e^2}{n_e}}} \quad (2)$$

Donde: \bar{x} = media aritmética, s = desviación estándar, n = muestra o grupo de estudio.

3.10.5. Regla de decisión

La regla de decisión que se asumió para la prueba de hipótesis es el siguiente: Si el valor de la t calculada (t_0) cae en la región de rechazo (se rechaza H_0), de donde se asume que la hipótesis de la investigación planteada es cierta (H_1), de lo contrario, si el valor no cae en la región rechazo (se acepta H_0), por lo tanto se asume que la hipótesis nula es la verdadera.



Figura 4. Regla de decisión para la prueba de hipótesis (Adaptado de Freund et al. (2000))

Capítulo IV. Resultados y discusión

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Mezcla óptima según el tamaño del agregado grueso

En la figura 5 se muestra los resultados de resistencia a la compresión ensayados a los 7, 14 y 28 días, agrupados por diseño de mezcla que se distribuye en mezcla 1 grupo patrón y mezcla 2 grupo comparada con agregados grueso de Huso 8 y Huso 7 respectivamente. En esta fase I se evalúa básicamente la resistencia a compresión.

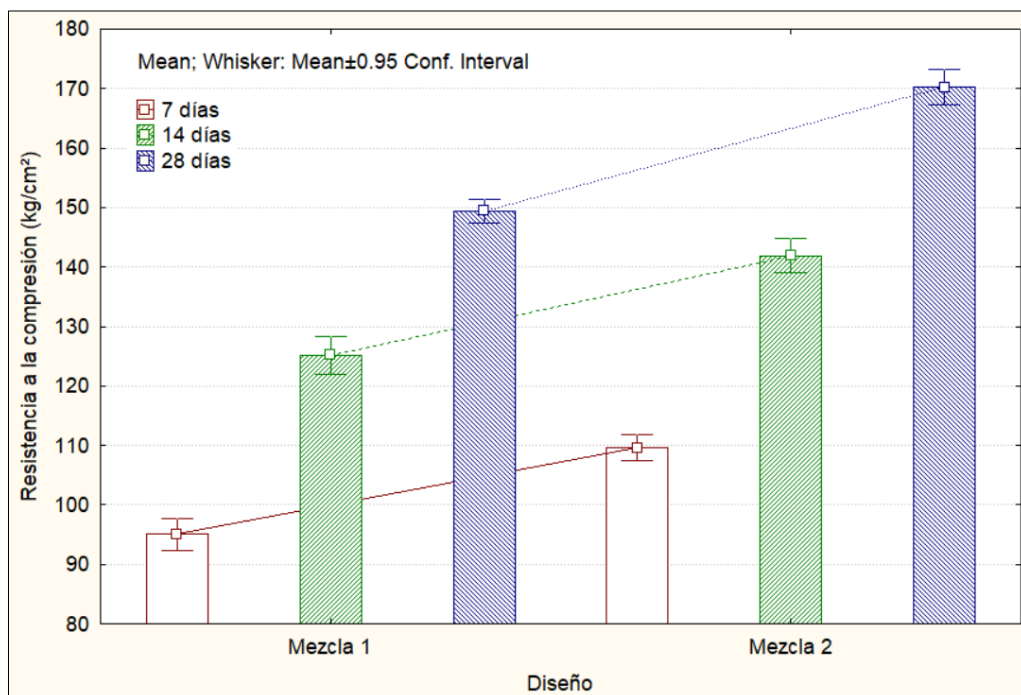


Figura 5. Media de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 agrupado por diseño de mezcla

De acuerdo a los resultados de la prueba de resistencia a la compresión que se muestra en la Figura 5 se observa, que la mezcla 2 fabricado con agregado grueso Huso 7 presenta mejores resultados frente a la mezcla 1 fabricado con agregados grueso Huso 8, se cree que este comportamiento es debido a que la cantidad de cemento en el diseño de mezcla es óptimo para Huso 7 sin embargo para el Huso 8 es deficiente, afectando de esta manera en su resistencia.

4.1.2. Efecto de fibras de polipropileno sobre el contenido de vacío

En la figura 6 se muestra los resultados del contenido de vacío (Fase II) en estado fresco y duro, agrupados por diseño de mezcla que se distribuyen:

En un grupo control (Gc) mezcla 2 sin fibras de polipropileno y cuatro grupos experimentales (Ge) mezclas 3, 4, 5 y 6 con fibras de polipropileno de 10, 25, 40 y 55 % respectivamente.

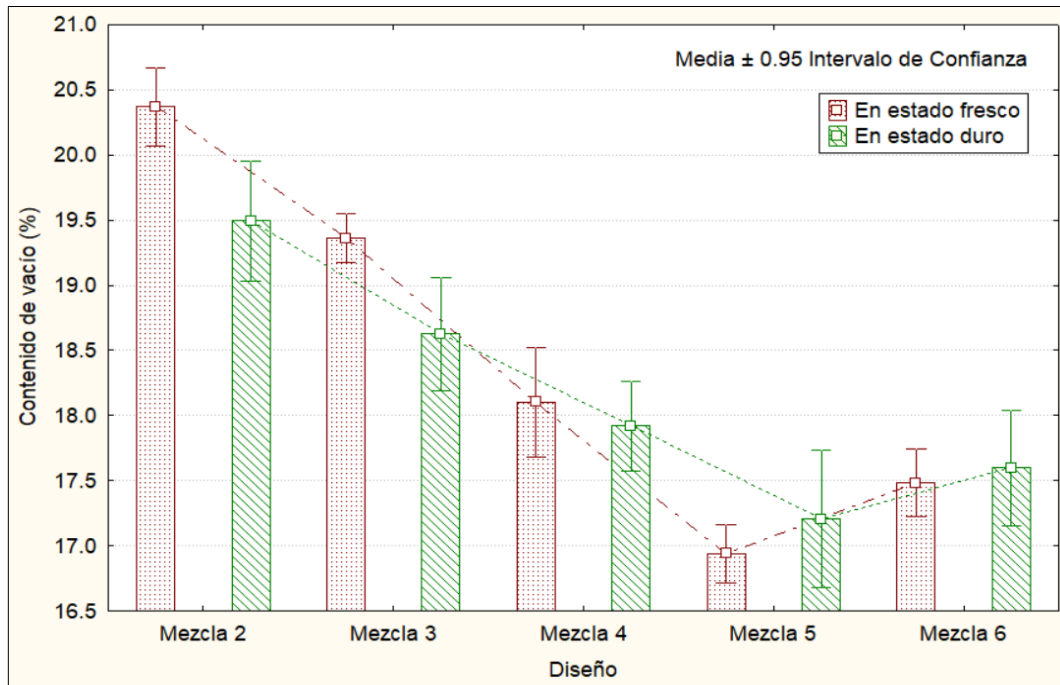


Figura 6. Media de contenido de vacío agrupada por diseño de mezcla

De acuerdo a los resultados de las pruebas del contenido de vacío que se muestra en la Figura 6 se observa, que el contenido de vacío disminuye a medida que se añade las fibras de polipropileno, es decir con 10, 25, 40 y 55 % de fibras se obtienen contenidos de vacío de 18.62, 17.92, 17.21 y 17.60 % de los diseños de mezcla 3, 4, 5 y 6 respectivamente (Ver Anexo E – 3), este comportamiento es debido a que las fibras de polipropileno juntamente con la pasta y aditivo proporciona mejor enlace y mayor área de contacto entre los agregados, por consiguiente se pierde el contenido de vacío. El contenido de vacío mínimo se da al adicionar 40 % FP.

4.1.3. Efecto de fibras de polipropileno sobre la resistencia a la compresión

En la figura 7 se muestra el desarrollo de la resistencia a la compresión a edades de 7, 14, 28 días de los siete diseños de mezcla que se realizó en la presente investigación, se observa que la curva de desarrollo del concreto permeable tiene semejanza al concreto convencional.

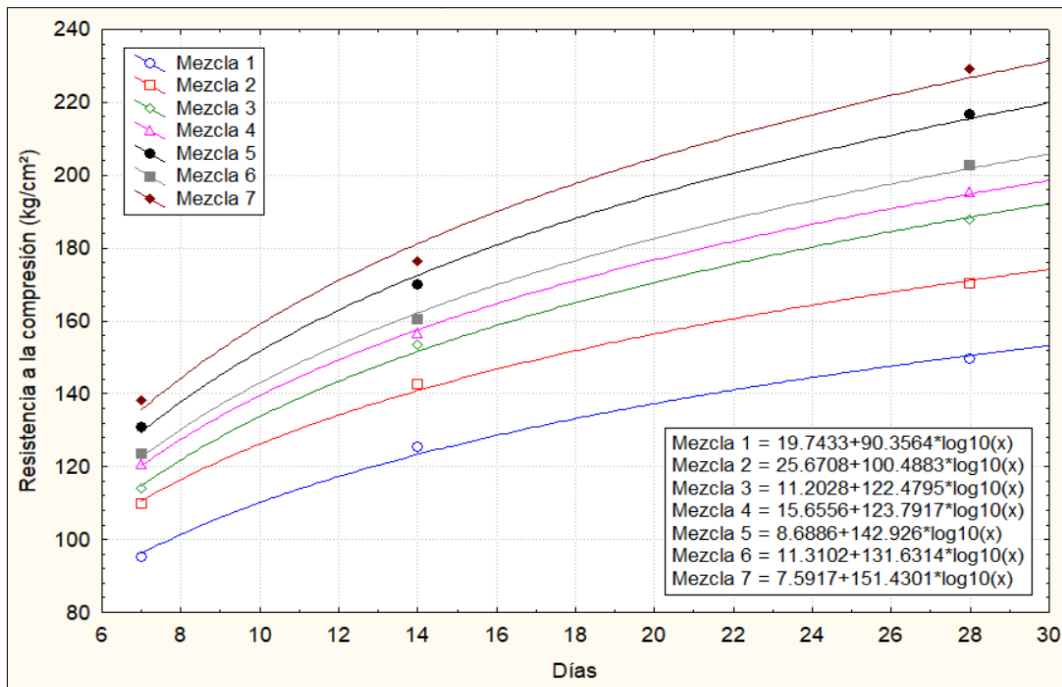


Figura 7. Curva de desarrollo de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días

En la figura 8 se muestra los resultados promedio de la resistencia a la compresión correspondiente a la Fase II de la presente investigación, agrupados por edad (7, 14, 28 días) y por diseño de mezcla que se distribuyen: en un grupo control (Gc) mezcla 2 sin fibras de polipropileno y cuatro grupos experimentales (Ge) mezcla 3, 4, 5 y 6 con fibras de polipropileno de 10, 25, 40 y 55 % respectivamente.

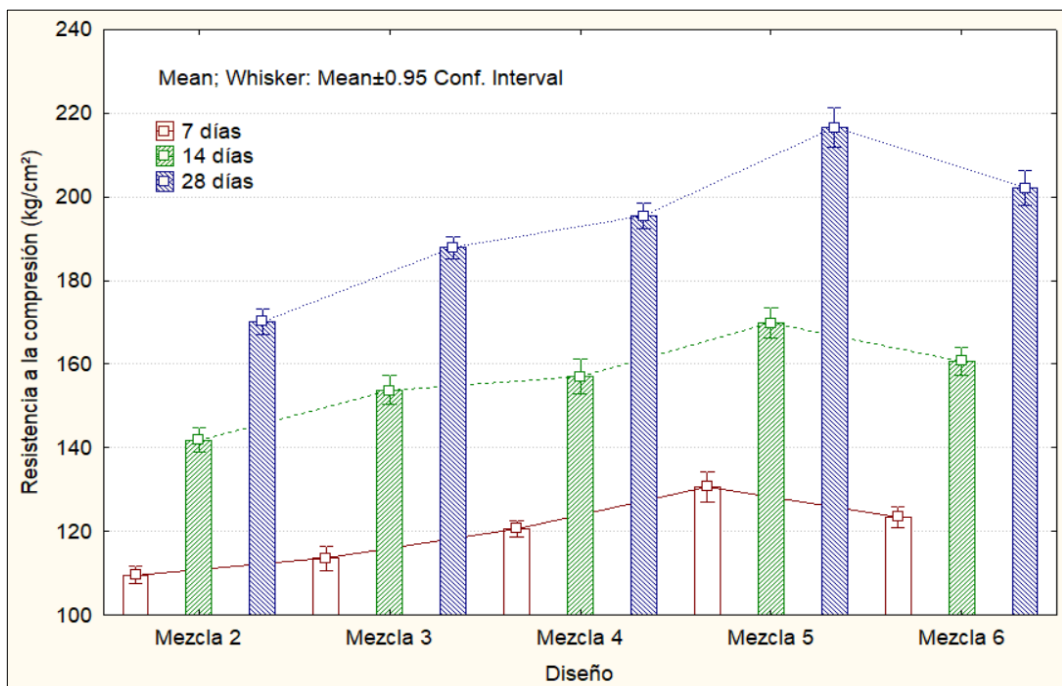


Figura 8. Media de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 agrupados por diseño de mezcla

De acuerdo a los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión que muestra la Figura 8 se observa, que la resistencia a compresión incrementa a medida que se añade fibras de polipropileno, es decir con 10, 25, 40 y 55% de fibras se obtienen resistencias a la compresión de 187.57, 195.28, 216.77 y 202.72 kg/cm² a los 28 días, del mismo modo de 153.34, 156.58, 170.01, 216.77 y 160.34 kg/cm² a los 14 días, y de 113.83, 120.75, 130.72 y 123.47 kg/cm² a los 7 días; de los diseños de mezcla 3, 4, 5 y 6 respectivamente (Ver Anexo E – 4), este comportamiento es debido a que las fibras de polipropileno juntamente con la pasta y aditivo proporciona mejor enlace y mayor área de contacto entre los agregados, por consiguiente se incrementa la resistencia. Además se observa que el óptimo contenido de fibras de polipropileno es de 40 % con una resistencia a la compresión de 216.77 kg/cm² a 28 días el cual corresponde a la mezcla 5, en consecuencia se evidencia que la adición del 40 % de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable es el que proporciona las mejores cualidades con fibras de polipropileno.

4.1.4. Efecto de fibras de polipropileno sobre la permeabilidad

En la figura 9 se muestra el resultado promedio de la permeabilidad (Fase II) agrupado por diseño de mezcla que se distribuyen: en un grupo control (Gc) mezcla 2 sin fibras de polipropileno y cuatro grupos experimentales (Ge) mezclas 3, 4, 5 y 6 con fibras de polipropileno de 10, 25, 40 y 55 % respectivamente.

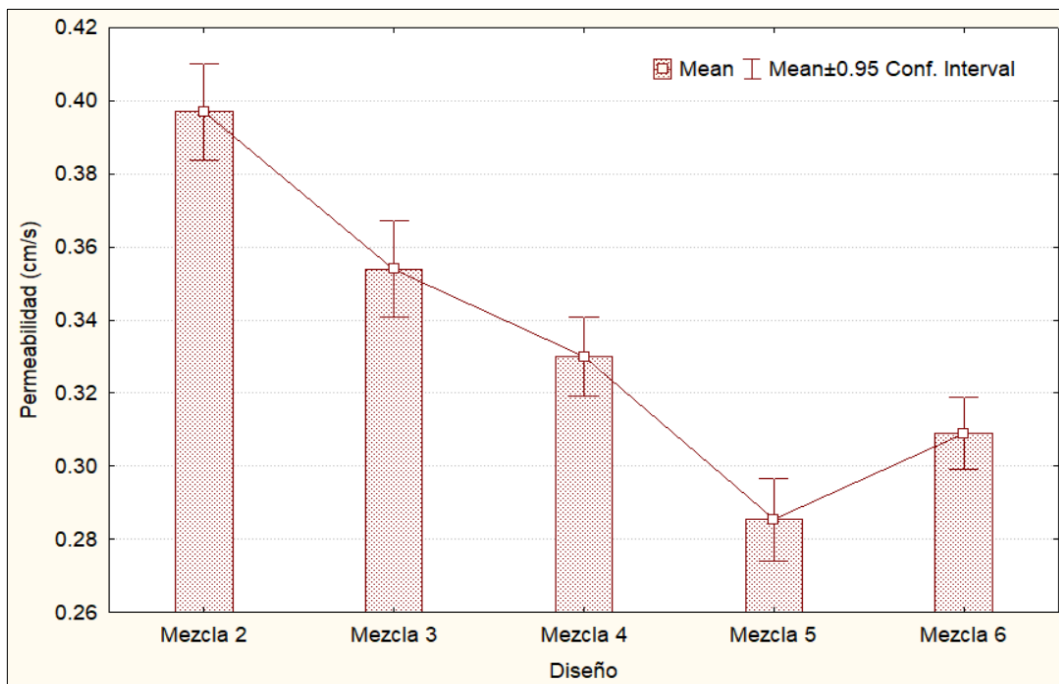


Figura 9. Media de permeabilidad agrupada por diseño de mezcla

De acuerdo a los resultados de la prueba de permeabilidad que se muestra en la figura 9, se observa que la permeabilidad disminuye al adicionar las fibras de polipropileno, es decir con 10, 25, 40 y 55% de fibras se obtienen permeabilidades de 0.354, 0.330, 0.285 y 0.309 cm/s de los diseños de mezcla 3, 4, 5 y 6 respectivamente (Ver Anexo E – 5); este comportamiento es debido a que las fibras de polipropileno al enlazarse conjuntamente con la pasta al agregado genera menor contenido de vacío, por consiguiente disminuye la permeabilidad.

4.1.5. Efecto de fibras de polipropileno sobre el desgaste de abrasión e impacto

En la figura 10 se muestra los resultados del desgaste de abrasión e impacto (Fase II) agrupado por diseño de mezcla que se distribuyen: en un grupo control (Gc) mezcla 2 SF y cuatro grupos experimentales (Ge) mezclas 3, 4, 5 y 6 CF de 10, 25, 40 y 55% respectivamente.

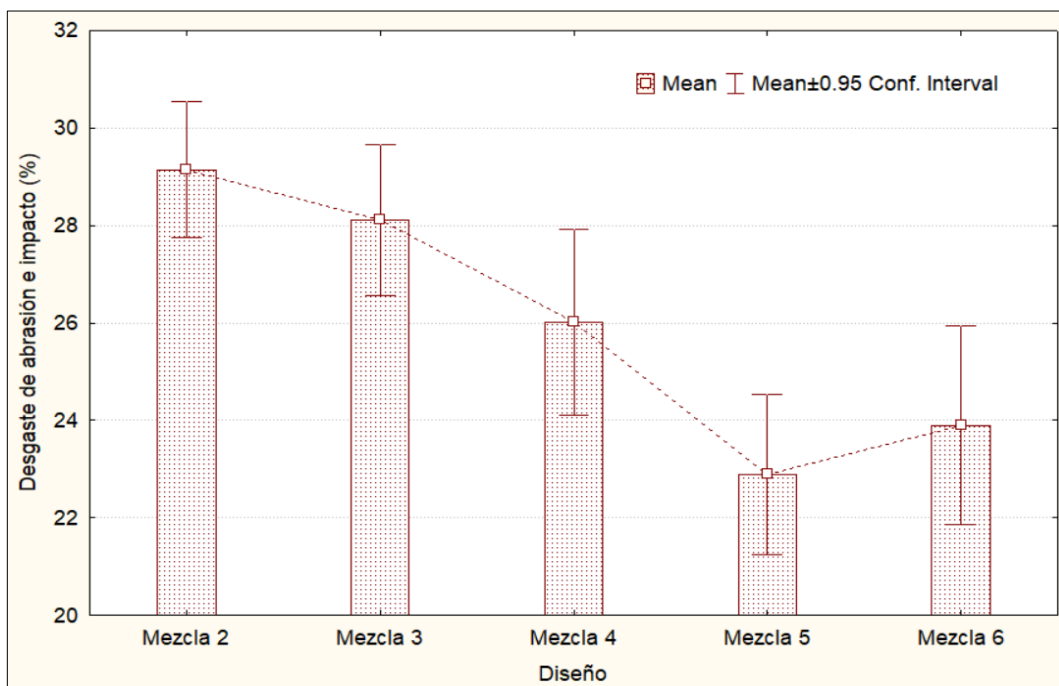


Figura 10. Media de desgaste de abrasión e impacto agrupada por diseño de mezcla

De acuerdo a los resultados de la prueba de desgaste de abrasión e impacto que muestra la figura 10, se observa que el desgaste de abrasión e impacto incrementa al adicionar fibras de polipropileno, con respecto la palabra “incrementa” en esta prueba el criterio es a menor valor, mayor resistencia al desgaste por abrasión e impacto. Con 10, 25, 40 y 55% de fibras se obtienen desgastes de abrasión e impacto de 28.12, 26.02, 22.89 y 23.89 % de los diseños de mezcla 3, 4, 5 y 6 respectivamente (Ver Anexo E – 6).

Este comportamiento es debido a que las fibras de polipropileno al enlazarse conjuntamente con la pasta al agregado, genera mejor enlace y mayor área de contacto entre los agregados, por consiguiente menor desgaste por abrasión e impacto.

4.1.6. Mezcla óptima según la forma del agregado grueso

En la figura 11 se muestra los resultados de resistencia a la compresión (Fase III) ensayados a los 7, 14 y 28 días, agrupados por diseño de mezcla que a su vez se distribuye en mezcla 5 con agregados artificiales y mezcla 7 con agregados naturales, en ambos casos con fibras del 40% obtenidos como más óptimos en la fase II de la presente investigación.

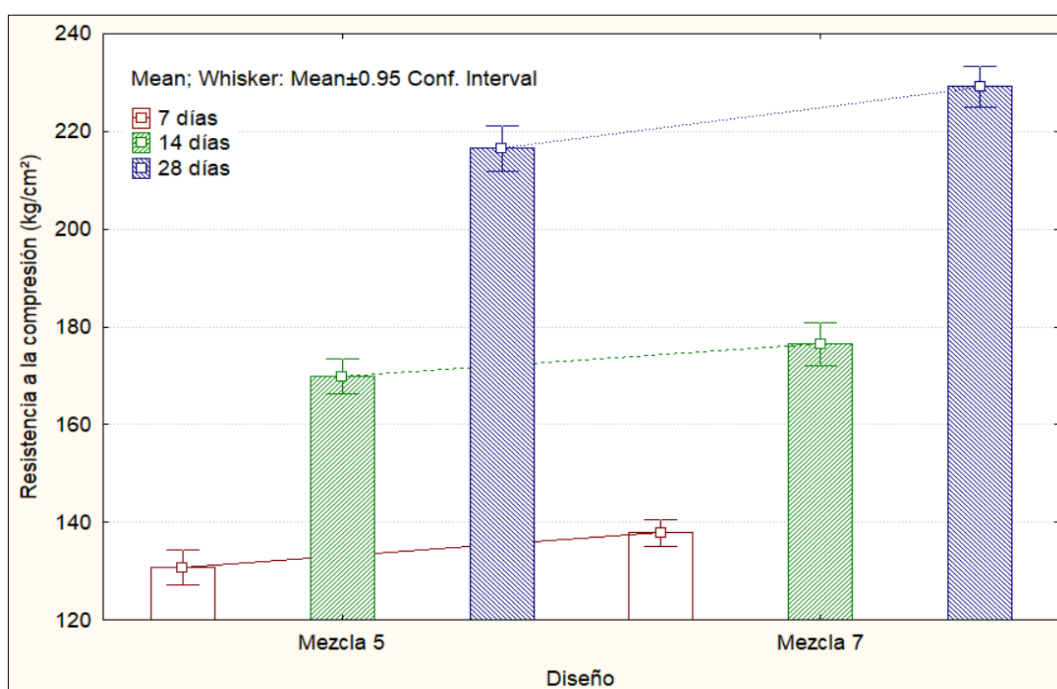


Figura 11. Media de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días agrupados por diseño de mezcla

De acuerdo a los resultados de la prueba de resistencia a la compresión que se muestra en la Figura 11 se observa, que la mezcla 7 fabricado con agregado natural (redondeado) presenta mejores resultados frente a la mezcla 5 fabricado con agregados artificial (triturado), se cree que este comportamiento es debido a que las fibras en el diseño de mezcla con agregado natural se enlaza mejor y generar mayor área de contacto con los agregados, sin embargo con los fabricados con agregados artificiales las fibras se interfieren en el enlace.

4.2. Relación entre variables dependientes

4.2.1. Contenido de vacío vs permeabilidad

En la figura 12 se muestra una correlación significativa entre el contenido de vacío y la permeabilidad del concreto permeable; puesto que valor absoluto de r que se calcula ($r = 0.9775$), excede al valor de 0.754 de la tabla A-6 del Anexo G, como era de esperar se observa que la permeabilidad se hace más grande a medida que el contenido de vacío aumenta.

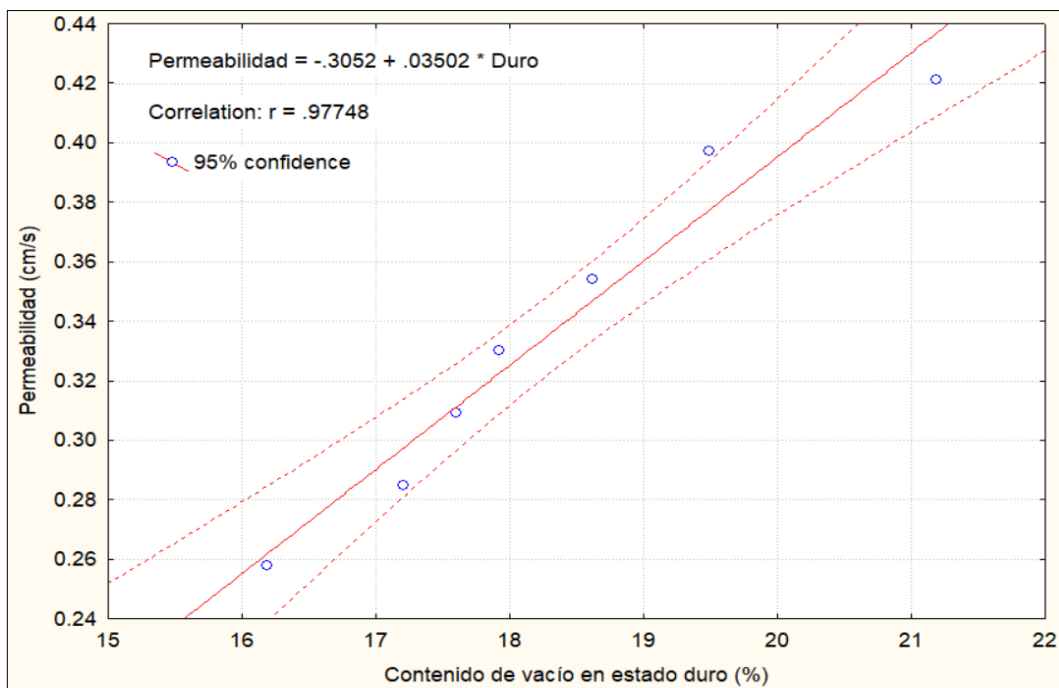


Figura 12. Correlación entre contenido de vacío en estado duro y permeabilidad

4.2.2. Permeabilidad vs resistencia a la compresión

En la figura 13 se muestra una correlación significativa entre la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable; puesto que valor absoluto de r que se calcula ($r = - 0.9928$), excede al valor de - 0.754 de la tabla A-6 del Anexo G, se observa que a medida que aumenta la permeabilidad se disminuye la resistencia a la compresión, es decir menor permeabilidad mayor resistencia, del mismo modo menor cantidad de vacío.

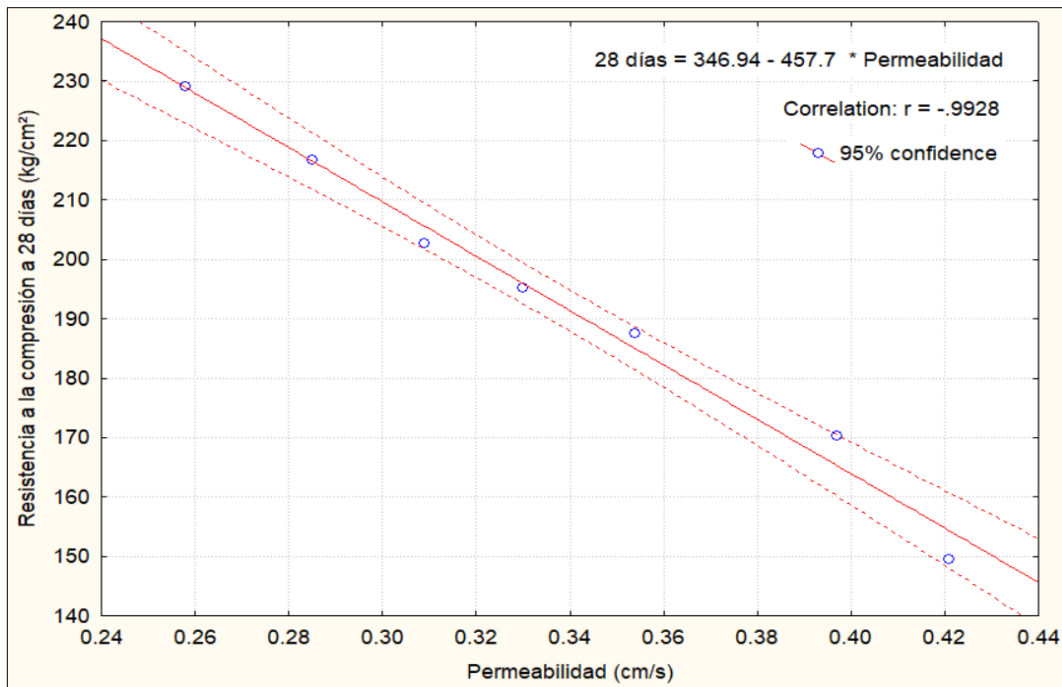


Figura 13. Correlación entre permeabilidad y resistencia a la compresión a 28 días

4.2.3. Desgaste de abrasión e impacto vs resistencia a la compresión

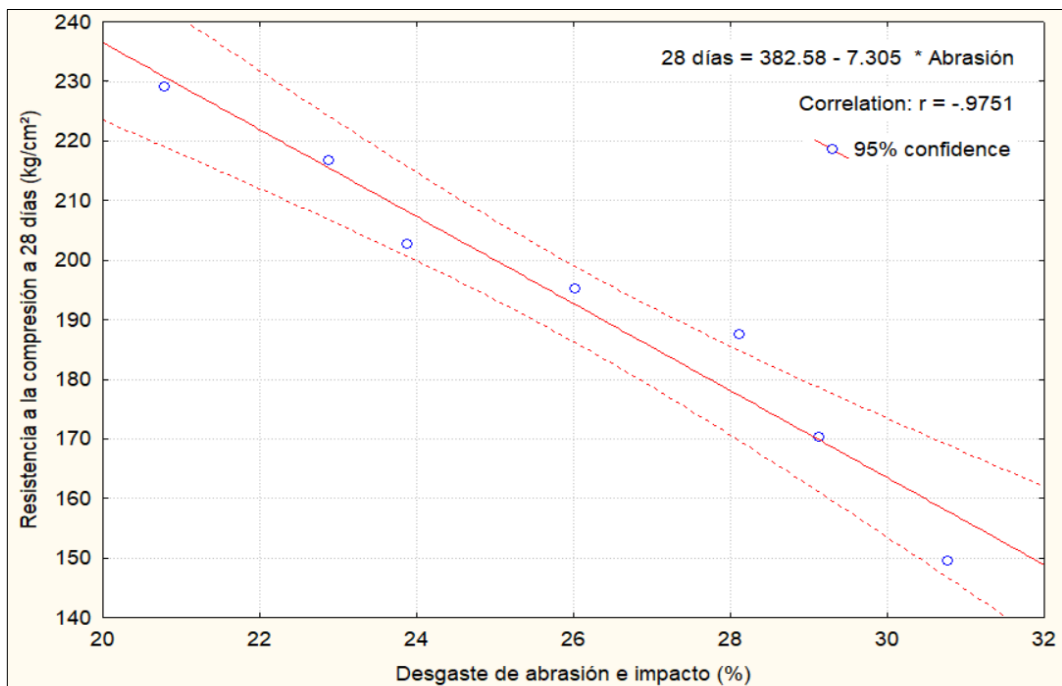


Figura 14. Correlación entre desgaste de abrasión e impacto y resistencia a la compresión a 28 días

En la figura 14 se muestra una correlación significativa entre el desgaste de abrasión e impacto y la resistencia a la compresión; puesto que valor absoluto de r que se calcula ($r = -0.9751$), excede al valor de -0.754 de la tabla A-6 (para $\alpha = 0.05$) del Anexo G.

Se observa que a medida que aumenta el desgaste de abrasión e impacto disminuye resistencia a la compresión.

4.3. Discusión de resultados

Los resultados del contenido de vacío de la presente investigación se encuentra de 16.19 a 21.19 % el cual confirma la posición de Bertolotti & Henrique (2014); Huang et al. (2010); Rafique Bhutta et al. (2012) quienes señalan que el contenido de vacío se encuentra entre 15 a 25 %.

Así mismo según McCain & Dewoolkar (2010); Mrakovčić et al., (2014), mencionan que la resistencia a la compresión se encuentra en un rango de 2.8 a 28.0 MPa; por lo tanto los resultados de la presente investigación que se encuentran entre 149.53 a 229.19 kg/cm² confirma dicha posición.

En cuanto a los resultados de permeabilidad de este estudio se encuentra entre 0.258 a 0.421 cm/s, que también confirma la posición del ACI 522R (2010) que menciona que la permeabilidad se encuentra entre 0.14 a 1.22 cm/s.

Del misma modo los resultados del desgaste de abrasión e impacto en la presente investigación se encuentra entre 20.79 a 30.78 % el cual confirma con la posición de Flores (2010); Pérez et al. (1982); que señalan que los resultados deben de ser menores del 35 % siendo deseable por debajo de 30 %.

4.4. Prueba de hipótesis

4.4.1. Mezcla óptima según el tamaño del agregado grueso

Tabla 17

Prueba de hipótesis: mezcla óptima según el tamaño de agregado grueso

Fase	Descripción	días	to	t	Óptimo
I	Mezcla 1 & Mezcla 2	7	-10.697	-1.749	mezcla 2
		14	-9.533	-1.747	mezcla 2
		28	-12.947	-1.711	mezcla 2

Nota: Elaboración propia. Del Anexo F – 1. to = t de student calculado, t = al valor critico de tabla o de software para más precisión en los resultados. Mezcla 1 = Grupo patrón, Mezcla 2 = Grupo comparado.

4.4.2. Contenido de vacío

Tabla 18

Prueba de hipótesis: contenido de vacío

Fase	Descripción	días	to	t	Las fibras de polipropileno
II	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 3 (Ge)	28	5.885	-2.134	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 4 (Ge)	28	11.747	-2.182	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 5 (Ge)	28	14.042	-2.143	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 6 (Ge)	28	12.812	-2.133	No incrementa

Nota: Elaboración propia. Del Anexo F – 2. Gc = Grupo Control SF, Ge = Grupo experimental CF. to = t de student calculado, t = al valor crítico de tabla o de software para más precisión en los resultados.

4.4.3. Resistencia a la compresión

Tabla 19

Prueba de hipótesis: resistencia a la compresión

Fase	Descripción	días	to	t	Las fibras de polipropileno
II	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 3 (Ge)	7	-2.963	-1.755	Incrementa
		14	-5.808	-1.746	Incrementa
		28	-9.581	-1.704	Incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 4 (Ge)	7	-8.443	-1.746	Incrementa
		14	-6.698	-1.751	Incrementa
		28	-12.928	-1.701	Incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 5 (Ge)	7	-12.568	-1.568	Incrementa
		14	-14.886	-1.746	Incrementa
		28	-18.467	-1.710	Incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 6 (Ge)	7	-11.004	-1.746	Incrementa
		14	-9.765	-1.746	Incrementa
		28	-13.677	-1.706	Incrementa

Nota: Elaboración propia. Del Anexo F – 3. Gc = Grupo Control SF, Ge = Grupo experimental CF. to = t de student calculado, t = al valor crítico de tabla o de software para más precisión en los resultados.

4.4.4. Permeabilidad

Tabla 20

Prueba de hipótesis: permeabilidad

Fase	Descripción	días	to	t	Las fibras de polipropileno
II	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 3 (Ge)	28	9.955	-2.132	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 4 (Ge)	28	16.928	-2.154	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 5 (Ge)	28	27.831	-2.147	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 6 (Ge)	28	22.982	-2.178	No incrementa

Nota: Elaboración propia. Del Anexo F – 4. Gc = Grupo Control SF, Ge = Grupo experimental CF. to = t de student calculado, t = al valor crítico de tabla o de software para más precisión en los resultados.

4.4.5. Desgaste de abrasión e impacto

Tabla 21

Resumen de prueba de hipótesis: desgaste de abrasión e impacto

Fase	Descripción	días	to	t	Las fibras de polipropileno
II	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 3 (Ge)	28	2.118	2.139	No incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 4 (Ge)	28	5.685	2.192	Incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 5 (Ge)	28	12.491	2.149	Incrementa
	Mezcla 2 (Gc) & Mezcla 6 (Ge)	28	9.159	2.215	Incrementa

Nota: Elaboración propia. Del Anexo F – 5. Gc = Grupo Control SF, Ge = Grupo experimental CF. to = t de student calculado, t = al valor crítico de tabla o de software para más precisión en los resultados.

4.4.6. Mezcla óptima según la forma del agregado grueso

Tabla 22

Prueba de hipótesis: mezcla óptima según la forma de agregado grueso

Fase	Descripción	días	to	t	Óptimo
Fase III	Mezcla 5 & Mezcla 7	7	-4.17	-1.860	mezcla 7
		14	-3.16	-1.860	mezcla 7
		28	-4.42	-1.761	mezcla 7

Nota: Elaboración propia. Del Anexo F – 1. to = t de student calculado, t = al valor crítico de tabla o de software para más precisión en los resultados. Mezcla 5 = Grupo patrón, Mezcla 7 = Grupo comparado.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

5.1.1. Conclusión general

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye, que la adición de fibras de polipropileno en el diseño de mezcla del concreto permeable con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ mejora la propiedad de resistencia a la compresión y el desgaste de abrasión e impacto, en cambio en las propiedades del contenido de vacío y permeabilidad presentan tendencias a la reducción a medida que se incrementa la cantidad de fibras de polipropileno.

5.1.2. Conclusiones específicos

En fase I se concluye con un margen de error de 0.05, que la resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días desarrollado por el concreto permeables elaborado con agregado grueso Huso 7 (1/2 in – N° 4), es mayor que la resistencia desarrollada con agregado grueso Huso 8 (3/8 in – N° 8), es decir el diseño de mezcla óptimo según el tamaño de agregado grueso, es el que contiene agregado grueso de mayor tamaño.

De igual modo en la fase II, se concluye con un margen de error de 0.05, que la adición de fibras de polipropileno en un 10, 25, 40 y 55% respecto al peso del cemento, incrementa la resistencia a la compresión y el desgaste de abrasión e impacto del concreto permeable, los resultados se encuentran entre $187.57 - 216.77 \text{ kg/cm}^2$ y $28.12 - 22.89 \%$ respectivamente, a su vez la óptima adición de fibras de polipropileno es de 40 % con una resistencias a compresión media alcanzada de 216.77 kg/cm^2 y desgaste de abrasión e impacto de 25.12 %; por otra lado la adición de fibras de polipropileno en diseño de mezcla; al evaluar las propiedades de contenido de vacío, permeabilidad no incrementan sus resultados, los resultados de dichas propiedades se encuentran entre 17.21 – 18.62 %, 0.285 – 0.354 cm/s, respectivamente.

Y por último en la fase III al evaluar la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días desarrollado por el concreto permeable, se concluye con un margen de error de 0.05, que la mezcla 7 con agregados naturales es mayor que la mezcla 5 con agregados artificiales, en ambos casos se adiciona 40 % de fibras de polipropileno, dado que con esta cantidad de fibras presenta el resultado más óptimo con agregados artificiales en la fase II, la resistencia a la compresión máxima alcanzada por la mezcla 7 a los 28 días es de 229.11 kg/cm^2 .

5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar el diseño de la estructura de pavimento, utilizando el concreto permeable mejorado con fibras de polipropileno y verificar su comportamiento.

Se recomienda utilizar el agregado fino en aproximadamente de 10% del peso del agregado grueso en el diseño de mezcla del concreto permeable puesto que ayuda a generar mayor área de contacto.

Se recomienda usar aditivos en diseño del concreto permeable puesto que es una buena opción para dar una mejor trabajabilidad.

En cuanto al tiempo de mezclado se recomienda aproximadamente de entre cuatro minutos a seis minutos, porque se trabaja con relaciones de agua/cemento muy bajas.

Referencias

- ACI 522R. Report on pervious concrete (2010). Farmington Hills, MI 48331. Retrieved from www.concrete.org
- Agar-Ozbek, A. S., Weerheijm, J., Schlangen, E., & van Breugel, K. (2013a). Dynamic behavior of porous concretes under drop weight impact testing. *Cement and Concrete Composites*, *39*, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2013.03.012>
- Agar-Ozbek, A. S., Weerheijm, J., Schlangen, E., & van Breugel, K. (2013b). Investigating porous concrete with improved strength: testing at different scales. *Construction and Building Materials*, *41*, 480–490. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.040>
- Aire, C., Calderón, Y., Charca, J., & Calixto, Y. (2013). *Estudio del comportamiento frente a la colmatación de hormigón poroso fabricado con áridos naturales y reciclados*. México.
- An, C., Hui-Mi, H., Sao-Jeng, C., & Kae-Long, L. (2011). Experimental study on properties of pervious concrete made with recycled aggregate. In *International Journal of Pavement Research and Technology* (p. 7). Taiwan.
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación* (6ta ed.). Caracas: Editorial EPISTEME.
- ASTM C117. Standard test method for materials finer than 75- μm (No. 200) sieve in mineral aggregates by washing (2003). West Conshohocken.
- ASTM C128. Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregate (2001). West Conshohocken.
- ASTM C136. Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates (2001). West Conshohocken.
- ASTM C143/C143M. Standard test method for slump of hydraulic cement concrete (2015). West Conshohocken. https://doi.org/10.1520/C0143_C0143M-15A
- ASTM C1602/C1602M. Standard specification for mixing water used in the production of hydraulic cement concrete (2012). West Conshohocken. https://doi.org/10.1520/C1602_C1602M-12
- ASTM C1688/C1688M. Standard test method for density and void content of freshly mixed pervious concrete (2008). West Conshohocken. Retrieved from www.astm.org
- ASTM C1747/C1747M. Standard test method for determining potential resistance to

- degradation of pervious concrete by impact and abrasion (2013).
https://doi.org/10.1520/C1747_C1747M
- ASTM C1747/C1747M. Standard test method for determining potential resistance to degradation of pervious concrete by impact and abrasion (2017). West Conshohocken.
https://doi.org/10.1520/C1747_C1747M
- ASTM C29/C29M. Standard test method for bulk density “unit weight” and voids in aggregate (2003). West Conshohocken.
- ASTM C33/C33M. Standard specification for concrete aggregates (2016). West Conshohocken. https://doi.org/10.1520/C0033_C33M-16E01
- ASTM C39/C39M. Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens (2017). West Conshohocken. https://doi.org/10.1520/C0039_C0039M-17b
- ASTM C494/C494M. Standard specification for chemical admixture for concrete (2017). West Conshohocken. <https://doi.org/10.1520/C949M-17>
- ASTM C566. Standard test method for total evaporable moisture content of aggregate by drying (1997). West Conshohocken.
- ASTM C595/C595M. Standard specification for blended hydraulic cements (2017). West Conshohocken. https://doi.org/10.1520/C0595_C0595M-17
- ASTM C642. Standard test method for density, absorption, and voids in hardened concrete (2013). West Conshohocken. <https://doi.org/10.1520/C0642-13>
- ASTM C642. Standard test method for density, absorption and void in hardened concrete (2013). West Conshohocken. <https://doi.org/10.1520/C0642-13>
- ASTM C995. Standard test method for time of flow of fiber reinforced concrete through inverted slump cone (Withdraw 2008) (2001). West Conshohocken.
<https://doi.org/10.1520/C0995-01>
- Azañedo, W. H., Chávez, H., & Muñoz, R. G. (2007). *Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la Cantera La Victoria, Cemento Pórtland tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la ciudad de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Beatriz, E., Luz, E., & Hernández, F. (1994). *Metodología de investigación* (2da ed.). Washington: Organización Panamericana de la Salud.

- Bertoletti, A., & Henrique, R. (2014). Pavimentos permeáveis e sua influência sobre a drenagem. In *Água em ambientes urbanos* (p. 12).
- Cabello, S., Campuzano, L., Espinoza, J., & Sánchez, C. (2015). Concreto poroso: constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *Cumbres*, 6.
- Calderón, V. Y., & Charca, J. A. (2013). Investigación en concreto poroso. *ASOCEM*, 13.
- Chen, Y., Wang, K., Wang, X., & Zhou, W. (2013). Strength, fracture and fatigue of pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 42, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.01.006>
- Córdova, R. (2016). *Determinación del grado de permeabilidad y evaluación de la resistencia a la colmatación, haciendo usos de aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricación de concreto poroso en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María.
- Eluozo, S. N. (2013). Mathematical model to predict the rate of permeability and porosity at different temperatures of cement in concrete structures. *Engineering Science and Technology Research*, 1(5), 88–95. Retrieved from www.ajestr.com
- Eugenia, M. (2009). *Manual de metodología de investigación* (3ra ed.). Venezuela: TALITIP SRL.
- Felipe C., L., & Felipe M., J. (2014). *Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Fernández, C. (2013). *Diseño de hormigones con porosidad controlada*. Universidad Politécnica de Catalunya.
- Fernandez, R. J., & Navas, A. (2011). Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. In *Infraestructura vial* (p. 10).
- Flores, C. E., & Pacompía, I. A. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos $f'c=175\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Flores, J. R. (2010). *Caracterización del concreto permeable usando el módulo de ruptura y el porcentaje de desgaste*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Galvan, L., De la Cruz Romero, M. A., Soto, J., & Rodriguez, F. (2013). Analysis of resistance to compression and standards in air content in concrete permeable urban. In

- 17th international congress on project management and engineering* (pp. 595–606).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). México: McGRAW - HILL.
- 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*, 818–823. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2009.10.025>
- Ibrahim, A., Mahmoud, E., Yamin, M., & Patibandla, V. C. (2014). Experimental study on portland cement pervious concrete mechanical and hydrological properties. *Construction and Building Materials*, *50*, 524–529. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.09.022>
- Játiva, F. W. (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.
- Lian, C., & Zhuge, Y. (2010). Optimum mix design of enhanced permeable concrete – an experimental investigation. *Construction and Building Materials*, *24*(12), 2664–2671. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.04.057>
- Lian, C., Zhuge, Y., & Beecham, S. (2011). The relationship between porosity and strength for porous concrete. *Construction and Building Materials*, *25*(11), 4294–4298. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.05.005>
- McCain, G. N., & Dewoolkar, M. M. (2010). Porous concrete pavements: mechanical and hydraulic properties. *Anual Meeting*, 19.
- Meininger, R. C. (1988). No - fines pervious concrete for paving. *NRMCA - NAA*.
- Mendoza, C. J., Aire, C., & Davida, P. (2011). Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado plástico y endurecido. In *Estructuras y Materiales* (p. 13). México.
- Moreno, E. I., Varela-Rivera, J., Solís-Cartaño, R., & Sánchez-Pech, O. (2013). Efecto de las fibras poliméricas en la permeabilidad y características mecánicas del concreto con agregado calizo de alta absorción. *Ingeniería*, *17*(3), 11. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46730914004>
- Mrakovčić, S., Čeh, N., & Jugovac, V. (2014). Effect of aggregate grading on pervious

- concrete properties. *Grādevinar*, 66, 107–113. <https://doi.org/10.14256/JCE.977.2013>
- Murray, C. A., Snyder, K. S., & Marion, B. A. (2014). Characterization of permeable pavement materials based on recycled rubber and chitosan. *Construction and Building Materials*, 69, 221–231. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.047>
- Neithalath, N., Olek, J., Weiss, J., Marolf, A., Sell, E., & Thornton, W. D. (2003). *Development of quiet and durable porous portland cement concrete paving materials*. Purdue University. Retrieved from https://ntl.bts.gov/lib/24000/24600/24636/SQDH2003-5_Title_pg.pdf
- NTP 334.090. CEMENTO. Cemento Portland adicionados. Requisitos (2013). Lima.
- NTP 339.035. CONCRETO. Método de ensayo para medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (2009). Lima.
- NTP 339.046. CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto (2008). Lima.
- NTP 339.185. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado (2002). Lima.
- NTP 399.088. CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland (2014). Lima.
- NTP 400.012. AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (2001). Lima.
- NTP 400.017. AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado (1999). Lima.
- NTP 400.018. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más fino que pasan por el tamiz normalizado 75um (N° 200) por lavado en agregados (2002). Lima.
- NTP 400.022. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino (2002). Lima.
- Pérez, F. E., Kraemer, C., & Lacleta, A. (1982). *Mezclas bituminosas porosas*.
- Rafique Bhutta, M. A., Tsuruta, K., & Mirza, J. (2012). Evaluation of high-performance porous concrete properties. *Construction and Building Materials*, 31, 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.024>

- Sabino, C. (1994). *Como hacer una tesis* (Panapo). Caracas.
- Schwetz, P. F., Lorenzi, A., Silva, L. C. P., Zoppas, L., Linhares, V., & Parisoto, M. (2015). Otimização do traço para pavimentação de fluxo leve. In *COMPAT* (p. 10).
- Shah, D. S., & Pitroda, J. (2014). An experimental study on durability and water absorption properties of pervious concrete. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 03, 439–444. <https://doi.org/10.15623/ijret.2014.0303082>
- Solminihac, L., Videla, C., Fernández, B., & Castro, J. (2007). *Desarrollo de mezclas de hormigón poroso para pavimentos urbanos permeables. Materiales de Construcción* (Vol. 57).
- Tennis, P., & Akers, D. J. (2004). *Pervious concrete pavements*. Skokie.
- Trujillo, A., & Quiroz, D. P. (2013). *Pavimentos porosos utilizados como sistema alternativo al drenaje urbano*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Vara, A. A. (2012). *Desde la idea hasta la sustentación: siete pasos para una tesis exitosa*.
- Vélez, L. M. (2010). *Permeabilidad y porosidad en concreto*.

Anexos

Anexo A: Propiedades de los materiales

Anexo A – 1: Agregados

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

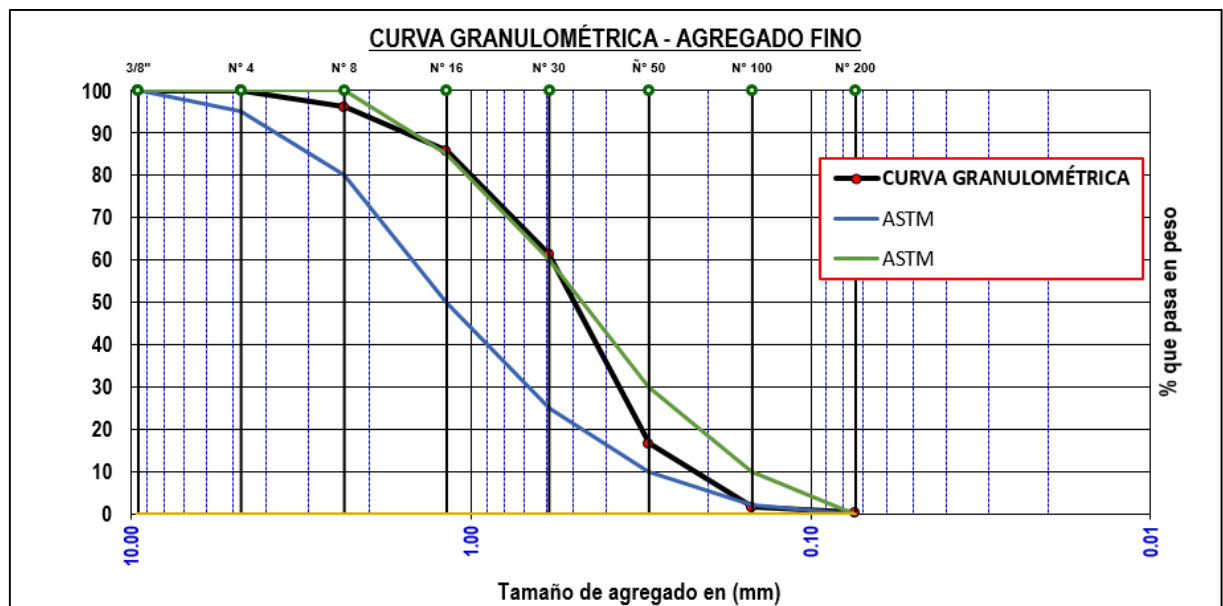
TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm ²		
CANTERA	ISLA	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016



ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012, ASTM C136
---------------	--

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Pero Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Observaciones
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
No 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	
No 8	3.26	11.77	3.92	3.92	96.08	
No 16	1.18	31.14	10.38	14.30	85.70	
No 30	0.59	73.18	24.39	38.70	61.30	
No 50	0.30	134.33	44.78	83.47	16.53	
No 100	0.15	44.96	14.99	98.46	1.54	
No 200	0.07	3.73	1.24	99.71	0.29	
BASE		0.88	0.29	100.00	0.00	
TOTAL		300.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso Inicial	: 300.00 gr
Peso Lavado	: 299.14 gr.
Peso Perdido	: 0.86 gr.

MÓDULO DE FINURA	
MF Ag. Fino	: 2.389



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

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm²</i>		
CANTERA	ISLA	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016



ENSAYO	PESO UNITARIO NTP 400.017, ASTM C29/C29M
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO SUELTO			AGREGADO FINO COMPACTADO		
	01	02	03	01	02	03
Número de ensayo	01	02	03	01	02	03
Número de molde	T-001	T-002	T-003	T-001	T-002	T-003
Volumen de molde (m ³)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Peso de molde (kg)	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451
Peso de molde + agregado (kg)	6.401	6.399	6.400	6.626	6.628	6.639
Peso del agregado (kg)	3.950	3.948	3.949	4.175	4.177	4.188
Densidad aparente (kg/m ³)	1411	1410	1410	1491	1492	1496
Densidad aparente promedio (kg/m ³)	1410.357			1492.817		

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO – ABSORCIÓN NTP 400.022, ASTM C128
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		
	01	02	03
Número de ensayo	01	02	03
Volumen de fiola (ml)	500.00	500.00	500.00
Peso de fiola (gr)	156.00	199.00	155.00
Peso saturado superficialmente seco (gr)	500.00	500.00	500.00
Peso de fiola + superficialmente seco + agua (gr)	954.00	996.00	953.00
Peso de bandeja (gr)	285.00	268.00	280.00
Peso de bandeja + muestra seca (gr)	769.00	754.00	765.00
Peso de muestra seca (gr)	484.00	486.00	485.00
Densidad del agua @ 4°C (gr/cm ³)	1.00	1.00	1.00
Peso del agua (gr)	298.00	297.00	298.00
Volumen del agua (cm ³)	298.00	297.00	298.00
Volumen de sólidos (cm ³)	202.00	203.00	202.00
Peso específico masa del agregado fino (gr/cm ³)	2.40	2.39	2.40
Peso específico SSS del agregado fino (gr/cm ³)	2.48	2.46	2.48
Peso específico aparente del agregado fino (gr/cm ³)	2.60	2.57	2.59
Absorción del agregado fino (%)	3.31	2.88	3.09

RESULTADO DE LA MUESTRA	
Peso específico masa	: 2.40 gr/cm ³
Peso específico SSS	: 2.47 gr/cm ³
Peso específico aparente	: 2.59 gr/cm ³
Absorción	: 3.09 %

	<p>UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES</p>	
---	--	---

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm²</i>		
CANTERA	ISLA	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO FINO NATURAL	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016

ENSAYO	PASANTE TAMIZ N° 200 NTP 400.018, ASTM C117
---------------	---

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		
Número de ensayo	01	02	03
Número de recipiente	R-001	R-002	R-003
Peso de recipiente (gr)	273.00	266.00	281.00
Peso de recipiente + muestra seca natural (gr)	573.00	566.00	581.00
Peso de recipiente + muestra lavado seco (gr)	571.75	564.91	580.58
Peso de muestra seca natural (gr)	300.00	300.00	300.00
Peso de muestra seca lavada (gr)	298.75	298.91	299.58
Material pasante del tamiz N° 200 (%)	0.42	0.36	0.14
Promedio de material pasante del tamiz N° 200 (%)	0.31		

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185, ASTM C566
---------------	---

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		
Número de ensayo	01	02	03
Número de bandeja	B-001	B-002	B-003
Peso de bandeja (gr)	500.00	500.00	500.00
Peso de bandeja + agregado húmedo (gr)	1000.00	1000.00	1000.00
Peso de bandeja + agregado seco (gr)	994.00	994.00	994.00
Peso del agua (gr)	6.00	6.00	6.00
Peso del suelo seco (gr)	494.00	494.00	494.00
Contenido de humedad (%)	1.21	1.21	1.21
Promedio de contenido de humedad (%)	1.21		

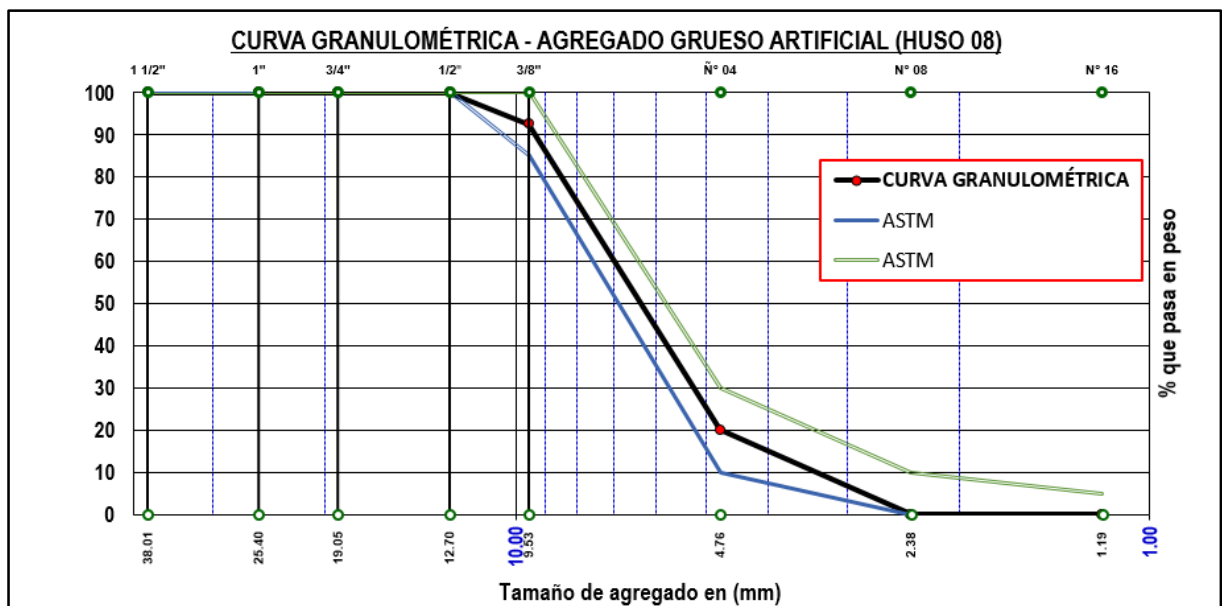
TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PLANTA CHANCADORA	SURUPANA S.A.C.	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO ARTIFICIAL (HUSO 8)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016



ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012, ASTM C136
---------------	--

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Pero Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Observaciones
1 1/2"	38.01	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/8"	9.53	75.00	7.50	7.50	92.50	85 – 100
No 04	4.76	725.00	70.50	80.00	20.00	10 – 30
No 08	2.38	200.00	20.00	100.00	0.00	0 – 10
No 16	1.19	0.00	0.00	100.00	0.00	0 – 5
No 30	0.59	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		1000.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso Inicial	: 1000.00 gr
Peso Lavado	: 1000.00 gr.
Peso Perdido	: 0.00 gr.

MÓDULO DE FINURA	
MF Ag. Fino	: 5.875



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

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm²</i>		
PLANTA CHANCADORA	SURUPANA S.A.C.	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO ARTIFICIAL (HUSO 8)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016

ENSAYO	PESO UNITARIO NTP 400.017, ASTM C29/C29M
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO SUELTO			AGREGADO FINO COMPACTADO		
Número de ensayo	01	02	03	01	02	03
Número de molde	T-001	T-002	T-003	T-001	T-002	T-003
Volumen de molde (m ³)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Peso de molde (kg)	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451
Peso de molde + agregado (kg)	6.231	6.234	6.231	6.473	6.469	6.486
Peso del agregado (kg)	3.780	3.783	3.780	4.022	4.018	4.035
Densidad aparente (kg/m ³)	1350	1351	1350	1436	1435	1441
Densidad aparente promedio (kg/m ³)	1350.357			1437.460		

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO – ABSORCIÓN NTP 400.021, ASTM C127
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO HORMIGÓN TNM 3/8"			RESULTADO DE LA MUESTRA	
Número de ensayo	01	02	03	Peso específico masa	: 2.54 gr/cm ³
Peso saturado superficialmente seco (gr)	1500.00	1500.00	1500.00	Peso específico SSS	: 2.60 gr/cm ³
Peso seco de sólidos (gr)	1468.00	1469.00	1466.00	Peso específico aparente	: 2.69 gr/cm ³
Peso de canastilla (gr)	1990.00	1990.00	1990.00	Absorción	: 2.20 %
Peso de canastilla + muestra saturada en agua	2913.00	2912.00	2913.00		
Peso de muestra saturada en agua	923.00	922.00	923.00		
Densidad del agua @ 4°C (gr/cm ³)	1.00	1.00	1.00		
Peso de agua (gr)	577.00	578.00	577.00		
Peso específico masa del agregado grueso (gr/cm ³)	2.54	2.54	2.54		
Peso específico SSS del agregado grueso (gr/cm ³)	2.60	2.60	2.60		
Peso específico aparente del agregado grueso (gr/cm ³)	2.69	2.69	2.70		
Absorción del agregado grueso (%)	2.18	2.11	2.32		

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 399.185, ASTM C566
---------------	---

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		
Número de ensayo	01	02	03
Número de bandeja	B-001	B-002	B-003
Peso de bandeja (gr)	500.00	500.00	500.00
Peso de bandeja + agregado húmedo (gr)	2000.00	2000.00	2000.00
Peso de bandeja + agregado seco (gr)	1984.00	1984.00	1984.00
Peso del agua (gr)	16.00	16.00	16.00
Peso del suelo seco (gr)	1484.00	1484.00	1484.00
Contenido de humedad (%)	1.08	1.08	1.08
Promedio de contenido de humedad (%)	1.08		



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



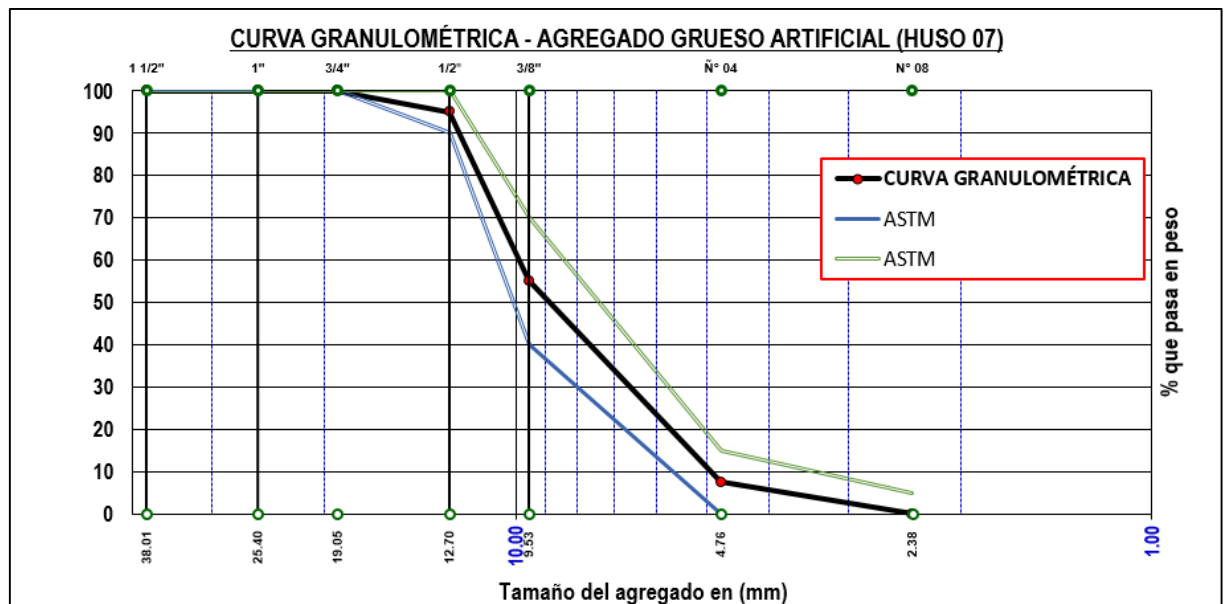
TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PLANTA CHANCADORA	SURUPANA S.A.C.	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO ARTIFICIAL (HUSO 7)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016



ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012, ASTM C136
---------------	--

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Pero Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Observaciones
1 1/2"	38.01	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70	50.00	5.00	5.00	95.00	90 – 100
3/8"	9.53	400.00	40.00	45.00	55.00	40 – 70
No 04	4.76	475.00	47.50	92.50	7.50	0 – 15
No 08	2.38	75.00	7.50	100.00	0.00	0 – 5
No 16	1.19	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 30	0.59	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		1000.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso Inicial	: 1000.00 gr
Peso Lavado	: 1000.00 gr.
Peso Perdido	: 0.00 gr.

MÓDULO DE FINURA	
MF Ag. Fino	: 5.425



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

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm²</i>		
PLANTA CHANCADORA	SURUPANA S.A.C.	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO ARTIFICIAL (HUSO 7)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016

ENSAYO	PESO UNITARIO NTP 400.017, ASTM C29/C29M
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO SUELTO			AGREGADO FINO COMPACTADO		
	01	02	03	01	02	03
Número de ensayo	01	02	03	01	02	03
Número de molde	T-001	T-002	T-003	T-001	T-002	T-003
Volumen de molde (m ³)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Peso de molde (kg)	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451
Peso de molde + agregado (kg)	6.242	6.245	6.246	6.489	6.499	6.500
Peso del agregado (kg)	3.971	3.794	3.795	4.038	4.048	4.049
Densidad aparente (kg/m ³)	1354	1355	1355	1442	1446	1446
Densidad aparente promedio (kg/m ³)	1354.802			1444.722		

ENSAYO	PESO ESPECÍFICO – ABSORCIÓN NTP 400.021, ASTM C127
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO HORMIGÓN TNM 3/8"			RESULTADO DE LA MUESTRA	
	01	02	03		
Número de ensayo	01	02	03	Peso específico masa	: 2.53 gr/cm ³
Peso saturado superficialmente seco (gr)	2000.00	2000.00	2000.00	Peso específico SSS	: 2.59 gr/cm ³
Peso seco de sólidos (gr)	1958.00	1959.00	1953.00	Peso específico aparente	: 2.68 gr/cm ³
Peso de canastilla (gr)	1990.00	1989.00	1990.00	Absorción	: 2.21 %
Peso de canastilla + muestra saturada en agua	3216.00	3218.00	3217.00		
Peso de muestra saturada en agua	1226.00	1229.00	1227.00		
Densidad del agua @ 4°C (gr/cm ³)	1.00	1.00	1.00		
Peso de agua (gr)	774.00	771.00	773.00		
Peso específico masa del agregado grueso (gr/cm ³)	2.53	2.54	2.53		
Peso específico SSS del agregado grueso (gr/cm ³)	2.58	2.59	2.59		
Peso específico aparente del agregado grueso (gr/cm ³)	2.67	2.68	2.69		
Absorción del agregado grueso (%)	2.15	2.09	2.41		

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185, ASTM C566
---------------	---

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		
	01	02	03
Número de ensayo	01	02	03
Número de bandeja	B-001	B-002	B-003
Peso de bandeja (gr)	500.00	500.00	500.00
Peso de bandeja + agregado húmedo (gr)	2500.00	2500.00	2500.00
Peso de bandeja + agregado seco (gr)	2483.00	2483.00	2483.00
Peso del agua (gr)	17.00	17.00	17.00
Peso del suelo seco (gr)	1983.00	1983.00	1983.00
Contenido de humedad (%)	0.86	0.86	0.86
Promedio de contenido de humedad (%)	0.86		



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
 CONCRETO Y MATERIALES**



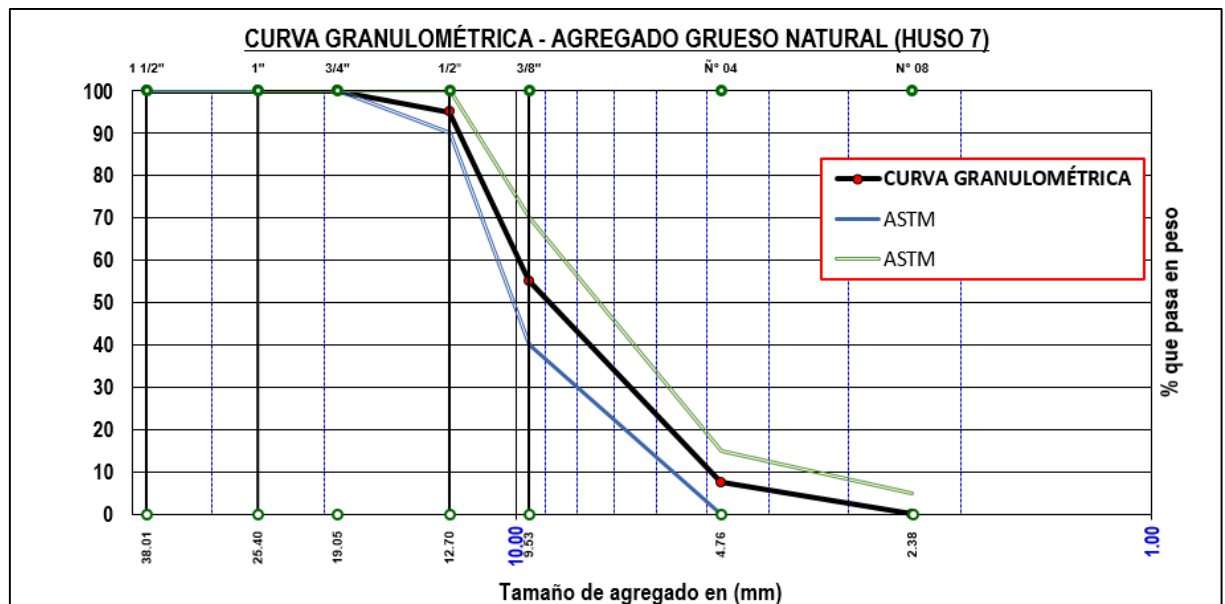
TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$		
CANTERA	ISLA	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO NATURAL (HUSO 7)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016



ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO NTP 400.012, ASTM C136
---------------	--

TAMICES ASTM	ABERTURA (mm)	Pero Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Observaciones
1 1/2"	38.01	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00	100
1/2"	12.70	50.00	5.00	5.00	95.00	90 – 100
3/8"	9.53	400.00	40.00	45.00	55.00	40 – 70
No 04	4.76	475.00	47.50	92.50	7.50	0 – 15
No 08	2.38	75.00	7.50	100.00	0.00	0 – 5
No 16	1.19	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 30	0.59	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 50	0.30	0.00	0.00	100.00	0.00	
No 100	0.15	0.00	0.00	100.00	0.00	
BASE		0.00	0.00	100.00	0.00	
TOTAL		1000.00				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso Inicial	: 1000.00 gr
Peso Lavado	: 1000.00 gr.
Peso Perdido	: 0.00 gr.

MÓDULO DE FINURA	
MF Ag. Fino	: 5.425



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

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210$ kg/cm²</i>		
CANTERA	ISLA	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO NATURAL (HUSO 7)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	AGOSTO – DICIEMBRE 2016

ENSAYO	PESO UNITARIO NTP 400.017, ASTM C29/C29M
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO SUELTO			AGREGADO FINO COMPACTADO		
Número de ensayo	01	02	03	01	02	03
Número de molde	T-001	T-002	T-003	T-001	T-002	T-003
Volumen de molde (m ³)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
Peso de molde (kg)	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451	2.451
Peso de molde + agregado (kg)	6.422	6.425	6.431	6.639	6.659	6.645
Peso del agregado (kg)	3.971	3.974	3.980	4.188	4.208	4.194
Densidad aparente (kg/m ³)	1418	1419	1421	1496	1503	1498
Densidad aparente promedio (kg/m ³)	1419.683			1498.889		



ENSAYO	PESO ESPECÍFICO – ABSORCIÓN NTP 400.021, ASTM C127
---------------	--

DESCRIPCIÓN	AGREGADO HORMIGÓN TNM 3/8"			RESULTADO DE LA MUESTRA	
Número de ensayo	01	02	03	Peso específico masa	: 2.48 gr/cm ³
Peso saturado superficialmente seco (gr)	2000.00	2000.00	2000.00	Peso específico SSS	: 2.53 gr/cm ³
Peso seco de sólidos (gr)	1956.00	1957.00	1951.00	Peso específico aparente	: 2.63 gr/cm ³
Peso de canastilla (gr)	2004.00	2002.00	2003.00	Absorción	: 2.32 %
Peso de canastilla + muestra saturada en agua	3213.00	3215.00	3214.00		
Peso de muestra saturada en agua	1209.00	1213.00	1211.00		
Densidad del agua @ 4°C (gr/cm ³)	1.00	1.00	1.00		
Peso de agua (gr)	791.00	787.00	789.00		
Peso específico masa del agregado grueso (gr/cm ³)	2.47	2.49	2.47		
Peso específico SSS del agregado grueso (gr/cm ³)	2.53	2.54	2.53		
Peso específico aparente del agregado grueso (gr/cm ³)	2.62	2.63	2.64		
Absorción del agregado grueso (%)	2.25	2.20	2.51		

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185, ASTM C566
---------------	---

DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO		
Número de ensayo	01	02	03
Número de bandeja	B-001	B-002	B-003
Peso de bandeja (gr)	500.00	500.00	500.00
Peso de bandeja + agregado húmedo (gr)	2500.00	2500.00	2500.00
Peso de bandeja + agregado seco (gr)	2482.00	2482.00	2480.00
Peso del agua (gr)	18.00	18.00	20.00
Peso del suelo seco (gr)	1982.00	1982.00	1980.00
Contenido de humedad (%)	0.91	0.91	1.01
Promedio de contenido de humedad (%)	0.94		

Anexo B: Análisis hidrológicos

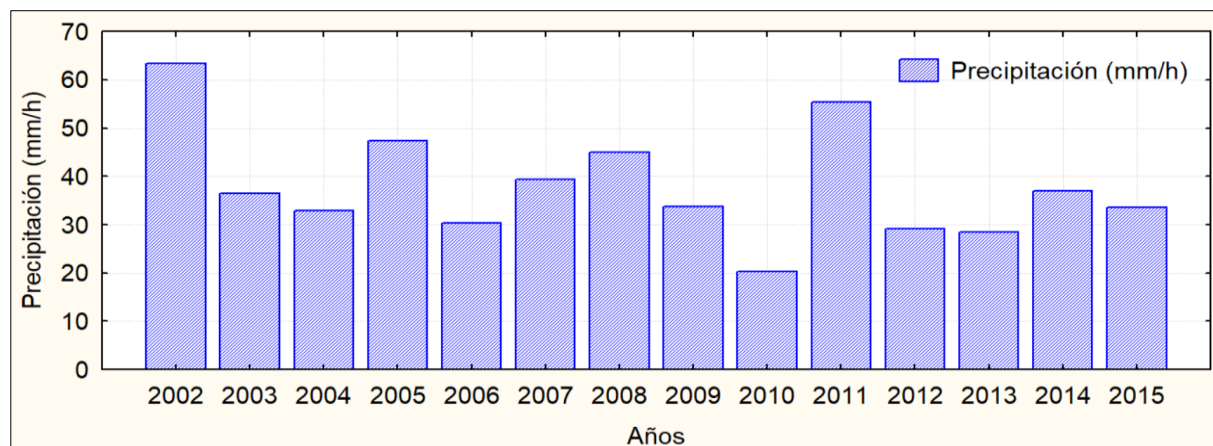
	UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES	
---	---	---

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
CANTERA	ISLA	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
MUESTRA	AGREGADO GRUESO NATURAL (HUSO 7)	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
UBICACIÓN	JULIACA	FECHA	FEBRERO 2017

DATOS	PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS
--------------	---

Estación	CO 115060 (Juliaca – 472CF72C)	Altitud	3826 msnm
Parámetro	Precipitación máxima en 24 horas (mm)	Departamento	Puno
Latitud	15° 26' 39"	Provincia	San Román
Longitud	70° 12' 28.2"	Distrito	Juliaca

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Max
2002	10.80	32.70	16.70	13.40	12.40	1.60	8.00	6.10	10.60	63.30	12.60	19.00	63.30
2003	29.00	18.90	22.30	1.70	2.90	4.40	0.50	0.30	16.80	5.00	17.60	36.50	36.50
2004	32.80	15.90	17.90	7.80	0.00	0.20	0.70	15.00	22.50	2.80	6.80	31.10	32.80
2005	16.40	47.40	41.00	18.70	0.00	0.00	0.00	1.80	11.30	23.70	15.20	15.00	47.40
2006	22.40	23.20	30.30	4.40	0.80	2.00	0.00	0.70	6.80	24.20	21.40	23.50	30.30
2007	14.40	19.40	39.30	24.90	3.10	0.10	5.90	0.80	5.70	8.60	33.50	22.00	39.30
2008	45.00	11.10	8.70	5.10	0.40	0.60	0.00	0.90	1.10	25.20	13.80	33.60	45.00
2009	27.90	28.90	27.50	7.80	0.00	0.00	1.00	0.20	6.10	33.80	18.30	18.00	33.80
2010	20.20	14.20	12.50	4.80	10.00	0.40	0.40	0.00	0.40	5.50	11.90	10.90	20.20
2011	6.90	55.40	12.90	7.30	4.80	0.00	3.60	2.50	4.30	7.50	21.00	32.10	55.40
2012	22.10	23.00	20.70	14.00	0.00	0.10	0.00	20.00	0.30	7.10	9.00	29.10	29.10
2013	19.80	27.90	11.60	6.60	2.60	3.80	2.10	3.80	5.00	11.60	12.40	28.50	28.50
2014	37.00	15.80	22.20	9.10	0.30	0.10	4.50	3.30	24.80	23.50	5.30	16.60	37.00
2015	17.30	17.50	17.60	33.60	2.30	0.60	2.00	6.30	24.20	12.70	8.70	20.80	33.60
Media	23.00	25.10	21.50	11.40	2.80	1.00	2.10	4.40	10.00	18.20	14.80	24.10	38.00
Desviación	10.43	12.76	9.92	8.92	3.88	1.45	2.53	5.99	8.73	16.17	7.32	7.81	11.42
Mínimo	6.90	11.10	8.70	1.70	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30	2.80	5.30	10.90	20.20
Máximo	45.00	55.40	41.00	33.60	12.40	4.40	8.00	20.00	24.80	63.30	33.50	36.50	63.30



DISTRIBUCIÓN				PEARSON TIPO III		
Point Number	Años	P máx (mm)	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standart Desviation
1	2002	63.30	0.0667	20.2000	25.1953	4.0611
2	2003	36.50	0.1333	28.5000	27.0044	2.4138
3	2004	32.80	0.2000	29.1000	28.5742	2.0986
4	2005	47.40	0.2667	30.3000	30.0632	2.4033
5	2006	30.30	0.3333	32.8000	31.5408	2.8534
6	2007	39.30	0.4000	33.6000	33.0522	3.2832
7	2008	45.00	0.4667	33.8000	34.6364	3.6525
8	2009	33.80	0.5333	36.5000	36.3363	3.9561
9	2010	20.20	0.6000	37.0000	38.2105	4.2018
10	2011	55.40	0.6667	39.3000	40.3382	4.4079
11	2012	29.10	0.7333	45.0000	42.8455	4.6199
12	2013	28.50	0.8000	47.4000	45.9641	4.9576
13	2014	37.00	0.8667	55.4000	50.2085	5.7692
14	2015	33.60	0.9333	63.3000	57.2061	8.2890

PREDICTION			
Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Desviation
0.9950	200	82.1990	25.3000
0.9900	100	75.5960	19.9972
0.9800	50	68.9518	15.1515
0.9600	25	62.2339	10.9002
0.9000	10	53.1441	6.6476
0.8000	5	45.9641	4.9576
0.6670	3	40.3497	4.4089
0.5000	2	35.4688	3.8123

DISTRIBUCIÓN				LONG PEARSON TIPO III		
Point Number	Años	P máx (mm)	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standart Desviation
1	2002	63.30	0.0667	20.2000	22.9172	2.8182
2	2003	36.50	0.1333	28.5000	25.7626	2.6531
3	2004	32.80	0.2000	29.1000	27.9580	2.6770
4	2005	47.40	0.2667	30.3000	29.8979	2.7722
5	2006	30.30	0.3333	32.8000	31.7282	2.9023
6	2007	39.30	0.4000	33.6000	33.5287	3.0535
7	2008	45.00	0.4667	33.8000	35.3572	3.2225
8	2009	33.80	0.5333	36.5000	37.2681	3.4125
9	2010	20.20	0.6000	37.0000	39.3279	3.6341
10	2011	55.40	0.6667	39.3000	41.6210	3.9086
11	2012	29.10	0.7333	45.0000	44.2779	4.2792
12	2013	28.50	0.8000	47.4000	47.5353	4.8409
13	2014	37.00	0.8667	55.4000	51.9172	5.8412
14	2015	33.60	0.9333	63.3000	59.0924	8.2042

PREDICTION			
Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Desviation
0.9950	200	85.2231	24.4489
0.9900	100	78.1779	18.9601
0.9800	50	71.2077	14.3110
0.9600	25	64.2553	10.4882
0.9000	10	54.9301	6.7190
0.8000	5	47.5353	4.8409
0.6670	3	41.6333	3.9101
0.5000	2	36.2986	3.3144

DISTRIBUCIÓN				GUMBEL EXTREMAL TYPE I		
Point Number	Años	P máx (mm)	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standart Desviation
1	2002	63.30	0.0667	20.2000	21.1373	3.7379
2	2003	36.50	0.1333	28.5000	24.4500	3.1381
3	2004	32.80	0.2000	29.1000	26.9675	2.7860
4	2005	47.40	0.2667	30.3000	29.1739	2.5842
5	2006	30.30	0.3333	32.8000	31.2458	2.5088
6	2007	39.30	0.4000	33.6000	33.2790	2.5520
7	2008	45.00	0.4667	33.8000	35.3429	2.7091
8	2009	33.80	0.5333	36.5000	37.5011	2.9755
9	2010	20.20	0.6000	37.0000	39.8258	3.3511
10	2011	55.40	0.6667	39.3000	42.4140	3.8449
11	2012	29.10	0.7333	45.0000	45.4164	4.4838
12	2013	28.50	0.8000	47.4000	49.1055	5.3298
13	2014	37.00	0.8667	55.4000	54.0833	6.5337
14	2015	33.60	0.9333	63.3000	62.2575	8.5921

PREDICTION			
Exceedence Probability	Return Period	Calculated Value	Standard Desviation
0.9950	200	91.6363	12.2643
0.9900	100	83.8417	14.2096
0.9800	50	76.0186	12.1572
0.9600	25	68.1374	10.1055
0.9000	10	57.5137	7.3887
0.8000	5	49.1055	5.3298
0.6670	3	42.4278	3.8477
0.5000	2	36.4061	2.8288

PRUEBA DE AJUSTE		CHI-CUADRADO A LA DISTRIBUCIÓN PEARSON TIPO III									
Po	Person Type III	Lim Inferior	Lim Superior	FO	FR	FA	FE Rel.	FE Acum.	Esp	(FO-FE) ² /FE	
20.2000	25.1953	1	25.19530	33.75055	6	0.4286	6	0.3539426	4.9551965	4.9551965	0.2202969
28.2000	27.0044	2	33.75055	42.30579	4	0.2857	10	0.7079631	9.9114840	4.9562874	0.1845102
29.1000	28.5742	3	42.30579	50.86104	3	0.2143	13	0.9291630	13.0082823	3.0967984	0.0030257
30.3000	30.0632	4	50.86104	59.41628	1	0.0714	14	0.9916154	13.8826150	0.8743327	0.0180621
32.8000	31.5400			14	1						
33.6000	33.0522										
33.8000	34.6364										
36.5000	36.3363										
37.0000	38.2105										
39.3000	40.3382										
45.0000	42.8455										
47.4000	45.9641										
55.4000	50.2085										
63.3000	57.2061										

Parámetros			
\bar{x} :	37.22684	Máx :	57.20610
s :	9.27758	Rango:	32.01080
Mín :	25.19530	N°:	14
Sturge (# de intervalo) :		4.50994	
Raiz N (# de intervalo) :		3.74165	
Tamaño de intervalo :		8.55524	

Resultados	
Estadístico de prueba Chi Cuadrado :	0.4258948
Grados de libertad :	3.0000000
Alfa (0.05) :	0.05
Chi Cuadrado nuevo :	7.8147279
La hipótesis	Se acepta

PRUEBA DE AJUSTE		CHI-CUADRADO A LA DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III									
Po	Log Person	Lim Inferior	Lim Superior	FO	FR	FA	FE Rel.	FE Acum.	Esp	(FO-FE) ² /FE	
20.2000	22.9172	1	22.91720	32.58543	5	0.3571	5	0.3096936	4.3357105	4.3357105	0.1017781
28.5000	25.7626	2	32.58543	42.25366	5	0.3571	10	0.6690033	9.3660465	5.0303360	0.0001829
29.1000	27.9580	3	42.25366	51.92189	3	0.2143	13	0.9148194	12.8074722	3.4414257	0.0566209
30.3000	29.8979	4	51.92189	61.59012	1	0.0714	14	0.9894146	13.8518050	1.0443328	0.0018820
32.8000	31.7282			14	1						
33.6000	33.5287										
33.8000	35.3572										
36.5000	37.2681										
37.0000	39.3279										
39.3000	41.6210										
45.0000	44.2779										
47.4000	47.5353										
55.4000	51.9172										
63.3000	59.0924										

Parámetros			
\bar{x} :	37.72783	Máx :	59.09240
s :	10.35273	Rango:	36.17520
Mín :	22.91720	N°:	14
Sturge (# de intervalo) :		4.509946	
Raiz N (# de intervalo) :		3.741657	
Tamaño de intervalo :		9.668229	

Resultados	
Estadístico de prueba Chi Cuadrado :	0.1607639
Grados de libertad :	3.0000000
Alfa (0.05) :	0.05
Chi Cuadrado nuevo :	7.8147279
La hipótesis	Se acepta

PRUEBA DE AJUSTE		CHI-CUADRADO A LA DISTRIBUCIÓN GUMBEL EXTREMAL TYPE I									
Po	Gumbel Extrem	Lim Inferior	Lim Superior	FO	FR	FA	FE Rel.	FE Acum.	Esp	(FO-FE) ² /FE	
20.2000	21.1373	1	21.13730	32.12714	5	0.3571	5	0.3079877	4.3118279	4.3118279	0.1098330
28.2000	24.4500	2	32.12714	43.11697	5	0.3571	10	0.6681204	9.3536862	5.0418583	0.0003475
29.1000	26.9675	3	43.11697	54.10681	3	0.2143	13	0.9148157	12.8074199	3.4537337	0.0596092
30.3000	29.1739	4	54.10681	65.09664	1	0.0714	14	0.9894813	13.8527379	1.0453180	0.0019647
32.8000	31.2458			14	1						
33.6000	33.2790										
33.8000	35.3429										
36.5000	37.5011										
37.0000	39.8258										
39.3000	42.4140										
45.0000	45.4164										
47.4000	49.1055										
55.4000	54.0833										
63.3000	62.2575										

Parámetros			
\bar{x} :	38.01429	Máx :	62.25750
s :	11.73762	Rango:	41.12020
Mín :	21.13730	N°:	14
Sturge (# de intervalo) :		4.509946	
Raiz N (# de intervalo) :		3.741657	
Tamaño de intervalo :		10.989836	

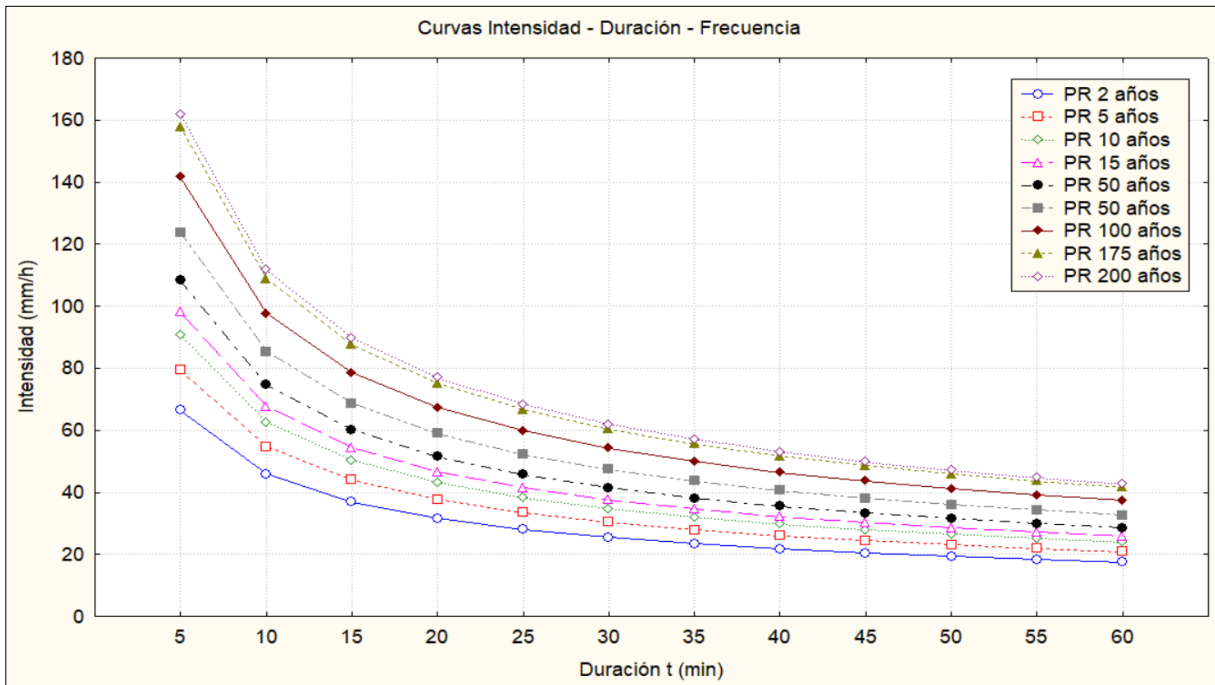
Resultados	
Estadístico de prueba Chi Cuadrado :	0.1717544
Grados de libertad :	3.0000000
Alfa (0.05) :	0.05
Chi Cuadrado nuevo :	7.8147279
La hipótesis	Se acepta

PRECIPITACIÓN MÁXIMA		PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO (MM)								
T años		2	3	5	10	25	50	100	200	
P máx 24 h		36.41	42.42	49.11	57.51	68.14	76.02	83.84	91.64	
Precipitaciones (mm)	Duraciones (mm)	5	4.93	5.56	6.35	7.43	8.86	9.93	11.01	12.09
		10	7.38	8.32	9.51	11.12	13.26	14.87	16.48	18.10
		15	9.02	10.17	11.63	13.60	16.21	18.18	20.15	22.12
		20	10.29	11.60	13.26	15.51	18.49	20.74	22.99	25.24
		25	11.34	12.79	14.62	17.10	20.37	22.85	25.33	27.81
		30	12.24	13.81	15.78	18.46	22.00	24.67	27.35	30.03
		35	13.04	14.70	16.81	19.66	23.43	26.28	29.13	31.98
		40	13.75	15.51	17.73	20.73	24.71	27.72	30.73	33.73
		45	14.40	16.24	18.57	21.72	25.88	29.03	32.18	35.33
		50	15.00	16.92	19.34	22.62	26.95	30.23	33.52	36.80
		55	15.55	17.54	20.05	23.45	27.95	31.35	34.76	38.16
60	16.07	18.13	20.72	24.24	28.88	32.40	35.91	39.43		

INTENSIDAD MÁXIMA		PARA DIFERENTES DURACIONES DE LLUVIA (MM/H)								
T años		2	3	5	10	25	50	100	200	
P máx 24 h		36.41	42.42	49.11	57.51	68.14	76.02	83.84	91.64	
P (T=10, t=60)		24.08	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08	24.08	
Precipitaciones (mm)	Duraciones (mm)	5	59.14	66.70	76.23	89.17	106.26	119.20	132.13	145.06
		10	44.26	49.92	57.06	66.74	79.53	89.21	98.89	108.57
		15	36.07	40.69	46.50	54.39	64.82	72.71	80.60	88.49
		20	30.87	34.81	39.79	46.54	55.46	62.21	68.96	75.71
		25	27.21	30.69	35.08	41.03	48.90	54.85	60.80	66.75
		30	24.48	27.61	31.56	36.91	43.99	49.35	54.70	60.06
		35	22.35	25.21	28.81	33.70	40.16	45.05	49.93	54.82
		40	20.63	23.27	26.59	31.10	37.07	41.58	46.09	50.60
		45	19.20	21.66	24.75	28.95	34.51	38.70	42.90	47.10
		50	18.00	20.30	23.20	27.14	32.34	36.28	40.22	44.15
		55	16.97	19.14	21.88	25.59	30.49	34.20	37.91	41.63
60	16.07	18.13	20.72	24.24	28.88	32.40	35.91	39.43		

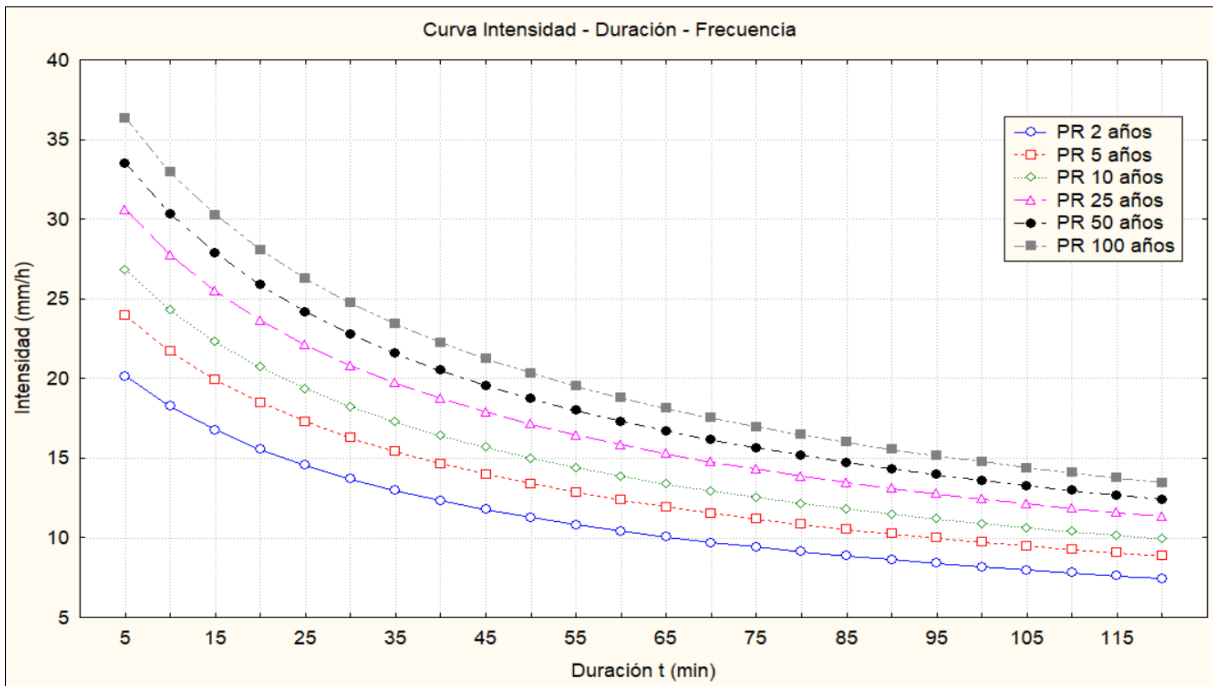
RESULTADOS		ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE				
Constante	2.13940	Long K :	2.139	K :	137.85	
Error estándar de estación Y				m :	0.193	
R cuadrada				n :	0.536	
Número de observaciones						
Grados de libertad	96	$I = \frac{96.51 T^{0.193}}{t^{0.536}}$			Donde :	
Coefficiente X	0.19336 - 0.53624				T :	años
Error estándar de coeficiente					t :	minutos

MÉTODO BELL		INTENSIDADES MÁXIMAS PARA DIFERENTES DURACIONES							
Duración	Periodo de retorno (T) en años								
t (min)	2	5	10	15	25	50	100	175	200
5	66.49	79.38	90.77	98.17	108.36	123.90	141.67	157.86	161.99
10	45.85	54.74	62.59	67.70	74.72	85.44	97.69	108.86	111.70
15	36.89	44.04	50.36	54.47	60.12	68.74	78.60	87.59	89.88
20	31.62	37.75	43.16	46.68	51.53	58.92	67.37	75.06	77.03
25	28.05	33.49	38.29	41.42	45.72	52.27	59.77	66.60	68.34
30	25.44	30.37	34.73	37.56	41.46	47.40	54.20	60.40	61.98
35	23.42	27.96	31.97	34.58	38.17	43.64	49.90	55.60	57.06
40	21.80	26.03	29.76	32.19	35.53	40.63	46.45	51.76	53.12
45	20.47	24.44	27.94	30.22	33.36	38.14	43.61	48.59	49.86
50	19.34	23.09	26.41	28.56	31.52	36.04	41.21	45.92	47.13
55	18.38	21.94	25.09	27.14	29.95	34.25	39.16	43.64	44.78
60	17.54	20.94	23.95	25.90	28.59	32.69	37.38	41.65	42.74





MÉTODO ILLA		INTENSIDADES MÁXIMAS PARA DIFERENTES DURACIONES				
Duración	Periodo de retorno (T) en años					
t (min)	2	5	10	25	50	100
5	20.14	23.94	26.81	30.61	33.49	36.36
10	18.25	21.69	24.29	27.74	30.34	32.94
15	16.76	19.92	22.31	25.47	27.87	30.26
20	15.55	18.49	20.71	23.64	25.86	28.08
25	14.55	17.29	19.37	22.11	24.19	26.27
30	13.70	16.28	18.24	20.82	22.78	24.73
35	12.97	15.41	17.26	19.71	21.56	23.41
40	12.33	14.65	16.41	18.74	20.50	22.26
45	11.77	13.99	15.67	17.88	19.56	21.24
50	11.27	13.39	15.00	17.13	18.73	20.34
55	10.82	12.86	14.40	16.45	17.99	19.53

60	10.42	12.38	13.87	15.83	17.32	18.80
65	10.05	11.94	13.38	15.27	16.71	18.14
70	9.71	11.55	12.93	14.76	16.15	17.54
75	9.41	11.18	12.52	14.30	15.64	16.98
80	9.12	10.84	12.15	13.87	15.17	16.47
85	8.86	10.53	11.80	13.47	14.73	16.00
90	8.62	10.24	11.47	13.10	14.33	15.56
95	8.39	9.98	11.17	12.76	13.95	15.15
100	8.18	9.72	10.89	12.44	13.60	14.77
105	7.98	9.49	10.63	12.13	13.27	14.41
110	7.80	9.27	10.38	11.85	12.96	14.08
115	7.62	9.06	10.15	11.59	12.67	13.76
120	7.46	8.86	9.93	11.33	12.40	13.46



Anexo C: Diseño de mezcla

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 8 (ARTIFICIAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 1) ACI 221.3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO			
Propiedades	Valor	Unidad	
Peso específico	2990.00	kg/m ³	

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1437	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1350	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2598	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	1.08	1.21	%
Absorción	2.20	3.09	%
Tamaño máximo	3/8"	No 8	pulg

AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

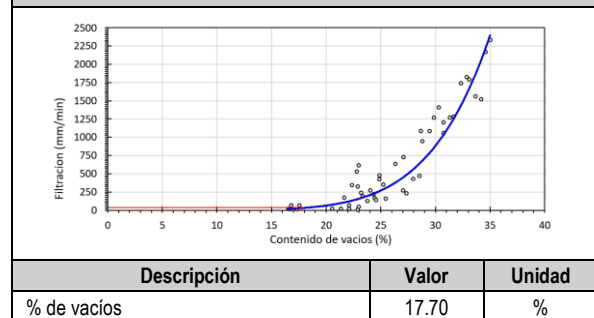
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
 (**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

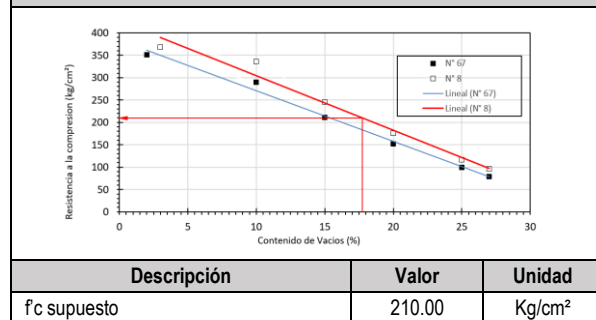
PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

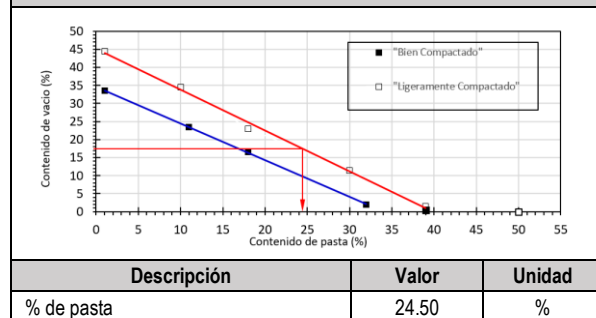
PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA

Partiendo de la siguiente expresión: $Vp = Vc + Va$

Donde: Vp : Volumen de pasta
 Vc : Volumen de cemento
 Va : Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada como:

$$Vp = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$$

Donde: c : Peso del cemento por m^3 de mezcla
 a : Peso del agua por m^3 de mezcla
 Pec : Peso específico del cemento
 Pea : Peso específico del agua

$$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$$

Y la relación a/c, obtenemos:

$$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$$

Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:

$$0.245 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$$

De donde: c : 386.16 kg
 a : 115.85 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	115.85	1.00 gr/cm ³	0.116	
Cemento	386.16	2.99 gr/cm ³	0.129	
% de vacíos			0.177	
Sikament 306	4.87	1.19 kg/lt	0.005	1.50
		Parcial	0.427	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.427
Volumen absoluto de agregado grueso	0.573

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	141.63	2471.18	0.057
AG corregido	1340.18	2598.15	0.516

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	386.16	kg/m ³	2990.00	0.129
Agregado fino	141.63	kg/m ³	2471.18	0.057
Agregado grueso	1340.18	kg/m ³	2598.15	0.516
Agua	115.85	kg/m ³	1000.00	0.116
Sikament 306	4.87	lt/m ³	1190.00	0.005
Vacio				0.177
			Total	1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.47
-----	------	------	------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Und.
Humedad	1.08	1.21	%
Absorción	2.20	3.09	%
Humedad superficial	-1.12	-1.88	%
Aporte	-15.01	-2.66	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	386.16	kg/m ³
Agregado fino húmedo	143.35	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1354.65	kg/m ³
Agua efectiva	133.52	lt/m ³
Sikament 306	4.87	lt/m ³

A/C	0.35	Ag/C	3.47
-----	------	------	------

PASO 12. PROPORCCION DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.37	kg
Agregado grueso húmedo	3.51	kg
Agua efectiva	14.70	lt
Sikament 306	0.54	lt



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 7 (ARTIFICIAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 2) ACI 221.3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	2990.00	kg/m ³

AGUA		
Propiedades	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1445	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1355	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2588	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Tamaño máximo	1/2"	No 8	pulg

ADITIVO		
Propiedades	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

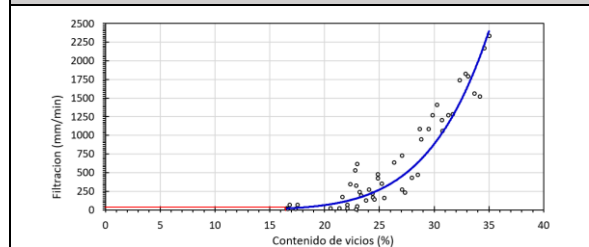
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
(**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

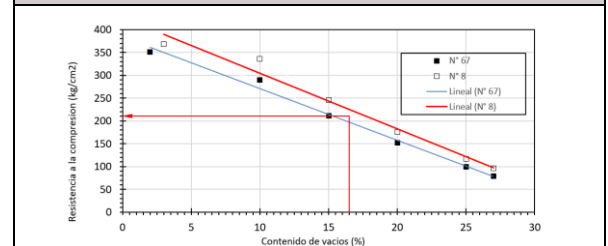
Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



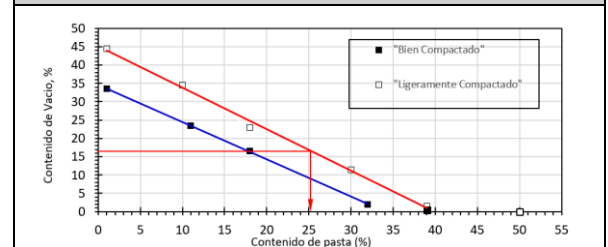
Descripción	Valor	Unidad
% de vacíos	16.50	%

PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Descripción	Valor	Unidad
f_c supuesto	210.00	Kg/cm ²

PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



Descripción	Valor	Unidad
% de pasta	25.20	%

PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA

Partiendo de la siguiente expresión: $Vp = Vc + Va$

Donde: Vp : Volumen de pasta
 Vc : Volumen de cemento
 Va : Volumen de agua

La ecuación puede ser expresada como:

$$Vp = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$$

Donde: c : Peso del cemento por m^3 de mezcla
 a : Peso del agua por m^3 de mezcla
 Pec : Peso específico del cemento
 Pea : Peso específico del agua

$$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$$

Y la relación a/c, obtenemos:

$$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$$

Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:

$$0.252 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$$

De donde: c : 397.20 kg
 a : 119.16 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	119.16	1.00 gr/cm ³	0.119	
Cemento	397.20	2.99 gr/cm ³	0.133	
% de vacíos			0.165	
Sikament 306	5.01	1.19 kg/lt	0.005	1.50
		Parcial	0.422	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.422
Volumen absoluto de agregado grueso	0.578

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	142.83	2471.18	0.058
AG corregido	1346.50	2588.45	0.520

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	397.20	kg/m ³	2990.00	0.133
Agregado fino	142.83	kg/m ³	2471.18	0.058
Agregado grueso	1346.50	kg/m ³	2588.45	0.520
Agua	119.16	kg/m ³	1000.00	0.119
Sikament 306	5.01	lt/m ³	1190.00	0.005
Vacios				0.165
			Total	1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.39
-----	------	------	------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Und.
Humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Humedad superficial	-1.35	-1.88	%
Aporte	-18.18	-2.66	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	397.20	kg/m ³
Agregado fino húmedo	144.56	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1358.08	kg/m ³
Agua efectiva	140.02	lt/m ³
Sikament 306	5.01	lt/m ³

A/C	0.35	Ag/C	3.39
-----	------	------	------

PASO 12. PROPORCCION DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.36	kg
Agregado grueso húmedo	3.42	kg
Agua efectiva	14.98	lt
Sikament 306	0.54	lt



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 7 (ARTIFICIAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 3) ACI 221.3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	2990.00	kg/m ³

AGUA		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1445	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1355	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2588	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Tamaño máximo	1/2"	No 8	pulg

ADITIVO		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

FIBRAS		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikafiber PE	1.17	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

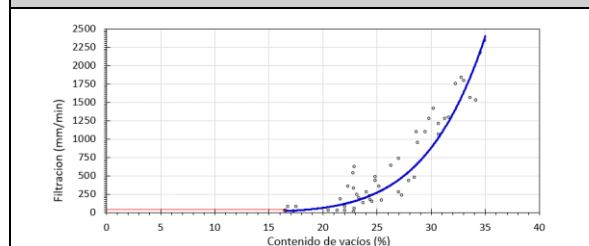
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
(**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

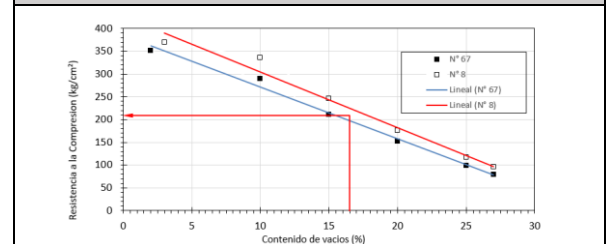
Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



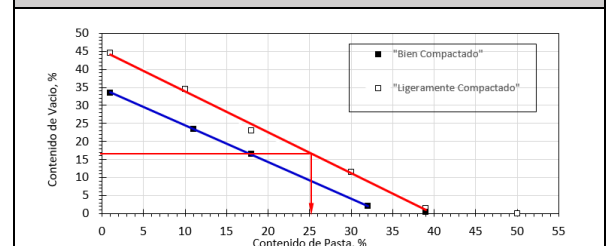
Descripción	Valor	Unidad
% de vacíos	16.50	%

PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Descripción	Valor	Unidad
f_c supuesto	210.00	Kg/cm ²

PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



Descripción	Valor	Unidad
% de pasta	25.20	%

PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA	
Partiendo de la siguiente expresión: $V_p = V_c + V_a$	
Donde:	V_p : Volumen de pasta V_c : Volumen de cemento V_a : Volumen de agua
La ecuación puede ser expresada como:	
$V_p = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$	
Donde:	c : Peso del cemento por m^3 de mezcla a : Peso del agua por m^3 de mezcla Pec : Peso específico del cemento Pea : Peso específico del agua
$V_p = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$	
Y la relación a/c, obtenemos:	
$V_p = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$	
Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:	
$0.252 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$	
De donde:	c : 397.20 kg a : 119.16 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	119.16	1.00 gr/cm ³	0.119	
Cemento	397.20	2.99 gr/cm ³	0.133	
% de vacíos			0.165	
Sikament 306	5.01	1.19 kg/lt	0.005	1.50
Sikafiber PE	0.34	1.17 kg/lt	0.0003	0.10
		Parcial	0.422	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.422
Volumen absoluto de agregado grueso	0.578

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	142.75	2471.18	0.058
AG corregido	1345.71	2588.45	0.520

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	397.20	kg/m ³	2990.00	0.133
Agregado fino	142.75	kg/m ³	2471.18	0.058
Agregado grueso	1345.71	kg/m ³	2588.45	0.520
Agua	119.16	lt/m ³	1000.00	0.119
Sikament 306	5.01	lt/m ³	1190.00	0.005
Sikafiber PE	0.34	kg/m ³	1170.00	0.0003
Vacios				0.165
Total				1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.39
-----	------	------	------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Unidad
Humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Humedad superficial	-1.35	-1.88	%
Aporte	-18.17	-6.68	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	379.20	kg/m ³
Agregado fino húmedo	144.48	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1357.28	kg/m ³
Agua efectiva	140.01	lt/m ³
Sikament 306	5.01	lt/m ³
Sikafiber PE	0.34	kg/m ³

A/C	0.35	Ag/C	3.39
-----	------	------	------

PASO 12. PROPORCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.36	kg
Agregado grueso húmedo	3.42	kg
Agua efectiva	14.98	lt
Sikament 306	0.54	lt
Sikafiber PE	0.04	kg



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 7 (ARTIFICIAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 4) ACI 221.3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	2990.00	kg/m ³

AGUA		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1445	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1355	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2588	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Tamaño máximo	1/2"	No 8	pulg

ADITIVO		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

FIBRAS		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikafiber PE	1.17	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

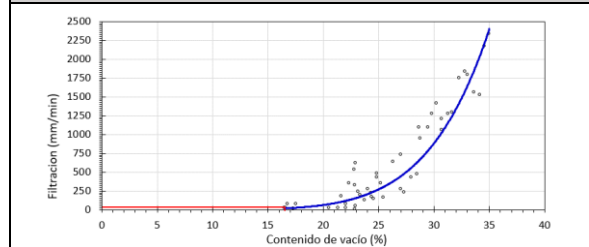
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
(**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

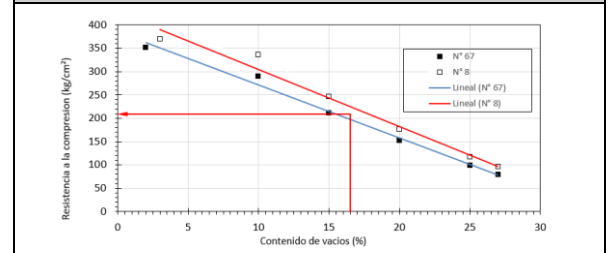
Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



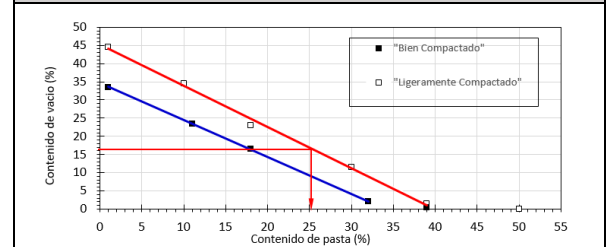
Descripción	Valor	Unidad
% de vacíos	16.50	%

PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Descripción	Valor	Unidad
f_c supuesto	210.00	Kg/cm ²

PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



Descripción	Valor	Unidad
% de pasta	25.20	%

PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA	
Partiendo de la siguiente expresión: $Vp = Vc + Va$	
Donde:	Vp : Volumen de pasta Vc : Volumen de cemento Va : Volumen de agua
La ecuación puede ser expresada como:	
$Vp = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$	
Donde:	c : Peso del cemento por m^3 de mezcla a : Peso del agua por m^3 de mezcla Pec : Peso específico del cemento Pea : Peso específico del agua
$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$	
Y la relación a/c, obtenemos:	
$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$	
Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:	
$0.252 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$	
De donde:	c : 397.20 kg a : 119.16 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	119.16	1.00 gr/cm ³	0.119	
Cemento	397.20	2.99 gr/cm ³	0.133	
% de vacíos			0.165	
Sikament 306	5.01	1.19 kg/lt	0.005	1.50
Sikafiber PE	0.85	1.17 kg/lt	0.0008	0.25
		Parcial	0.423	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.423
Volumen absoluto de agregado grueso	0.577

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	142.62	2471.18	0.058
AG corregido	1344.52	2588.45	0.519

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	397.20	kg/m ³	2990.00	0.133
Agregado fino	142.62	kg/m ³	2471.18	0.058
Agregado grueso	1344.52	kg/m ³	2588.45	0.519
Agua	119.16	lt/m ³	1000.00	0.119
Sikament 306	5.01	lt/m ³	1190.00	0.005
Sikafiber PE	0.85	kg/m ³	1170.00	0.0008
Vacio				0.165
Total				1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.39
------------	-------------	-------------	-------------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Unidad
Humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Humedad superficial	-1.35	-1.88	%
Aporte	-18.15	-2.68	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	397.20	kg/m ³
Agregado fino húmedo	144.35	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1356.08	kg/m ³
Agua efectiva	139.99	lt/m ³
Sikament 306	5.01	lt/m ³
Sikafiber PE	0.85	kg/m ³

A/C	0.35	Ag/C	3.39
------------	-------------	-------------	-------------

PASO 12. PROPORCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.36	kg
Agregado grueso húmedo	3.41	kg
Agua efectiva	14.98	lt
Sikament 306	0.54	lt
Sikafiber PE	0.09	kg



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETOS PERMEABLES $f_c=210$ kg/cm ² PARA PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 7 (ARTIFICIAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 5) ACI 221.3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	2990.00	kg/m ³

AGUA		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1445	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1355	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2588	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Tamaño máximo	1/2"	No 8	pulg

ADITIVO		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

FIBRAS		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikafiber PE	1.17	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

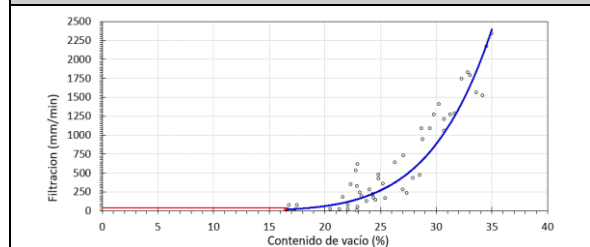
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
(**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

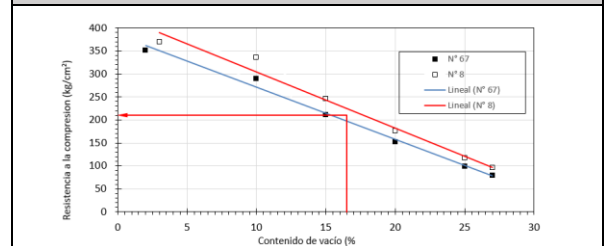
Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



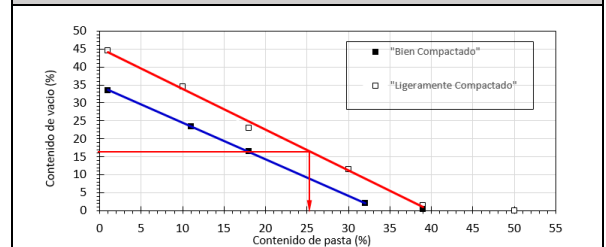
Descripción	Valor	Unidad
% de vacíos	16.50	%

PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Descripción	Valor	Unidad
f_c supuesto	210.00	Kg/cm ²

PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



Descripción	Valor	Unidad
% de pasta	25.20	%

PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA	
Partiendo de la siguiente expresión: $Vp = Vc + Va$	
Donde:	Vp : Volumen de pasta Vc : Volumen de cemento Va : Volumen de agua
La ecuación puede ser expresada como:	
$Vp = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$	
Donde:	c : Peso del cemento por m^3 de mezcla a : Peso del agua por m^3 de mezcla Pea : Peso específico del cemento Pec : Peso específico del agua
$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$	
Y la relación a/c, obtenemos:	
$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$	
Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:	
$0.252 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$	
De donde:	c : 397.20 kg a : 119.16 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	119.16	1.00 gr/cm ³	0.119	
Cemento	397.20	2.99 gr/cm ³	0.133	
% de vacíos			0.165	
Sikament 306	5.01	1.19 kg/lt	0.005	1.50
Sikafiber PE	1.36	1.17 kg/lt	0.0014	0.40
		Parcial	0.423	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.423
Volumen absoluto de agregado grueso	0.577

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	142.50	2471.18	0.058
AG corregido	1343.33	2588.45	0.519

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	397.20	kg/m ³	2990.00	0.133
Agregado fino	142.50	kg/m ³	2471.18	0.058
Agregado grueso	1343.33	kg/m ³	2588.45	0.519
Agua	119.16	lt/m ³	1000.00	0.119
Sikament 306	5.01	lt/m ³	1190.00	0.005
Sikafiber PE	1.36	kg/m ³	1170.00	0.0014
Vacio				0.165
Total				1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.38
-----	------	------	------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Unidad
Humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Humedad superficial	-1.35	-1.88	%
Aporte	-18.13	-2.68	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	397.20	kg/m ³
Agregado fino húmedo	144.22	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1354.89	kg/m ³
Agua efectiva	139.97	lt/m ³
Sikament 306	5.01	lt/m ³
Sikafiber PE	1.36	kg/m ³

A/C	0.35	Ag/C	3.38
-----	------	------	------

PASO 12. PROPORCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.36	kg
Agregado grueso húmedo	3.41	kg
Agua efectiva	14.98	lt
Sikament 306	0.54	lt
Sikafiber PE	0.15	kg



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 7 (ARTIFICIAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 6) ACI 221 3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	2990.00	kg/m ³

AGUA		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1445	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1355	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2588	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Tamaño máximo	1/2"	No 8	pulg

ADITIVO		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

FIBRAS		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikafiber PE	1.17	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

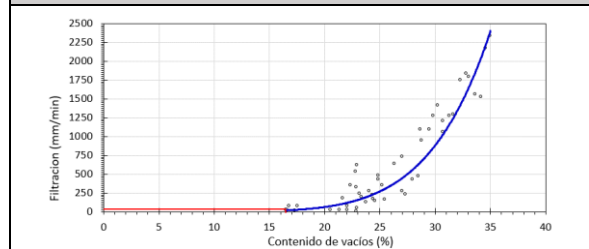
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
(**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

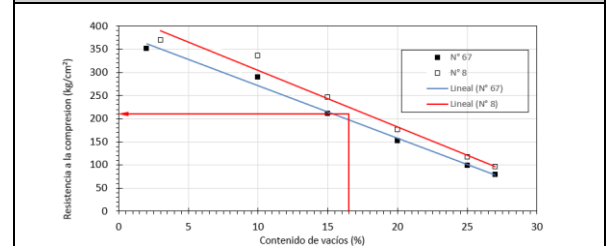
PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

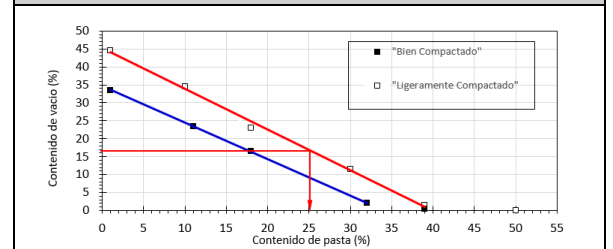
PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA	
Partiendo de la siguiente expresión: $V_p = V_c + V_a$	
Donde:	V_p : Volumen de pasta V_c : Volumen de cemento V_a : Volumen de agua
La ecuación puede ser expresada como:	
$V_p = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$	
Donde:	c : Peso del cemento por m^3 de mezcla a : Peso del agua por m^3 de mezcla Pec : Peso específico del cemento Pea : Peso específico del agua
$V_p = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$	
Y la relación a/c, obtenemos:	
$V_p = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$	
Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:	
$0.252 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$	
De donde:	c : 397.20 kg a : 119.16 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	119.16	1.00 gr/cm ³	0.119	
Cemento	397.20	2.99 gr/cm ³	0.133	
% de vacíos			0.165	
Sikament 306	5.01	1.19 kg/lt	0.005	1.50
Sikafiber PE	1.87	1.17 kg/lt	0.0019	0.55
		Parcial	0.424	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.424
Volumen absoluto de agregado grueso	0.576

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	142.37	2471.18	0.058
AG corregido	1342.15	2588.45	0.519

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	397.20	kg/m ³	2990.00	0.133
Agregado fino	142.37	kg/m ³	2471.18	0.058
Agregado grueso	1342.15	kg/m ³	2588.45	0.519
Agua	119.16	lt/m ³	1000.00	0.119
Sikament 306	5.01	lt/m ³	1190.00	0.005
Sikafiber PE	1.87	kg/m ³	1170.00	0.0019
Vacio				0.165
Total				1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.38
-----	------	------	------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Unidad
Humedad	0.86	1.21	%
Absorción	2.21	3.09	%
Humedad superficial	-1.35	-1.88	%
Aporte	-18.12	-2.68	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	397.20	kg/m ³
Agregado fino húmedo	144.09	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1353.69	kg/m ³
Agua efectiva	139.97	lt/m ³
Sikament 306	5.01	lt/m ³
Sikafiber PE	1.87	kg/m ³

A/C	0.35	Ag/C	3.38
-----	------	------	------

PASO 12. PROPORCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.36	kg
Agregado grueso húmedo	3.41	kg
Agua efectiva	14.98	lt
Sikament 306	0.54	lt
Sikafiber PE	0.20	kg



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
F' C SUPUESTO	210 KG/CM ²	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
AGREGADO GRUESO	HUSO 7 (NATURAL)	FECHA	ENERO – FEBRERO 2017

DISEÑO DE MEZCLA	CONCRETO PERMEABLE (MEZCLA 7) ACI 221.3R, ACI 522R
-------------------------	--

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

CEMENTO		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	2990.00	kg/m ³

AGUA		
Propiedad	Valor	Unidad
Peso específico	1000.00	kg/m ³

AGREGADOS			
Propiedades	AG	AF	Unidad
Peso unitario seco compactado	1499	1493	kg/m ³
Peso unitario seco suelto	1420	1410	kg/m ³
Peso específico SSS	2535	2471	kg/m ³
Contenido de humedad	0.94	1.21	%
Absorción	2.32	3.09	%
Tamaño máximo	1/2"	No 8	pulg

ADITIVO		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikament 306	1.19	kg/lt

FIBRAS		
Propiedad	Valor	Unidad
Sikafiber PE	1.17	kg/lt

CRITERIOS DE DISEÑO

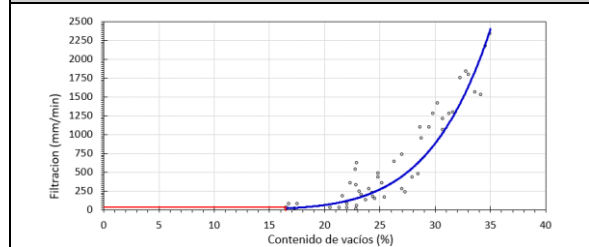
% de agregado fino incluido	: 10 % (*)
Nivel de compactación	: Ligeramente compactado (**)

(*) Con fin de obtener resistencias a los agentes agresivos en el agua
(**) Por que permite obtener un > contenido de pasta en la mezcla

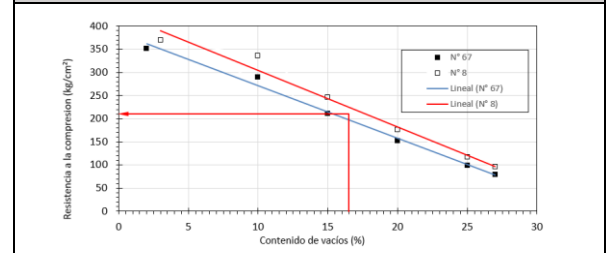
PASO 1. DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN REQUERIDA

Descripción	Valor	Unidad
Intensidad de lluvia	23.95	mm/h

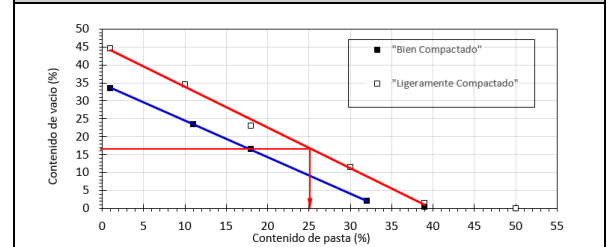
PASO 2. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE VACIOS



PASO 3. SUPOSICIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



PASO 4. OBTENCIÓN DEL PORCENTAJE DE LA PASTA



PASO 5. ELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO	
Descripción	Valor
a/c de diseño	0.3

PASO 6. DETERMINACIÓN CONTENIDO DE CEMENTO Y AGUA	
Partiendo de la siguiente expresión: $Vp = Vc + Va$	
Donde:	Vp : Volumen de pasta Vc : Volumen de cemento Va : Volumen de agua
La ecuación puede ser expresada como:	
$Vp = \frac{c}{P.Ec} + \frac{a}{P.Ea}$	
Donde:	c : Peso del cemento por m^3 de mezcla a : Peso del agua por m^3 de mezcla Pec : Peso específico del cemento Pea : Peso específico del agua
$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{a}{1.00 * 1000}$	
Y la relación a/c, obtenemos:	
$Vp = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{(a/c) * c}{1.00 * 1000}$	
Reemplazando el volumen de pasta y relación a/c:	
$0.252 = \frac{c}{2.99 * 1000} + \frac{0.30 * c}{1.00 * 1000}$	
De donde:	c : 397.20 kg a : 119.16 kg

PASO 7. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

Materiales	Peso x m^3	Pe	Vol. (m^3)	%
Agua	119.16	1.00 gr/cm ³	0.119	
Cemento	397.20	2.99 gr/cm ³	0.133	
% de vacíos			0.165	
Sikament 306	5.01	1.19 kg/lt	0.005	1.50
Sikafiber PE	1.36	1.17 kg/lt	0.0014	0.40
		Parcial	0.423	

PASO 8. CÁLCULO VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

Descripción	Volumen (m^3)
Volumen total	1.000
Volumen de pasta	0.423
Volumen absoluto de agregado grueso	0.577

PASO 9. CORRECCIÓN VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO POR ADICIONAR AGREGADO FINO

Agregado	Peso (kg)	Pe (kg/m ³)	Volumen (m^3)
AF (10%)	142.50	2471.18	0.058
AG corregido	1315.53	2534.87	0.519

PASO 10. VALORES DE DISEÑO

Materiales	Pesos (kg)	Und.	Pe (kg/m ³)	Vol. (m^3)
Cemento	397.20	kg/m ³	2990.00	0.133
Agregado fino	142.50	kg/m ³	2471.18	0.058
Agregado grueso	1315.53	kg/m ³	2534.87	0.519
Agua	119.16	lt/m ³	1000.00	0.119
Sikament 306	5.01	lt/m ³	1190.00	0.005
Sikafiber PE	1.36	kg/m ³	1170.00	0.0014
Vacio				0.165
Total				1.000

A/C	0.30	Ag/C	3.31
-----	------	------	------

PASO 11. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

Descripción	AG	AF	Unidad
Humedad	0.94	1.21	%
Absorción	2.32	3.09	%
Humedad superficial	-1.38	-1.88	%
Aporte	-18.15	-2.68	lt

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	397.20	kg/m ³
Agregado fino húmedo	144.22	kg/m ³
Agregado grueso húmedo	1327.89	kg/m ³
Agua efectiva	139.99	lt/m ³
Sikament 306	5.01	lt/m ³
Sikafiber PE	1.36	kg/m ³



A/C	0.35	Ag/C	3.31
-----	------	------	------

PASO 12. PROPORCIÓN DE DISEÑO DE MEZCLA EN PESO

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	1.00	kg
Agregado fino húmedo	0.36	kg
Agregado grueso húmedo	3.34	kg
Agua efectiva	14.98	lt
Sikament 306	0.54	lt
Sikafiber PE	0.15	kg

Anexo D: Resultado de los ensayos

Anexo D – 1: Revenimiento

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

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm²</i>		
PRUEBA	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C995	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'c SUPUESTO	210.00 kg/cm ²	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 001	M – 002	M – 003		
Asentamiento horizontal (diámetro)	33.50	34.50	34.50	34.17	cm
Asentamiento vertical (altura)	21.50	21.40	21.10	21.33	cm
Caída por gravedad (tiempo)	2.56	2.30	2.45	2.44	s

RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 004	M – 005	M – 006		
Asentamiento horizontal (diámetro)	33.50	34.00	33.50	33.67	cm
Asentamiento vertical (altura)	21.10	20.80	20.50	20.80	cm
Caída por gravedad (tiempo)	2.63	3.15	2.92	2.90	s

RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 007	M – 008	M – 009		
Asentamiento horizontal (diámetro)	32.50	33.00	32.00	32.50	cm
Asentamiento vertical (altura)	20.30	20.60	20.10	20.33	cm
Caída por gravedad (tiempo)	3.75	3.82	3.50	3.69	s

RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 010	M – 011	M – 012		
Asentamiento horizontal (diámetro)	32.50	31.50	32.50	32.17	cm
Asentamiento vertical (altura)	19.50	19.80	19.80	19.70	cm
Caída por gravedad (tiempo)	4.72	4.58	4.47	4.59	s

RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 013	M – 014	M – 015		
Asentamiento horizontal (diámetro)	31.50	30.50	31.00	31.00	cm
Asentamiento vertical (altura)	19.20	18.90	19.30	19.13	cm
Caída por gravedad (tiempo)	5.86	5.22	5.43	5.50	s



RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 016	M – 017	M – 018		
Asentamiento horizontal (diámetro)	31.50	31.50	32.50	31.83	cm
Asentamiento vertical (altura)	20.10	19.80	19.50	19.80	cm
Caída por gravedad (tiempo)	4.60	4.90	5.10	4.87	s

RESULTADO	REVENIMIENTO CONO DE ABRAMS INVERTIDO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			PROMEDIO	UNIDAD
	M – 019	M – 020	M – 021		
Asentamiento horizontal (diámetro)	30.00	29.50	30.50	30.00	cm
Asentamiento vertical (altura)	18.80	18.50	19.10	18.80	cm
Caída por gravedad (tiempo)	6.53	6.04	6.11	6.23	s

Anexo D – 2: Peso unitario

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACÍO	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C1688, NTP 339.046	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'C SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 022	M – 023	M – 024	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	7747.00	7729.00	7736.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m^3
Peso unitario del concreto ($D=(Mc-Mm)/Vm$)	1891.43	1885.00	1887.50	kg/m^3
Peso unitario promedio del concreto (D)	1887.98			kg/m^3

RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 025	M – 026	M – 027	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	7830.00	7830.00	7816.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m^3
Peso unitario del concreto ($D=(Mc-Mm)/Vm$)	1921.07	1921.07	1916.07	kg/m^3
Peso unitario promedio del concreto (D)	1919.40			kg/m^3

RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 028	M – 029	M – 030	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	7893.00	7887.00	7897.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m^3
Peso unitario del concreto ($D=(Mc-Mm)/Vm$)	1943.57	1941.43	1945.00	kg/m^3
Peso unitario promedio del concreto (D)	1943.33			kg/m^3

RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 031	M – 032	M – 033	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	7986.00	7963.00	7976.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m^3
Peso unitario del concreto ($D=(Mc-Mm)/Vm$)	1976.79	1968.57	1973.21	kg/m^3
Peso unitario promedio del concreto (D)	1972.86			kg/m^3

RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 034	M – 035	M – 036	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	8044.00	8050.00	8056.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m ³
Peso unitario del concreto (D=(Mc-Mm)/Vm)	1997.50	1999.64	2001.79	kg/m ³
Peso unitario promedio del concreto (D)	1999.64			kg/m³



RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 037	M – 038	M – 039	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	8023.00	8030.00	8016.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m ³
Peso unitario del concreto (D=(Mc-Mm)/Vm)	1990.00	1992.50	1987.50	kg/m ³
Peso unitario promedio del concreto (D)	1990.00			kg/m³

RESULTADO	PESO UNITARIO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 040	M – 041	M – 042	
Peso de concreto + peso de olla de Washington (Mc)	8103.00	8120.00	8105.00	g
Peso olla de Washington (Mm)	2451.00	2451.00	2451.00	g
Volumen olla de Washington (Vm)	0.0028	0.0028	0.0028	m ³
Peso unitario del concreto (D=(Mc-Mm)/Vm)	2018.57	2024.64	2019.29	kg/m ³
Peso unitario promedio del concreto (D)	2020.83			kg/m³

Anexo D – 3: Contenido de vacío

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C1688, NTP 339.046	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'C SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 043	M – 044	M – 045	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	1988.69	1988.69	1988.69	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.82	0.82	0.82	m^3
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2416.91	2416.91	2416.91	kg/m^3
Peso unitario del concreto (D)	1891.43	1885.00	1887.50	kg/m^3
Contenido de vacíos ($U=((T-D)/T)*100$)	21.74	22.01	21.90	%
Contenido de vacío promedio (U)	21.88			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 046	M – 047	M – 048	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	2010.70	2010.70	2010.70	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.83	0.83	0.83	m^3
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2410.31	2410.31	2410.31	kg/m^3
Peso unitario del concreto (D)	1921.07	1921.07	1916.07	kg/m^3
Contenido de vacíos ($U=((T-D)/T)*100$)	20.30	20.30	20.51	%
Contenido de vacío promedio (U)	20.37			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 049	M – 050	M – 051	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	2010.17	2010.17	2010.17	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.83	0.83	0.83	m^3
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2409.81	2409.81	2409.81	kg/m^3
Peso unitario del concreto (D)	1943.57	1941.43	1945.00	kg/m^3
Contenido de vacíos ($U=((T-D)/T)*100$)	19.35	19.44	19.29	%
Contenido de vacío promedio (U)	19.36			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 052	M – 053	M – 054	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	2009.36	2009.36	2009.36	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.83	0.83	0.83	m³
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2409.06	2409.06	2409.06	kg/m³
Peso unitario del concreto (D)	1976.79	1968.57	1973.21	kg/m³
Contenido de vacíos (U=((T-D)/T)*100)	17.94	18.28	18.09	%
Contenido de vacío promedio (U)	18.11			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 055	M – 056	M – 057	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	2007.76	2007.76	2007.76	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.83	0.83	0.83	m³
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2407.56	2407.56	2407.56	kg/m³
Peso unitario del concreto (D)	1997.50	1999.64	2001.79	kg/m³
Contenido de vacíos (U=((T-D)/T)*100)	17.03	16.94	16.85	%
Contenido de vacío promedio (U)	16.94			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 058	M – 059	M – 060	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	2008.56	2005.56	2008.56	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.83	0.83	0.83	m³
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2411.68	2411.68	2411.68	kg/m³
Peso unitario del concreto (D)	1990.00	1992.50	1987.50	kg/m³
Contenido de vacíos (U=((T-D)/T)*100)	17.48	17.38	17.59	%
Contenido de vacío promedio (U)	17.48			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	M – 061	M – 062	M – 063	
Masa total de materiales de la mezcla (Mc)	1980.76	1980.76	1980.76	kg
Volumen absoluto de ingrediente (Vs)	0.82	0.82	0.82	m³
Densidad teórica del concreto (T=Ms/Vs)	2405.96	2405.96	2405.96	kg/m³
Peso unitario del concreto (D)	2018.57	2024.64	2019.29	kg/m³
Contenido de vacíos (U=((T-D)/T)*100)	16.10	15.85	16.07	%
Contenido de vacío promedio (U)	16.01			%



UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL
**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL
CONCRETO Y MATERIALES**



TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C1688, NTP 339.046	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'C SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 001	E – 002	E – 003	
Peso de la muestra (A)	3278.00	3275.00	3272.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3517.00	3511.00	3514.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2397.00	2397.00	2364.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	21.34	21.18	21.04	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	21.19			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 004	E – 005	E – 006	
Peso de la muestra (A)	3132.00	3140.00	3138.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3216.00	3223.00	3218.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2787.00	2800.00	2803.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	19.58	19.62	19.28	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	19.49			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 007	E – 008	E – 009	
Peso de la muestra (A)	3168.00	3162.00	6163.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3248.00	3243.00	3246.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2815.00	2807.00	2805.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	18.48	18.58	18.82	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	18.62			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 010	E – 011	E – 012	
Peso de la muestra (A)	3183.00	3188.00	3180.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3248.00	3255.00	3248.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2882.00	2883.00	2870.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	17.76	18.01	17.99	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	17.92			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 013	E – 014	E – 015	
Peso de la muestra (A)	3105.00	3083.00	3102.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3170.00	3139.00	3192.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2789.00	2818.00	2666.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	17.06	17.45	17.11	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	17.21			%



RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 016	E – 017	E – 018	
Peso de la muestra (A)	3216.00	3221.00	3393.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3282.00	3289.00	3472.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2905.00	2907.00	3020.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	17.51	17.80	17.48	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	17.60			%

RESULTADO	CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 019	E – 020	E – 021	
Peso de la muestra (A)	3122.00	3125.00	3145.00	g
Peso de la muestra superficialmente seca (C)	3178.00	3180.00	3206.00	g
Peso aparente de la muestra en agua (D)	2828.00	2840.00	2834.00	g
Contenido de vacío ($Cv=(C-A)/(C-D)*100$)	16.00	16.18	16.40	%
Contenido de vacío promedio (Cv)	16.19			%



Anexo D – 4: Resistencia a la compresión

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'c SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--



N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 1 (Espécimen 022)	7	07/03/2017	14/03/2017	8430	10.58	87.91	95.89
2	MEZCLA 1 (Espécimen 023)	7	07/03/2017	14/03/2017	7910	10.54	87.25	90.66
3	MEZCLA 1 (Espécimen 024)	7	07/03/2017	14/03/2017	8130	10.57	87.75	92.65
4	MEZCLA 1 (Espécimen 025)	7	07/03/2017	14/03/2017	8580	10.45	85.77	100.03
5	MEZCLA 1 (Espécimen 026)	7	07/03/2017	14/03/2017	7620	10.35	84.13	90.57
6	MEZCLA 1 (Espécimen 027)	7	07/03/2017	14/03/2017	8060	10.22	82.03	98.26
7	MEZCLA 1 (Espécimen 028)	7	07/03/2017	14/03/2017	8230	10.55	87.42	94.14
8	MEZCLA 1 (Espécimen 029)	7	07/03/2017	14/03/2017	8360	10.35	84.13	99.37
9	MEZCLA 1 (Espécimen 030)	7	07/03/2017	14/03/2017	7720	10.24	82.35	93.75
10	MEZCLA 1 (Espécimen 031)	14	07/03/2017	21/03/2017	10300	10.29	83.16	123.86
11	MEZCLA 1 (Espécimen 032)	14	07/03/2017	21/03/2017	10750	10.20	81.71	131.56
12	MEZCLA 1 (Espécimen 033)	14	07/03/2017	21/03/2017	10620	10.35	84.13	126.23
13	MEZCLA 1 (Espécimen 034)	14	07/03/2017	21/03/2017	10360	10.42	85.28	121.48
14	MEZCLA 1 (Espécimen 035)	14	07/03/2017	21/03/2017	10320	10.21	81.87	126.05
15	MEZCLA 1 (Espécimen 036)	14	07/03/2017	21/03/2017	10990	10.33	83.81	131.13
16	MEZCLA 1 (Espécimen 037)	14	07/03/2017	21/03/2017	10890	10.53	87.09	125.04
17	MEZCLA 1 (Espécimen 038)	14	07/03/2017	21/03/2017	10330	10.48	86.26	119.75
18	MEZCLA 1 (Espécimen 039)	14	07/03/2017	21/03/2017	10330	10.41	85.11	121.37
19	MEZCLA 1 (Espécimen 040)	28	07/03/2017	04/04/2017	12900	10.43	85.44	150.98
20	MEZCLA 1 (Espécimen 041)	28	07/03/2017	04/04/2017	12970	10.50	86.59	149.79
21	MEZCLA 1 (Espécimen 042)	28	07/03/2017	04/04/2017	13340	10.60	88.25	151.16
22	MEZCLA 1 (Espécimen 043)	28	07/03/2017	04/04/2017	13660	10.57	87.75	155.67
23	MEZCLA 1 (Espécimen 044)	28	07/03/2017	04/04/2017	12590	10.40	84.95	148.20
24	MEZCLA 1 (Espécimen 045)	28	07/03/2017	04/04/2017	12720	10.30	83.32	152.66
25	MEZCLA 1 (Espécimen 046)	28	07/03/2017	04/04/2017	12180	10.29	83.16	146.46
26	MEZCLA 1 (Espécimen 047)	28	07/03/2017	04/04/2017	11680	10.24	82.35	141.83
27	MEZCLA 1 (Espécimen 048)	28	07/03/2017	04/04/2017	12800	10.55	87.42	146.42
28	MEZCLA 1 (Espécimen 049)	28	07/03/2017	04/04/2017	12300	10.34	83.97	146.48
29	MEZCLA 1 (Espécimen 050)	28	07/03/2017	04/04/2017	13160	10.55	87.42	150.54
30	MEZCLA 1 (Espécimen 051)	28	07/03/2017	04/04/2017	12530	10.40	84.95	147.50
31	MEZCLA 1 (Espécimen 052)	28	07/03/2017	04/04/2017	13150	10.58	87.91	149.58
32	MEZCLA 1 (Espécimen 053)	28	07/03/2017	04/04/2017	13680	10.59	88.08	155.31
33	MEZCLA 1 (Espécimen 054)	28	07/03/2017	04/04/2017	12640	10.38	84.62	149.37

	<p>UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES</p>	
---	--	---

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f'c=210$ kg/cm ²		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'c SUPUESTO	210 kg/cm ²	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL</p>
------------------	--



N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 2 (Espécimen 055)	7	27/03/2017	03/04/2017	9680	10.58	87.91	110.11
2	MEZCLA 2 (Espécimen 056)	7	27/03/2017	03/04/2017	9400	10.53	87.09	107.93
3	MEZCLA 2 (Espécimen 057)	7	27/03/2017	03/04/2017	9810	10.58	87.91	111.59
4	MEZCLA 2 (Espécimen 058)	7	27/03/2017	03/04/2017	9100	10.56	87.58	103.91
5	MEZCLA 2 (Espécimen 059)	7	27/03/2017	03/04/2017	9940	10.60	88.25	112.63
6	MEZCLA 2 (Espécimen 060)	7	27/03/2017	03/04/2017	9710	10.49	86.43	112.35
7	MEZCLA 2 (Espécimen 061)	7	27/03/2017	03/04/2017	9520	10.56	87.58	108.70
8	MEZCLA 2 (Espécimen 062)	7	27/03/2017	03/04/2017	9770	10.57	87.75	111.34
9	MEZCLA 2 (Espécimen 063)	7	27/03/2017	03/04/2017	9380	10.53	87.09	107.70
10	MEZCLA 2 (Espécimen 064)	14	27/03/2017	10/04/2017	12410	10.51	86.76	143.04
11	MEZCLA 2 (Espécimen 065)	14	27/03/2017	10/04/2017	11970	10.55	87.42	136.93
12	MEZCLA 2 (Espécimen 066)	14	27/03/2017	10/04/2017	12150	10.54	87.25	139.26
13	MEZCLA 2 (Espécimen 067)	14	27/03/2017	10/04/2017	12940	10.51	86.76	149.15
14	MEZCLA 2 (Espécimen 068)	14	27/03/2017	10/04/2017	12380	10.45	85.77	144.34
15	MEZCLA 2 (Espécimen 069)	14	27/03/2017	10/04/2017	11930	10.49	86.43	138.03
16	MEZCLA 2 (Espécimen 070)	14	27/03/2017	10/04/2017	12300	10.50	86.59	142.05
17	MEZCLA 2 (Espécimen 071)	14	27/03/2017	10/04/2017	12280	10.54	87.25	140.74
18	MEZCLA 2 (Espécimen 072)	14	27/03/2017	10/04/2017	12640	10.59	88.08	143.51
19	MEZCLA 2 (Espécimen 073)	28	27/03/2017	24/04/2017	14790	10.45	85.77	172.44
20	MEZCLA 2 (Espécimen 074)	28	27/03/2017	24/04/2017	13700	10.25	82.52	166.02
21	MEZCLA 2 (Espécimen 075)	28	27/03/2017	24/04/2017	15260	10.50	86.59	176.23
22	MEZCLA 2 (Espécimen 076)	28	27/03/2017	24/04/2017	14370	10.51	86.76	165.63
23	MEZCLA 2 (Espécimen 077)	28	27/03/2017	24/04/2017	14450	10.57	87.75	164.67
24	MEZCLA 2 (Espécimen 078)	28	27/03/2017	24/04/2017	14260	10.19	81.55	174.86
25	MEZCLA 2 (Espécimen 079)	28	27/03/2017	24/04/2017	14420	10.32	83.65	172.38
26	MEZCLA 2 (Espécimen 080)	28	27/03/2017	24/04/2017	14570	10.31	83.48	174.53
27	MEZCLA 2 (Espécimen 081)	28	27/03/2017	24/04/2017	15360	10.37	84.46	181.86
28	MEZCLA 2 (Espécimen 082)	28	27/03/2017	24/04/2017	13450	10.25	82.52	162.99
29	MEZCLA 2 (Espécimen 083)	28	27/03/2017	24/04/2017	14080	10.24	82.35	170.98
30	MEZCLA 2 (Espécimen 084)	28	27/03/2017	24/04/2017	13710	10.20	81.71	167.79
31	MEZCLA 2 (Espécimen 085)	28	27/03/2017	24/04/2017	14190	10.30	83.32	170.31
32	MEZCLA 2 (Espécimen 086)	28	27/03/2017	24/04/2017	13880	10.20	81.71	169.87
33	MEZCLA 2 (Espécimen 087)	28	27/03/2017	24/04/2017	13220	10.18	81.39	162.43

	<p>UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES</p>	
---	--	---

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'C SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL</p>
------------------	---



N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 3 (Espécimen 088)	7	29/03/2017	05/04/2017	9180	10.21	81.87	112.13
2	MEZCLA 3 (Espécimen 089)	7	29/03/2017	05/04/2017	9640	10.19	81.55	118.21
3	MEZCLA 3 (Espécimen 090)	7	29/03/2017	05/04/2017	10720	10.94	94.00	114.04
4	MEZCLA 3 (Espécimen 091)	7	29/03/2017	05/04/2017	9100	10.17	81.23	112.03
5	MEZCLA 3 (Espécimen 092)	7	29/03/2017	05/04/2017	11430	11.03	95.55	119.62
6	MEZCLA 3 (Espécimen 093)	7	29/03/2017	05/04/2017	10040	10.93	93.83	107.00
7	MEZCLA 3 (Espécimen 094)	7	29/03/2017	05/04/2017	9140	10.25	82.52	110.76
8	MEZCLA 3 (Espécimen 095)	7	29/03/2017	05/04/2017	9330	10.21	81.87	113.96
9	MEZCLA 3 (Espécimen 096)	7	29/03/2017	05/04/2017	9550	10.32	83.65	114.17
10	MEZCLA 3 (Espécimen 097)	14	29/03/2017	12/04/2017	12430	10.19	81.55	152.42
11	MEZCLA 3 (Espécimen 098)	14	29/03/2017	12/04/2017	14280	10.77	91.10	156.75
12	MEZCLA 3 (Espécimen 099)	14	29/03/2017	12/04/2017	13700	10.93	93.83	146.01
13	MEZCLA 3 (Espécimen 100)	14	29/03/2017	12/04/2017	14460	11.00	95.03	152.16
14	MEZCLA 3 (Espécimen 101)	14	29/03/2017	12/04/2017	14210	10.58	87.91	161.64
15	MEZCLA 3 (Espécimen 102)	14	29/03/2017	12/04/2017	13700	10.59	88.08	155.54
16	MEZCLA 3 (Espécimen 103)	14	29/03/2017	12/04/2017	13160	10.58	87.91	149.70
17	MEZCLA 3 (Espécimen 104)	14	29/03/2017	12/04/2017	13370	10.56	87.58	152.66
18	MEZCLA 3 (Espécimen 105)	14	29/03/2017	12/04/2017	13740	10.56	87.58	156.89
19	MEZCLA 3 (Espécimen 106)	28	29/03/2017	26/04/2017	16330	10.49	86.43	188.94
20	MEZCLA 3 (Espécimen 107)	28	29/03/2017	26/04/2017	16090	10.54	87.25	184.41
21	MEZCLA 3 (Espécimen 108)	28	29/03/2017	26/04/2017	16000	10.48	86.26	185.49
22	MEZCLA 3 (Espécimen 109)	28	29/03/2017	26/04/2017	16010	10.57	87.75	182.45
23	MEZCLA 3 (Espécimen 110)	28	29/03/2017	26/04/2017	17030	10.47	86.10	197.79
24	MEZCLA 3 (Espécimen 111)	28	29/03/2017	26/04/2017	16010	10.50	86.59	184.89
25	MEZCLA 3 (Espécimen 112)	28	29/03/2017	26/04/2017	16730	10.63	88.75	188.51
26	MEZCLA 3 (Espécimen 113)	28	29/03/2017	26/04/2017	16620	10.46	85.93	193.41
27	MEZCLA 3 (Espécimen 114)	28	29/03/2017	26/04/2017	16490	10.54	87.25	189.00
28	MEZCLA 3 (Espécimen 115)	28	29/03/2017	26/04/2017	16390	10.52	86.92	188.56
29	MEZCLA 3 (Espécimen 116)	28	29/03/2017	26/04/2017	16160	10.55	87.42	184.85
30	MEZCLA 3 (Espécimen 117)	28	29/03/2017	26/04/2017	16610	10.56	87.58	189.66
31	MEZCLA 3 (Espécimen 118)	28	29/03/2017	26/04/2017	16340	10.50	86.59	188.71
32	MEZCLA 3 (Espécimen 119)	28	29/03/2017	26/04/2017	16880	10.54	87.25	193.47
33	MEZCLA 3 (Espécimen 120)	28	29/03/2017	26/04/2017	15440	10.49	86.43	178.64

	<p>UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES</p>	
---	--	---

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'C SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO - JUNIO 2017

RESULTADO	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL</p>
------------------	---



N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 4 (Espécimen 121)	7	04/04/2017	11/04/2017	10580	10.55	87.42	121.02
2	MEZCLA 4 (Espécimen 122)	7	04/04/2017	11/04/2017	10970	10.55	87.42	125.49
3	MEZCLA 4 (Espécimen 123)	7	04/04/2017	11/04/2017	10780	10.56	87.58	123.09
4	MEZCLA 4 (Espécimen 124)	7	04/04/2017	11/04/2017	9850	10.35	84.13	117.08
5	MEZCLA 4 (Espécimen 125)	7	04/04/2017	11/04/2017	11150	10.98	94.69	117.75
6	MEZCLA 4 (Espécimen 126)	7	04/04/2017	11/04/2017	10120	10.30	83.32	121.46
7	MEZCLA 4 (Espécimen 127)	7	04/04/2017	11/04/2017	11390	10.96	94.34	120.73
8	MEZCLA 4 (Espécimen 128)	7	04/04/2017	11/04/2017	9790	10.27	82.84	118.18
9	MEZCLA 4 (Espécimen 129)	7	04/04/2017	11/04/2017	9990	10.26	82.68	120.83
10	MEZCLA 4 (Espécimen 130)	14	04/04/2017	17/04/2017	13000	10.21	81.87	158.79
11	MEZCLA 4 (Espécimen 131)	14	04/04/2017	17/04/2017	15790	10.96	94.34	167.37
12	MEZCLA 4 (Espécimen 132)	14	04/04/2017	17/04/2017	12490	10.17	81.23	153.76
13	MEZCLA 4 (Espécimen 133)	14	04/04/2017	17/04/2017	14130	10.88	92.97	151.98
14	MEZCLA 4 (Espécimen 134)	14	04/04/2017	17/04/2017	13070	10.21	81.87	159.64
15	MEZCLA 4 (Espécimen 135)	14	04/04/2017	17/04/2017	11910	10.11	80.28	148.36
16	MEZCLA 4 (Espécimen 136)	14	04/04/2017	17/04/2017	15010	10.95	94.17	159.39
17	MEZCLA 4 (Espécimen 137)	14	04/04/2017	17/04/2017	12650	10.15	80.91	156.35
18	MEZCLA 4 (Espécimen 138)	14	04/04/2017	17/04/2017	13130	10.30	83.32	157.59
19	MEZCLA 4 (Espécimen 139)	28	04/04/2017	02/05/2017	18220	10.88	92.97	195.98
20	MEZCLA 4 (Espécimen 140)	28	04/04/2017	02/05/2017	17200	10.72	90.26	190.56
21	MEZCLA 4 (Espécimen 141)	28	04/04/2017	02/05/2017	16520	10.22	82.03	201.39
22	MEZCLA 4 (Espécimen 142)	28	04/04/2017	02/05/2017	16110	10.15	80.91	199.11
23	MEZCLA 4 (Espécimen 143)	28	04/04/2017	02/05/2017	15860	10.17	81.23	195.25
24	MEZCLA 4 (Espécimen 144)	28	04/04/2017	02/05/2017	15970	10.34	83.97	190.19
25	MEZCLA 4 (Espécimen 145)	28	04/04/2017	02/05/2017	17290	10.36	84.30	205.10
26	MEZCLA 4 (Espécimen 146)	28	04/04/2017	02/05/2017	16530	10.36	84.30	196.09
27	MEZCLA 4 (Espécimen 147)	28	04/04/2017	02/05/2017	16980	10.59	88.08	192.78
28	MEZCLA 4 (Espécimen 148)	28	04/04/2017	02/05/2017	16610	10.55	87.42	190.00
29	MEZCLA 4 (Espécimen 149)	28	04/04/2017	02/05/2017	17230	10.55	87.42	197.09
30	MEZCLA 4 (Espécimen 150)	28	04/04/2017	02/05/2017	17300	10.52	86.92	199.03
31	MEZCLA 4 (Espécimen 151)	28	04/04/2017	02/05/2017	17140	10.59	88.08	194.60
32	MEZCLA 4 (Espécimen 152)	28	04/04/2017	02/05/2017	16070	10.57	87.75	183.13
33	MEZCLA 4 (Espécimen 153)	28	04/04/2017	02/05/2017	16810	10.33	83.81	200.57

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

TESIS	<i>INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210$ kg/cm²</i>		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'C SUPUESTO	210 kg/cm ²	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---



N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 5 (Espécimen 154)	7	06/04/2017	13/04/2017	10740	10.30	83.32	128.90
2	MEZCLA 5 (Espécimen 155)	7	06/04/2017	13/04/2017	10710	10.35	84.13	127.30
3	MEZCLA 5 (Espécimen 156)	7	06/04/2017	13/04/2017	9900	10.20	81.71	121.16
4	MEZCLA 5 (Espécimen 157)	7	06/04/2017	13/04/2017	10880	10.23	82.19	132.38
5	MEZCLA 5 (Espécimen 158)	7	06/04/2017	13/04/2017	10720	10.28	83.00	129.16
6	MEZCLA 5 (Espécimen 159)	7	06/04/2017	13/04/2017	11850	10.49	86.43	137.11
7	MEZCLA 5 (Espécimen 160)	7	06/04/2017	13/04/2017	11540	10.54	87.25	132.26
8	MEZCLA 5 (Espécimen 161)	7	06/04/2017	13/04/2017	11640	10.51	86.76	134.16
9	MEZCLA 5 (Espécimen 162)	7	06/04/2017	13/04/2017	11540	10.47	86.10	134.03
10	MEZCLA 5 (Espécimen 163)	14	06/04/2017	20/04/2017	14590	10.47	86.10	169.45
11	MEZCLA 5 (Espécimen 164)	14	06/04/2017	20/04/2017	15150	10.50	86.59	174.96
12	MEZCLA 5 (Espécimen 165)	14	06/04/2017	20/04/2017	14780	10.50	86.59	170.69
13	MEZCLA 5 (Espécimen 166)	14	06/04/2017	20/04/2017	13910	10.55	87.42	159.12
14	MEZCLA 5 (Espécimen 167)	14	06/04/2017	20/04/2017	14680	10.53	87.09	168.56
15	MEZCLA 5 (Espécimen 168)	14	06/04/2017	20/04/2017	14890	10.52	86.92	171.31
16	MEZCLA 5 (Espécimen 169)	14	06/04/2017	20/04/2017	14610	10.52	86.92	168.09
17	MEZCLA 5 (Espécimen 170)	14	06/04/2017	20/04/2017	14310	10.24	82.35	173.77
18	MEZCLA 5 (Espécimen 171)	14	06/04/2017	20/04/2017	16300	10.97	94.52	172.45
19	MEZCLA 5 (Espécimen 172)	28	06/04/2017	04/05/2017	20380	10.99	94.86	214.84
20	MEZCLA 5 (Espécimen 173)	28	06/04/2017	04/05/2017	18210	10.22	82.03	221.99
21	MEZCLA 5 (Espécimen 174)	28	06/04/2017	04/05/2017	20780	11.00	95.03	218.67
22	MEZCLA 5 (Espécimen 175)	28	06/04/2017	04/05/2017	19540	11.04	95.73	204.12
23	MEZCLA 5 (Espécimen 176)	28	06/04/2017	04/05/2017	19100	10.64	88.91	214.82
24	MEZCLA 5 (Espécimen 177)	28	06/04/2017	04/05/2017	19720	10.51	86.76	227.29
25	MEZCLA 5 (Espécimen 178)	28	06/04/2017	04/05/2017	18200	10.53	87.09	208.98
26	MEZCLA 5 (Espécimen 179)	28	06/04/2017	04/05/2017	19930	10.48	86.26	231.05
27	MEZCLA 5 (Espécimen 180)	28	06/04/2017	04/05/2017	19310	10.55	87.42	220.89
28	MEZCLA 5 (Espécimen 181)	28	06/04/2017	04/05/2017	18340	10.67	89.42	205.10
29	MEZCLA 5 (Espécimen 182)	28	06/04/2017	04/05/2017	18600	10.17	81.23	228.98
30	MEZCLA 5 (Espécimen 183)	28	06/04/2017	04/05/2017	16970	10.15	80.91	209.74
31	MEZCLA 5 (Espécimen 184)	28	06/04/2017	04/05/2017	17600	10.30	83.32	211.23
32	MEZCLA 5 (Espécimen 185)	28	06/04/2017	04/05/2017	17660	10.14	80.75	218.70
33	MEZCLA 5 (Espécimen 186)	28	06/04/2017	04/05/2017	17780	10.32	83.65	212.55

	<p>UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES</p>	
---	--	---

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'c SUPUESTO	210 kg/cm ²	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL</p>
------------------	---

N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 6 (Espécimen 187)	7	10/04/2017	17/04/2017	9640	10.14	80.75	119.38
2	MEZCLA 6 (Espécimen 188)	7	10/04/2017	17/04/2017	10270	10.23	82.19	124.95
3	MEZCLA 6 (Espécimen 189)	7	10/04/2017	17/04/2017	10570	10.17	81.23	130.12
4	MEZCLA 6 (Espécimen 190)	7	10/04/2017	17/04/2017	10330	10.31	83.48	123.74
5	MEZCLA 6 (Espécimen 191)	7	10/04/2017	17/04/2017	10180	10.29	83.16	122.41
6	MEZCLA 6 (Espécimen 192)	7	10/04/2017	17/04/2017	10580	10.44	85.60	123.60
7	MEZCLA 6 (Espécimen 193)	7	10/04/2017	17/04/2017	10730	10.49	86.43	124.15
8	MEZCLA 6 (Espécimen 194)	7	10/04/2017	17/04/2017	9990	10.34	83.97	118.97
9	MEZCLA 6 (Espécimen 195)	7	10/04/2017	17/04/2017	10120	10.22	82.03	123.37
10	MEZCLA 6 (Espécimen 196)	14	10/04/2017	24/04/2017	13970	10.36	84.30	165.72
11	MEZCLA 6 (Espécimen 197)	14	10/04/2017	24/04/2017	13680	10.41	85.11	160.73
12	MEZCLA 6 (Espécimen 198)	14	10/04/2017	24/04/2017	14600	10.61	88.41	165.14
13	MEZCLA 6 (Espécimen 199)	14	10/04/2017	24/04/2017	14020	10.40	84.95	165.04
14	MEZCLA 6 (Espécimen 200)	14	10/04/2017	24/04/2017	13570	10.49	86.43	157.01
15	MEZCLA 6 (Espécimen 201)	14	10/04/2017	24/04/2017	13510	10.41	85.11	158.74
16	MEZCLA 6 (Espécimen 202)	14	10/04/2017	24/04/2017	13190	10.28	83.00	158.92
17	MEZCLA 6 (Espécimen 203)	14	10/04/2017	24/04/2017	14130	10.54	87.25	161.95
18	MEZCLA 6 (Espécimen 204)	14	10/04/2017	24/04/2017	13340	10.53	87.09	153.17
19	MEZCLA 6 (Espécimen 205)	28	10/04/2017	08/05/2017	16250	10.20	81.71	198.87
20	MEZCLA 6 (Espécimen 206)	28	10/04/2017	08/05/2017	17110	10.51	86.76	197.21
21	MEZCLA 6 (Espécimen 207)	28	10/04/2017	08/05/2017	17770	10.47	86.10	206.39
22	MEZCLA 6 (Espécimen 208)	28	10/04/2017	08/05/2017	18140	10.44	85.60	211.92
23	MEZCLA 6 (Espécimen 209)	28	10/04/2017	08/05/2017	17160	10.55	87.42	196.29
24	MEZCLA 6 (Espécimen 210)	28	10/04/2017	08/05/2017	17910	10.54	87.25	205.27
25	MEZCLA 6 (Espécimen 211)	28	10/04/2017	08/05/2017	17020	10.54	87.25	195.07
26	MEZCLA 6 (Espécimen 212)	28	10/04/2017	08/05/2017	17010	10.56	87.58	194.22
27	MEZCLA 6 (Espécimen 213)	28	10/04/2017	08/05/2017	19940	11.05	95.90	207.92
28	MEZCLA 6 (Espécimen 214)	28	10/04/2017	08/05/2017	15800	10.25	82.52	191.47
29	MEZCLA 6 (Espécimen 215)	28	10/04/2017	08/05/2017	17110	10.37	84.46	202.58
30	MEZCLA 6 (Espécimen 216)	28	10/04/2017	08/05/2017	17730	10.36	84.30	210.32
31	MEZCLA 6 (Espécimen 217)	28	10/04/2017	08/05/2017	17320	10.22	82.03	211.14
32	MEZCLA 6 (Espécimen 218)	28	10/04/2017	08/05/2017	17430	10.26	82.68	210.81
33	MEZCLA 6 (Espécimen 219)	28	10/04/2017	08/05/2017	15830	10.23	82.19	192.60



	<p>UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA – E.P. INGENIERÍA CIVIL</p> <p>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y MATERIALES</p>	
---	--	---

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN ESPÉCIMENES CILINDRICOS	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C39/C39M	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'c SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL</p>
------------------	--

N°	DESCRIPCIÓN	DÍAS	FECHA		LECTURA DIAL (kg)	DIAMETRO (cm ²)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA ESPÉCIMEN (kg/cm ²)
			MOLDEO	ROTURA				
1	MEZCLA 6 (Espécimen 220)	7	10/05/2017	17/05/2017	11930	10.44	85.60	139.37
2	MEZCLA 6 (Espécimen 221)	7	10/05/2017	17/05/2017	11540	10.25	82.52	139.84
3	MEZCLA 6 (Espécimen 222)	7	10/05/2017	17/05/2017	13270	11.01	95.21	139.38
4	MEZCLA 6 (Espécimen 223)	7	10/05/2017	17/05/2017	12830	10.66	89.25	143.75
5	MEZCLA 6 (Espécimen 224)	7	10/05/2017	17/05/2017	11420	10.30	83.32	137.06
6	MEZCLA 6 (Espécimen 225)	7	10/05/2017	17/05/2017	10830	10.23	82.19	131.77
7	MEZCLA 6 (Espécimen 226)	7	10/05/2017	17/05/2017	10810	10.16	81.07	133.34
8	MEZCLA 6 (Espécimen 227)	7	10/05/2017	17/05/2017	11310	10.20	81.71	138.42
9	MEZCLA 6 (Espécimen 228)	7	10/05/2017	17/05/2017	11610	10.35	84.13	138.00
10	MEZCLA 6 (Espécimen 229)	14	10/05/2017	24/05/2017	14680	10.25	82.52	177.90
11	MEZCLA 6 (Espécimen 230)	14	10/05/2017	24/05/2017	15170	10.30	83.32	182.07
12	MEZCLA 6 (Espécimen 231)	14	10/05/2017	24/05/2017	16450	10.99	94.86	173.41
13	MEZCLA 6 (Espécimen 232)	14	10/05/2017	24/05/2017	14330	10.30	83.32	171.99
14	MEZCLA 6 (Espécimen 233)	14	10/05/2017	24/05/2017	14580	10.27	82.84	176.00
15	MEZCLA 6 (Espécimen 234)	14	10/05/2017	24/05/2017	14600	10.27	82.84	176.24
16	MEZCLA 6 (Espécimen 235)	14	10/05/2017	24/05/2017	16960	10.76	90.93	186.52
17	MEZCLA 6 (Espécimen 236)	14	10/05/2017	24/05/2017	14750	10.61	88.41	166.84
18	MEZCLA 6 (Espécimen 237)	14	10/05/2017	24/05/2017	15080	10.41	85.11	177.18
19	MEZCLA 6 (Espécimen 238)	28	10/05/2017	07/06/2017	20140	10.63	88.75	226.93
20	MEZCLA 6 (Espécimen 239)	28	10/05/2017	07/06/2017	18080	10.24	82.35	219.55
21	MEZCLA 6 (Espécimen 240)	28	10/05/2017	07/06/2017	18910	10.55	87.42	216.31
22	MEZCLA 6 (Espécimen 241)	28	10/05/2017	07/06/2017	18180	10.35	84.13	216.09
23	MEZCLA 6 (Espécimen 242)	28	10/05/2017	07/06/2017	21160	10.52	86.92	243.44
24	MEZCLA 6 (Espécimen 243)	28	10/05/2017	07/06/2017	21020	10.83	92.12	228.18
25	MEZCLA 6 (Espécimen 244)	28	10/05/2017	07/06/2017	19620	10.56	87.58	224.02
26	MEZCLA 6 (Espécimen 245)	28	10/05/2017	07/06/2017	20820	10.63	88.75	234.59
27	MEZCLA 6 (Espécimen 246)	28	10/05/2017	07/06/2017	20930	10.73	90.43	231.45
28	MEZCLA 6 (Espécimen 247)	28	10/05/2017	07/06/2017	21200	10.62	88.58	239.33
29	MEZCLA 6 (Espécimen 248)	28	10/05/2017	07/06/2017	20070	10.53	87.09	230.45
30	MEZCLA 6 (Espécimen 249)	28	10/05/2017	07/06/2017	20480	10.60	88.25	232.07
31	MEZCLA 6 (Espécimen 250)	28	10/05/2017	07/06/2017	20230	10.59	88.08	229.68
32	MEZCLA 6 (Espécimen 251)	28	10/05/2017	07/06/2017	20410	10.55	87.42	233.47
33	MEZCLA 6 (Espécimen 252)	28	10/05/2017	07/06/2017	20320	10.57	87.75	231.57

Anexo D – 5: Permeabilidad

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	PERMEABILIDAD	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ACI 522R 10	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F/C SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 253	E – 254	E – 255	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	161.67	162.00	159.67	s
Área de la muestra (a)	82.57	84.35	81.56	cm^2
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm^2
Longitud de muestra (L)	20.60	20.40	20.40	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.421	0.425	0.417	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.421			cm/s

RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 256	E – 257	E – 258	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	174.00	171.67	166.33	s
Área de la muestra (a)	83.75	82.61	81.59	cm^2
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm^2
Longitud de muestra (L)	20.50	20.40	20.50	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.395	0.393	0.403	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.397			cm/s

RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 259	E – 260	E – 261	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	190.67	190.00	190.33	s
Área de la muestra (a)	83.16	81.44	82.18	cm^2
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm^2
Longitud de muestra (L)	20.40	20.30	20.70	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.356	0.348	0.358	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.354			cm/s

RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 262	E – 263	E – 264	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	204.33	206.00	200.00	s
Área de la muestra (a)	81.51	82.22	81.57	cm ²
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm ²
Longitud de muestra (L)	20.50	20.50	20.50	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.327	0.328	0.335	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.330			cm/s

RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 265	E – 266	E – 267	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	237.00	228.00	0.235	s
Área de la muestra (a)	82.31	81.30	80.59	cm ²
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm ²
Longitud de muestra (L)	20.50	20.30	20.50	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.285	0.290	0.281	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.285			cm/s



RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 268	E – 269	E – 270	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	214.33	220.33	219.67	s
Área de la muestra (a)	81.46	81.57	83.04	cm ²
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm ²
Longitud de muestra (L)	20.60	20.60	20.40	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.313	0.305	0.309	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.309			cm/s

RESULTADO	PERMEABILIDAD (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 271	E – 272	E – 273	
Tiempo de demora en pasar de h1 a h2 (t)	257.00	259.00	260.33	s
Área de la muestra (a)	82.00	81.80	80.84	cm ²
Área de la tubería de carga (A)	84.95	84.95	84.95	cm ²
Longitud de muestra (L)	20.50	20.40	20.50	cm
Altura de columna de agua, nivel de referencia (h1)	30.00	30.00	30.00	cm
Altura de tubería de salida, nivel de referencia (h2)	1.00	1.00	1.00	cm
Permeabilidad $(K=(L/t)*(a/A)*Ln(h1/h2))$	0.262	0.258	0.255	cm/s
Permeabilidad promedio (K)	0.258			cm/s

Anexo D – 6: Desgaste por abrasión e impacto

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

TESIS	INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRAS DE POLIPROPILENO EN CONCRETO PERMEABLE $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$		
PRUEBA	RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO	AUTORES	IVAN QUISPE & ELMER I. TICONA
NORMA	ASTM C131, NTP 400.019	ASESOR	ROLANDO QUISPE BASUALDO
F'c SUPUESTO	210 kg/cm^2	FECHA	MARZO – JUNIO 2017

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	ESPÉCIMEN			UNIDAD
	E – 274	E – 275	E – 276	
Peso inicial de la muestra (Pi)	3236.00	3252.00	3318.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2237.00	2281.00	2269.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da=((Pi-Pf)/Pi)*100$)	30.87	29.86	31.62	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	30.78			%

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 277	E – 278	E – 279	
Peso inicial de la muestra (Pi)	3249.00	3299.00	3457.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2320.00	2338.00	2430.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da=((Pi-Pf)/Pi)*100$)	28.59	29.13	29.71	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	29.14			%

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 280	E – 281	E – 282	
Peso inicial de la muestra (Pi)	3182.00	3224.00	3238.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2307.00	2297.00	2328.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da=((Pi-Pf)/Pi)*100$)	27.50	28.75	28.10	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	28.12			%

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 283	E – 284	E – 285	
Peso inicial de la muestra (Pi)	3170.00	3181.00	3204.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2367.00	2327.00	2375.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da=((Pi-Pf)/Pi)*100$)	25.33	26.85	25.87	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	26.02			%

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 286	E – 287	E – 288	
Peso inicial de la muestra (Pi)	3217.00	3192.00	3172.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2505.00	2447.00	2436.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da = ((Pi - Pf) / Pi) * 100$)	22.13	23.34	23.20	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	22.89			%

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
------------------	---

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 289	E – 290	E – 291	
Peso inicial de la muestra (Pi)	2968.00	3036.00	2980.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2273.00	2282.00	2282.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da = ((Pi - Pf) / Pi) * 100$)	23.42	24.84	23.42	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	23.89			%

RESULTADO	DESGASTE POR ABRASIÓN E IMPACTO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
------------------	--

DESCRIPCIÓN	MUESTRA			UNIDAD
	E – 292	E – 293	E – 294	
Peso inicial de la muestra (Pi)	3356.00	3013.00	3031.00	g
Peso final de la muestra (Pf)	2635.00	2394.00	2414.00	g
Desgaste por abrasión e impacto ($Da = ((Pi - Pf) / Pi) * 100$)	21.48	20.54	20.36	%
Desgaste por abrasión e impacto promedio (Da)	20.79			%

Anexo E: Análisis estadístico

Anexo E – 1: Revenimiento cono de abrams invertido

RESULTADO		ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL					
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-x̄)	(Xi-x̄)²	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	M – 001	33.50	- 0.67	0.44	Medía (\bar{x}) :	34.17	cm
	M – 002	34.50	0.33	0.11	Varianza (s^2) :	0.33	cm²
	M – 003	34.50	0.33	0.11	Desviación Estándar (s) :	0.58	cm
		102.50			0.67	Coeficiente de Variación (CV) :	1.69

RESULTADO		ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL					
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-x̄)	(Xi-x̄)²	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	M – 004	33.50	- 0.17	0.03	Medía (\bar{x}) :	33.67	cm
	M – 005	34.00	0.33	0.11	Varianza (s^2) :	0.08	cm²
	M – 006	33.50	- 0.17	0.03	Desviación Estándar (s) :	0.29	cm
		101.00			0.17	Coeficiente de Variación (CV) :	0.86

RESULTADO		ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL					
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-x̄)	(Xi-x̄)²	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	M – 007	32.50	0.00	0.00	Medía (\bar{x}) :	32.50	cm
	M – 008	33.00	0.50	0.25	Varianza (s^2) :	0.25	cm²
	M – 009	32.00	- 0.50	0.25	Desviación Estándar (s) :	0.50	cm
		97.50			0.50	Coeficiente de Variación (CV) :	1.54

RESULTADO		ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL					
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-x̄)	(Xi-x̄)²	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	M – 010	32.50	0.33	0.11	Medía (\bar{x}) :	32.17	cm
	M – 011	31.50	- 0.67	0.44	Varianza (s^2) :	0.33	cm²
	M – 012	32.50	0.33	0.11	Desviación Estándar (s) :	0.58	cm
		96.50			0.67	Coeficiente de Variación (CV) :	1.79

RESULTADO		ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL					
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-x̄)	(Xi-x̄)²	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	M – 013	31.50	0.50	0.25	Medía (\bar{x}) :	31.00	cm
	M – 014	30.50	- 0.50	0.25	Varianza (s^2) :	0.25	cm²
	M – 015	31.00	0.00	0.00	Desviación Estándar (s) :	0.50	cm
		93.00			0.50	Coeficiente de Variación (CV) :	1.61

RESULTADO		ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL					
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-x̄)	(Xi-x̄)²	DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	M – 016	31.50	- 0.30	0.11	Medía (\bar{x}) :	81.83	cm
	M – 017	31.50	- 0.30	0.11	Varianza (s^2) :	0.33	cm²
	M – 018	32.50	0.67	0.44	Desviación Estándar (s) :	0.58	cm
		95.50			0.67	Coeficiente de Variación (CV) :	1.81

RESULTADO	ASENTAMIENTO HORIZONTAL - DIÁMETRO (MEZCLA 7) CON 40% FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL			
------------------	--	--	--	--

CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 0.019	30.00	0.00	0.00
	M – 0.020	29.50	- 0.50	0.25
	M – 0.021	30.50	0.50	0.25
		90.00		0.50

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	30.00	cm
Varianza (s^2) :	0.25	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.50	cm
Coficiente de Variación (CV) :	1.67	%

RESULTADO	ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL			
------------------	---	--	--	--

CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 001	21.50	0.17	0.03
	M – 002	21.40	0.07	0.00
	M – 003	21.10	- 0.23	0.05
		64.00		0.09

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	21.30	cm
Varianza (s^2) :	0.04	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.21	cm
Coficiente de Variación (CV) :	0.98	%

RESULTADO	ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			
------------------	---	--	--	--

CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 004	21.40	0.30	0.09
	M – 005	20.80	0.00	0.00
	M – 006	20.50	- 0.30	0.09
		62.40		0.18

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	20.80	cm
Varianza (s^2) :	0.09	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.30	cm
Coficiente de Variación (CV) :	1.44	%

RESULTADO	ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			
------------------	--	--	--	--

CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 007	20.30	- 0.03	0.00
	M – 008	20.60	0.27	0.07
	M – 009	20.10	- 0.23	0.05
		61.10		0.13

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	20.30	cm
Varianza (s^2) :	0.06	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.25	cm
Coficiente de Variación (CV) :	1.24	%

RESULTADO	ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			
------------------	--	--	--	--

CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 010	19.50	- 0.20	0.04
	M – 011	19.80	0.10	0.01
	M – 012	19.80	0.10	0.01
		59.10		0.06

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	19.70	cm
Varianza (s^2) :	0.03	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.17	cm
Coficiente de Variación (CV) :	0.88	%

RESULTADO	ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			
------------------	--	--	--	--

CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 013	19.20	0.07	0.00
	M – 014	18.90	- 0.23	0.05
	M – 015	19.30	0.17	0.03
		57.40		0.03

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	19.13	cm
Varianza (s^2) :	0.04	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.21	cm
Coficiente de Variación (CV) :	1.09	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 016	20.10	0.30	0.09
	M – 017	19.80	0.00	0.00
	M – 018	19.50	- 0.30	0.09
		59.40		0.18

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	19.80	cm
Varianza (s^2) :	0.09	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.30	cm
Coficiente de Variación (CV) :	1.52	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO VERTICAL - ALTURA (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 019	18.80	0.00	0.00
	M – 020	18.50	- 0.30	0.09
	M – 021	19.10	0.30	0.09
		56.40		0.18

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	18.80	cm
Varianza (s^2) :	0.09	cm ²
Desviación Estándar (s) :	0.30	cm
Coficiente de Variación (CV) :	1.60	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 001	2.52	0.12	0.02
	M – 002	2.30	- 0.14	0.02
	M – 003	2.45	0.01	0.00
		7.31		0.03

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	2.44	s
Varianza (s^2) :	0.02	s ²
Desviación Estándar (s) :	0.13	s
Coficiente de Variación (CV) :	5.36	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 004	2.63	- 0.27	0.07
	M – 005	3.15	0.25	0.06
	M – 006	2.92	0.02	0.00
		8.70		0.14

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	2.90	s
Varianza (s^2) :	0.07	s ²
Desviación Estándar (s) :	0.26	s
Coficiente de Variación (CV) :	8.99	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 007	3.75	0.06	0.00
	M – 008	2.82	0.13	0.02
	M – 009	3.50	- 0.19	0.04
		11.07		0.06

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	3.69	s
Varianza (s^2) :	0.03	s ²
Desviación Estándar (s) :	0.17	s
Coficiente de Variación (CV) :	4.56	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	M – 010	4.72	0.13	0.02
	M – 011	4.58	- 0.01	0.00
	M – 012	4.47	- 0.12	0.01
		13.77		0.03

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	4.59	s
Varianza (s^2) :	0.02	s ²
Desviación Estándar (s) :	0.13	s
Coficiente de Variación (CV) :	2.73	%

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	5.50	s	
	3	M – 0.013	5.86	0.36	0.13	Varianza (s^2) :	0.11	s ²
	M – 0.014	5.22	- 0.28	0.08	Desviación Estándar (s) :	0.33	s	
	M – 0.015	5.43	- 0.07	0.01	Coficiente de Variación (CV) :	5.93	%	
		16.51		0.21				

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	4.87	s	
	3	M – 0.016	4.60	- 0.27	0.07	Varianza (s^2) :	0.06	s ²
	M – 0.017	4.90	0.03	0.00	Desviación Estándar (s) :	0.25	s	
	M – 0.018	5.10	0.23	0.05	Coficiente de Variación (CV) :	5.17	%	
		14.60		0.13				

RESULTADO		ASENTAMIENTO CAÍDA POR GRAVEDAD – TIEMPO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	6.23	s	
	3	M – 0.019	6.53	0.30	0.09	Varianza (s^2) :	0.07	s ²
	M – 0.020	6.04	- 0.19	0.03	Desviación Estándar (s) :	0.27	s	
	M – 0.021	6.11	- 0.12	0.01	Coficiente de Variación (CV) :	4.26	%	
		18.64		0.14				

Anexo E – 2: Peso unitario

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	1887.98	cm	
	3	M – 022	1891.43	3.45	11.93	Varianza (s^2) :	10.51	cm ²
	M – 023	1885.00	- 2.98	8.86	Desviación Estándar (s) :	3.24	cm	
	M – 024	1887.50	- 0.48	0.23	Coficiente de Variación (CV) :	0.17	%	
		5563.93		21.01				

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	1919.40	cm	
	3	M – 025	1921.07	1.67	2.78	Varianza (s^2) :	8.33	cm ²
	M – 026	1921.07	1.67	2.78	Desviación Estándar (s) :	2.89	cm	
	M – 027	1916.07	- 3.33	11.11	Coficiente de Variación (CV) :	0.15	%	
		5758.21		16.67				

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	1943.33	cm	
	3	M – 028	1943.57	0.24	0.06	Varianza (s^2) :	3.23	cm ²
	M – 029	1941.43	- 1.90	3.62	Desviación Estándar (s) :	1.80	cm	
	M – 030	1945.00	1.67	2.78	Coficiente de Variación (CV) :	0.09	%	
		5830.00		6.46				

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	1972.86	cm	
	3	M – 031	1976.79	3.93	0.44	Varianza (s^2) :	16.99	cm ²
		M – 032	1968.57	- 4.29	0.11	Desviación Estándar (s) :	4.12	cm
		M – 033	1973.21	0.35	0.11	Coficiente de Variación (CV) :	0.21	%
		5918.57		0.67				

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	1999.64	cm	
	3	M – 034	1997.50	- 2.14	4.59	Varianza (s^2) :	4.60	cm ²
		M – 035	1999.64	0.00	0.00	Desviación Estándar (s) :	2.15	cm
		M – 036	2001.79	2.15	4.61	Coficiente de Variación (CV) :	0.11	%
		5998.93		9.20				

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	1990.00	cm	
	3	M – 037	1990.00	0.00	0.00	Varianza (s^2) :	6.25	cm ²
		M – 038	1992.50	2.50	6.25	Desviación Estándar (s) :	2.50	cm
		M – 039	1987.50	- 2.50	6.25	Coficiente de Variación (CV) :	0.13	%
		5970.00		12.50				

RESULTADO		PESO UNITARIO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	2020.83	cm	
	3	M – 040	2018.57	- 2.26	5.12	Varianza (s^2) :	11.00	cm ²
		M – 041	2024.64	3.81	14.49	Desviación Estándar (s) :	3.32	cm
		M – 042	2019.29	- 1.54	2.38	Coficiente de Variación (CV) :	0.16	%
		6062.50		22.00				

Anexo E – 3: Contenido de vacío

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	21.88	%	
	3	M – 043	21.74	0.52	0.27	Varianza (s^2) :	1.10	% ²
		M – 044	22.01	- 1.21	1.46	Desviación Estándar (s) :	1.05	%
		M – 045	21.90	0.68	0.47	Coficiente de Variación (CV) :	4.94	%
		63.65		2.20				

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD	
CANT.	MUESTRA	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Medía (\bar{x}) :	20.37	%	
	3	M – 046	20.30	- 0.07	0.00	Varianza (s^2) :	0.01	% ²
		M – 047	20.30	- 0.07	0.00	Desviación Estándar (s) :	0.12	%
		M – 048	20.51	0.14	0.02	Coficiente de Variación (CV) :	0.60	%
		61.11		0.03				

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-\bar{x})	(Xi-\bar{x})²
3	M – 049	19.35	- 0.01	0.00
	M – 050	19.44	0.08	0.01
	M – 051	19.29	- 0.07	0.00
		58.08		0.01

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	19.36	%
Varianza (s^2) :	0.01	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.08	%
Coficiente de Variación (CV) :	0.39	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-\bar{x})	(Xi-\bar{x})²
3	M – 052	17.94	- 0.16	0.03
	M – 053	18.28	0.18	0.03
	M – 054	18.09	- 0.01	0.00
		54.31		0.06

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	18.11	%
Varianza (s^2) :	0.03	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.17	%
Coficiente de Variación (CV) :	0.94	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-\bar{x})	(Xi-\bar{x})²
3	M – 055	17.03	0.09	0.01
	M – 056	16.94	0.00	0.00
	M – 057	16.85	- 0.09	0.01
		50.82		0.02

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	16.94	%
Varianza (s^2) :	0.01	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.09	%
Coficiente de Variación (CV) :	0.53	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-\bar{x})	(Xi-\bar{x})²
3	M – 058	17.48	0.00	0.00
	M – 059	17.38	- 0.10	0.01
	M – 060	17.59	0.11	0.01
		52.45		0.02

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	17.48	%
Varianza (s^2) :	0.01	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.11	%
Coficiente de Variación (CV) :	0.60	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO FRESCO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL		
CANT.	MUESTRA	Xi	(Xi-\bar{x})	(Xi-\bar{x})²
3	M – 061	16.10	0.09	0.01
	M – 062	15.85	- 0.16	0.02
	M – 063	16.07	0.06	0.00
		48.02		0.04

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	16.01	%
Varianza (s^2) :	0.02	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.14	%
Coficiente de Variación (CV) :	0.85	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL		
CANT.	ESPÉCIMEN	Xi	(Xi-\bar{x})	(Xi-\bar{x})²
3	E – 001	21.34	0.15	0.02
	E – 002	21.18	- 0.01	0.00
	E – 003	21.04	- 0.15	0.02
		63.56		0.05

DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
Media (\bar{x}) :	21.19	%
Varianza (s^2) :	0.02	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.15	%
Coficiente de Variación (CV) :	0.71	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	E – 004	19.58	0.09	0.01	Medía (\bar{x}) :	19.49	%
	E – 005	19.62	0.13	0.02	Varianza (s^2) :	0.03	% ²
	E – 006	19.28	- 0.21	0.05	Desviación Estándar (s) :	0.19	%
		58.42		0.07	Coficiente de Variación (CV) :	0.95	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	E – 007	18.48	- 0.15	0.02	Medía (\bar{x}) :	18.62	%
	E – 008	18.58	- 0.05	0.22	Varianza (s^2) :	0.03	% ²
	E – 009	18.82	0.19	0.04	Desviación Estándar (s) :	0.17	%
		55.88		0.06	Coficiente de Variación (CV) :	0.94	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	E – 010	17.76	- 0.16	0.03	Medía (\bar{x}) :	17.92	%
	E – 011	18.01	0.09	0.01	Varianza (s^2) :	0.02	% ²
	E – 012	17.99	0.07	0.00	Desviación Estándar (s) :	0.14	%
		53.76		0.04	Coficiente de Variación (CV) :	0.78	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	E – 013	17.06	- 0.15	0.02	Medía (\bar{x}) :	17.21	%
	E – 014	17.45	0.24	0.06	Varianza (s^2) :	0.05	% ²
	E – 015	17.11	- 0.10	0.01	Desviación Estándar (s) :	0.21	%
		51.62		0.09	Coficiente de Variación (CV) :	1.23	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	E – 016	17.51	- 0.09	0.01	Medía (\bar{x}) :	17.60	%
	E – 017	17.80	0.20	0.04	Varianza (s^2) :	0.03	% ²
	E – 018	17.48	- 0.12	0.01	Desviación Estándar (s) :	0.18	%
		52.79		0.06	Coficiente de Variación (CV) :	1.00	%

RESULTADO		CONTENIDO DE VACÍO EN ESTADO DURO (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL			DESCRIPCIÓN	PROMEDIO	UNIDAD
3	E – 019	16.00	- 0.19	0.04	Medía (\bar{x}) :	16.19	%
	E – 020	16.18	- 0.01	0.00	Varianza (s^2) :	0.04	% ²
	E – 021	16.40	0.21	0.04	Desviación Estándar (s) :	0.20	%
		48.58		0.08	Coficiente de Variación (CV) :	1.24	%

Anexo E – 4: Resistencia a la compresión

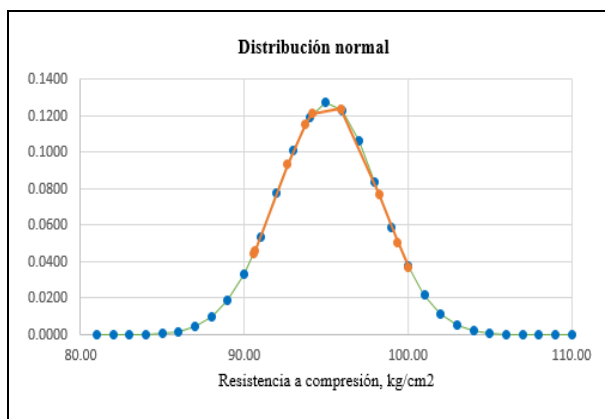
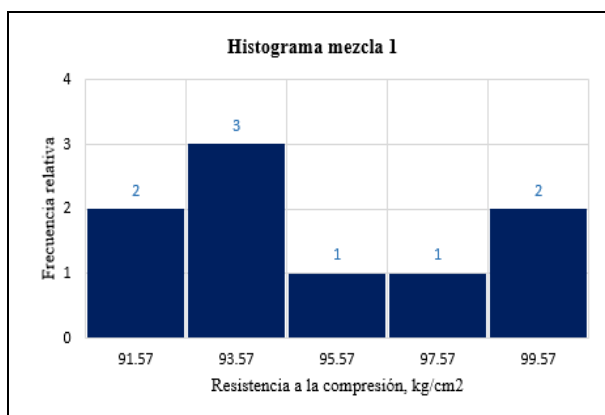
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 1) 7 DÍAS		
	SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL		

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 022	95.89	kg/cm ²	E – 025	100.03	kg/cm ²	E – 028	94.14	kg/cm ²
E – 023	90.66	kg/cm ²	E – 026	90.57	kg/cm ²	E – 029	99.37	kg/cm ²
E – 024	92.65	kg/cm ²	E – 027	98.26	kg/cm ²	E – 030	93.75	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9			
Rango de datos	Xmáx =	100.03	Xmin =	90.57	R =	9.46
Número de intervalos de clase		K =	4.15	≈	5.00	
Ancho de intervalo de clase		W =	1.89	≈	2.00	

Intervalos de clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1 [90.57 92.57 >	91.57	2	2	183.14	- 3.56	12.64	25.28
2 [92.57 94.57 >	93.57	3	5	280.71	- 1.56	2.42	7.26
3 [94.57 96.57 >	95.57	1	6	95.57	0.44	0.20	0.20
4 [96.57 98.57 >	97.57	1	7	97.57	2.44	5.98	5.98
5 [98.57 100.57]	99.57	2	9	199.14	4.44	19.75	39.51
		9		856.13		40.99	78.22

RESULTADOS	
Media	\bar{x} = 95.13
Mediana	Me = 94.24
Moda	Mo = 93.24
Varianza	s ² = 9.78
Desviación	s = 3.13
Coefficiente de variación	CV = 3.29
Percentiles	P10 = 90.57
	P25 = 92.57
	P75 = 96.57
	P90 = 98.57
1er coeficiente pearson	As = 0.60
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Izquierdo
2do coeficiente de pearson	As = 0.17
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Izquierdo
Coefficiente de curtosis	K = 0.25
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)
	Entonces: Leptocúrtica



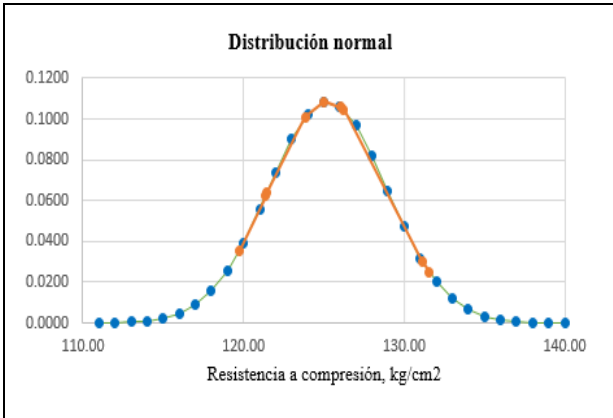
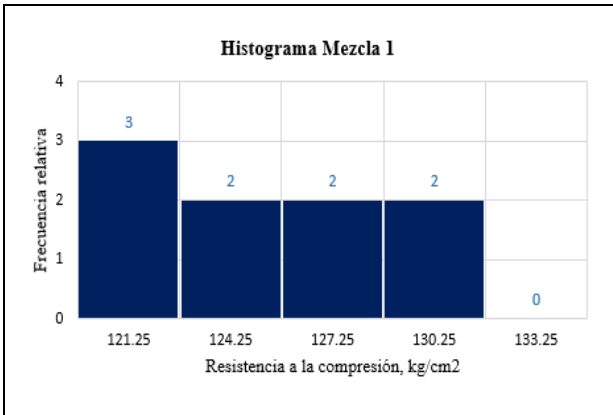
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 1) 14 DÍAS SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 031	123.86	kg/cm ²	E – 034	121.48	kg/cm ²	E – 037	125.04	kg/cm ²
E – 032	131.56	kg/cm ²	E – 035	126.05	kg/cm ²	E – 038	119.75	kg/cm ²
E – 033	126.23	kg/cm ²	E – 036	131.13	kg/cm ²	E – 039	121.37	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx =	131.56	Xmin =
		119.75	R =
Número de intervalos de clase		K =	4.15
		≈	5.00
Ancho de intervalo de clase		W =	2.36
		≈	3.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	119.75	122.75	>	121.25	3	3	363.75	- 4.00	16.00	48.00
2	[	122.75	125.75	>	124.25	2	5	248.50	- 1.00	1.00	2.00
3	[	125.75	128.75	>	127.25	2	7	254.50	2.00	4.00	8.00
4	[	128.75	131.75	>	130.25	2	9	260.50	5.00	25.00	50.00
5	[	131.75	134.75	]	133.25	0	9	0.00	8.00	64.00	0.00
					9			1127.25		110.00	108.00

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	125.25
Mediana	Me =	125.00
Moda	Mo =	122.00
Varianza	s ² =	13.50
Desviación	s =	3.67
Coefficiente de variación	CV =	2.93
Percentiles	P10 =	119.80
	P25 =	119.80
	P75 =	125.80
	P90 =	128.80
1er coeficiente pearson	As =	0.88
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces: Izquierdo	
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.75
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces: Derecho	
Coefficiente de curtosis	K =	0.33
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces: Platicúrtica	



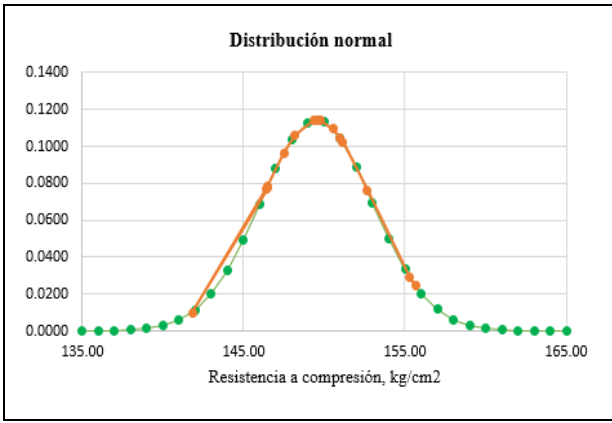
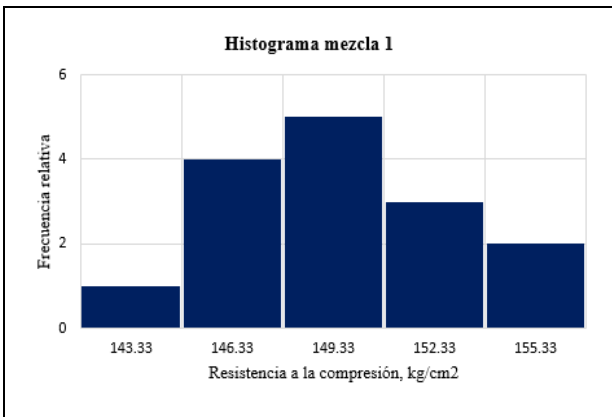
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 1) 28 DÍAS SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad
E - 040	150.98	kg/cm ²	E - 045	152.66	kg/cm ²	E - 050	150.54	kg/cm ²
E - 041	149.79	kg/cm ²	E - 046	146.46	kg/cm ²	E - 051	147.50	kg/cm ²
E - 042	151.16	kg/cm ²	E - 047	141.83	kg/cm ²	E - 052	149.58	kg/cm ²
E - 043	155.67	kg/cm ²	E - 048	146.42	kg/cm ²	E - 053	155.31	kg/cm ²
E - 044	148.20	kg/cm ²	E - 049	146.48	kg/cm ²	E - 054	149.37	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 155.67	Xmin = 141.83	R = 13.84
Número de intervalos de clase		K = 4.88	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 2.77	≈ 3.00

Intervalos de clase		Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[141.83 144.83]	> 143.33	1.00	1	143.33	- 6.20	38.44	38.44
2	[144.83 147.83]	> 146.33	4.00	5	585.32	- 3.20	10.24	40.96
3	[147.83 150.83]	> 149.33	5.00	10	746.65	- 0.20	0.04	0.20
4	[150.83 153.83]	> 152.33	3.00	13	456.99	2.80	7.84	23.52
5	[153.83 156.83 ]	] 155.33	2.00	15	310.66	5.80	33.64	67.28
			15.00		2242.95		90.20	170.40

RESULTADOS	
Media	\bar{x} = 149.53
Mediana	Me = 149.33
Moda	Mo = 148.83
Varianza	s ² = 12.17
Desviación	s = 3.49
Coefficiente de variación	CV = 2.33
Percentiles	P10 = 144.80
	P25 = 144.80
	P75 = 150.80
	P90 = 153.80
1er coeficiente pearson	As = 0.20
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Izquierdo
2do coeficiente de pearson	As = - 0.50
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
Coefficiente de curtosis	K = 0.33
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)
	Entonces: Platicúrtica



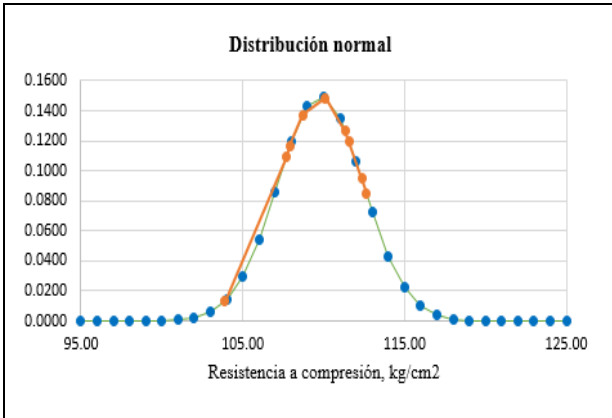
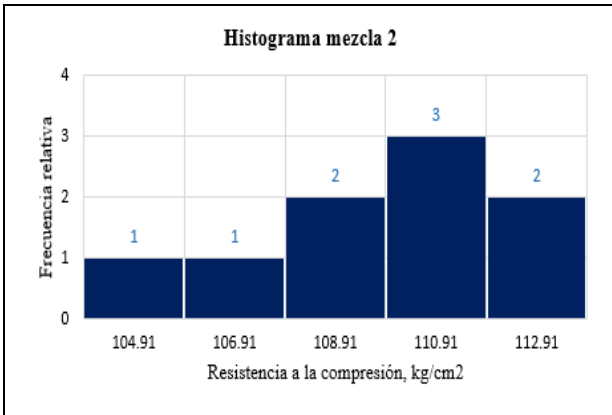
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 2) 7 DÍAS SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 055	110.11	kg/cm ²	E – 058	103.91	kg/cm ²	E – 061	108.70	kg/cm ²
E – 056	107.93	kg/cm ²	E – 059	112.63	kg/cm ²	E – 062	111.34	kg/cm ²
E – 057	111.59	kg/cm ²	E – 060	112.35	kg/cm ²	E – 063	107.70	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 112.63	Xmin = 103.91	R = 8.72
Número de intervalos de clase		K = 4.15	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 1.74	≈ 2.00

Intervalos de clase				Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})	
1	[	103.91	105.91	>	104.91	1	1	104.91	- 4.89	23.90	23.90
2	[	105.91	107.91	>	106.91	1	2	106.91	- 2.89	8.35	8.35
3	[	107.91	109.91	>	108.91	2	4	217.72	- 0.89	0.79	1.58
4	[	109.91	111.91	>	110.91	3	7	332.73	1.11	1.23	3.70
5	[	111.91	113.91	]	112.91	2	9	225.82	3.11	9.68	19.36
					9		988.19		43.95	56.89	

RESULTADOS	
Media	\bar{x} = 109.80
Mediana	Me = 110.24
Moda	Mo = 110.91
Varianza	s ² = 7.11
Desviación	s = 2.67
Coefficiente de variación	CV = 2.43
Percentiles	P10 = 103.90
	P25 = 107.90
	P75 = 109.90
	P90 = 111.90
1er coeficiente pearson	As = -0.42 (As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
2do coeficiente de pearson	As = -1.33 (As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
Coefficiente de curtosis	K = 0.13 (K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)
	Entonces: Leptocúrtica



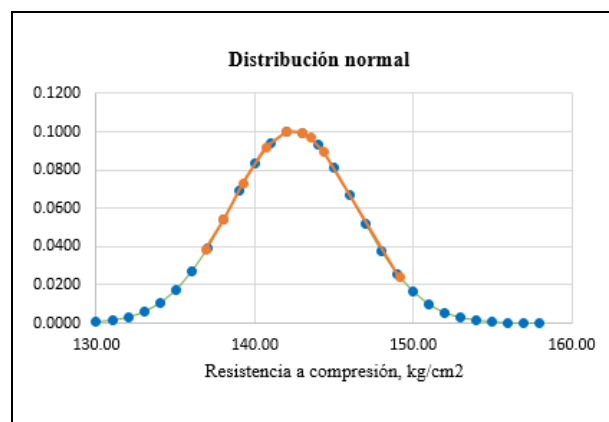
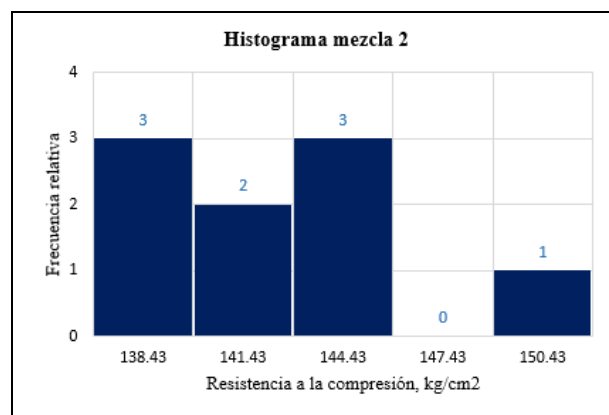
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 2) 14 DÍAS SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 064	143.04	kg/cm ²	E – 067	149.15	kg/cm ²	E – 070	142.05	kg/cm ²
E – 065	136.93	kg/cm ²	E – 068	144.34	kg/cm ²	E – 071	140.74	kg/cm ²
E – 066	139.26	kg/cm ²	E – 069	138.03	kg/cm ²	E – 072	143.51	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 149.15	Xmin =	136.93
Número de intervalos de clase		K =	4.15
Ancho de intervalo de clase		W =	2.44

Intervalos de clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1 [136.93 139.93 >	138.43	3	3	415.29	- 4.00	16.00	48.00
2 [139.93 142.93 >	141.43	2	5	282.86	- 1.00	1.00	2.00
3 [142.93 145.93 >	144.43	3	8	433.29	2	4.00	12.00
4 [145.93 148.93 >	147.43	0	8	0.00	5	25.00	0.00
5 [148.93 151.93]	150.43	1	9	150.43	8	64.00	64.00
		9		1281.87		110.00	126.00

RESULTADOS	
Media	\bar{x} = 142.43
Mediana	Me = 142.18
Moda	Mo = 139.18
Varianza	s ² = 15.75
Desviación	s = 3.97
Coefficiente de variación	CV = 2.79
Percentiles	P10 = 136.90
	P25 = 139.90
	P75 = 142.90
	P90 = 148.90
1er coeficiente pearson	As = 0.82
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Izquierdo
2do coeficiente de pearson	As = -0.75
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
Coefficiente de curtosis	K = 0.25
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)
	Entonces: Platicúrtica



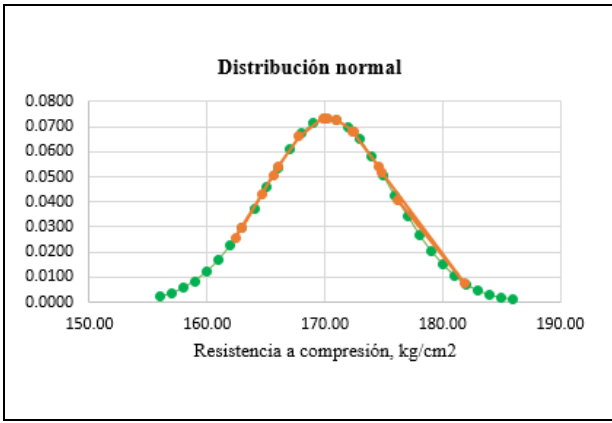
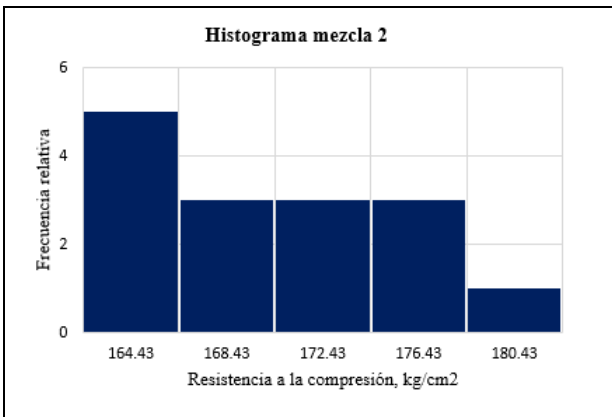
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 2) 28 DÍAS SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 073	172.44	kg/cm ²	E – 078	174.86	kg/cm ²	E – 083	170.98	kg/cm ²
E – 074	166.02	kg/cm ²	E – 079	172.38	kg/cm ²	E – 084	167.79	kg/cm ²
E – 075	176.23	kg/cm ²	E – 080	174.53	kg/cm ²	E – 085	170.31	kg/cm ²
E – 076	165.63	kg/cm ²	E – 081	181.86	kg/cm ²	E – 086	169.87	kg/cm ²
E – 077	164.67	kg/cm ²	E – 082	162.99	kg/cm ²	E – 087	162.43	kg/cm ²

Número de muestras		n =	15.00
Rango de datos	Xmáx = 181.86	Xmin =	162.43
Número de intervalos de clase		K =	4.88 ≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W =	3.89 ≈ 4.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	162.43	166.43	>	164.43	5	5	822.15	- 5.87	34.42	172.09
2	[	166.43	170.43	>	168.43	3	8	505.29	- 1.87	3.48	10.45
3	[	170.43	174.43	>	172.43	3	11	517.29	2.13	4.55	13.65
4	[	174.43	178.43	>	176.43	3	14	529.29	6.13	37.62	112.85
5	[	178.43	182.43	]	180.43	1	15	180.43	10.13	102.68	102.68
						9		2554.45		182.76	411.73

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	170.30
Mediana	Me =	169.76
Moda	Mo =	165.29
Varianza	s ² =	29.41
Desviación	s =	5.42
Coefficiente de variación	CV =	3.18
Percentiles	P10 =	162.40
	P25 =	162.40
	P75 =	174.40
	P90 =	174.40
1er coeficiente pearson	As =	0.92
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Izquierdo		
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.22
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Derecho		
Coefficiente de curtosis	K =	0.50
(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)		
Entonces: Platicúrtica		



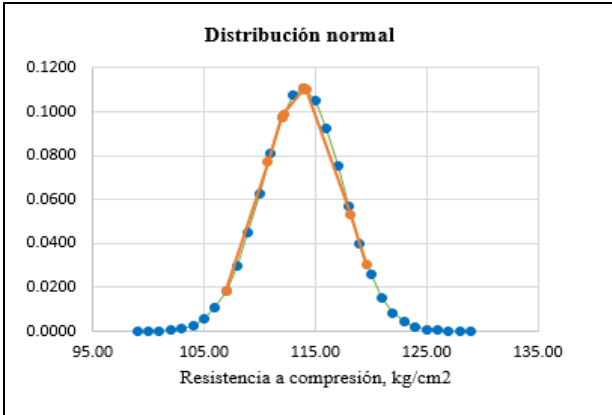
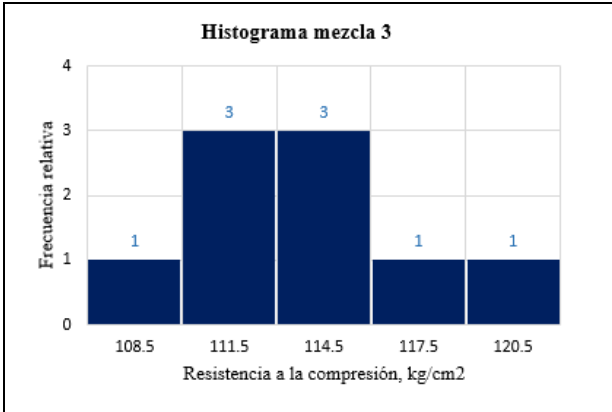
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 3) 7 DÍAS CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 088	112.13	kg/cm ²	E – 091	112.03	kg/cm ²	E – 094	110.76	kg/cm ²
E – 089	118.21	kg/cm ²	E – 092	119.62	kg/cm ²	E – 095	113.96	kg/cm ²
E – 090	114.04	kg/cm ²	E – 093	107.00	kg/cm ²	E – 096	114.17	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9			
Rango de datos	Xmáx =	119.62	Xmin =	107.00	R =	12.62
Número de intervalos de clase			K =	4.15	≈	5.00
Ancho de intervalo de clase			W =	2.52	≈	3.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	107.00	110.00	>	108.50	1	1	108.50	- 5.33	28.44	28.44
2	[	110.00	113.00	>	111.50	3	4	334.50	- 5.33	5.44	16.33
3	[	113.00	116.00	>	114.50	3	7	343.50	0.67	0.44	1.33
4	[	116.00	119.00	>	117.50	1	8	117.50	3.67	13.44	13.44
5	[	119.00	122.00	]	120.50	1	9	120.50	6.67	44.44	44.44
						9		1024.50		92.22	104.00

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	113.83
Mediana	Me =	113.50
Moda	Mo =	113.00
Varianza	s ² =	13.00
Desviación	s =	3.61
Coefficiente de variación	CV =	3.17
Percentiles	P10 =	107.00
	P25 =	110.00
	P75 =	113.00
	P90 =	119.00
1er coeficiente pearson	As =	- 1.33
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Izquierdo		
2do coeficiente de pearson	As =	- 1.33
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Derecho		
Coefficiente de curtosis	K =	0.13
(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)		
Entonces: Leptocúrtica		



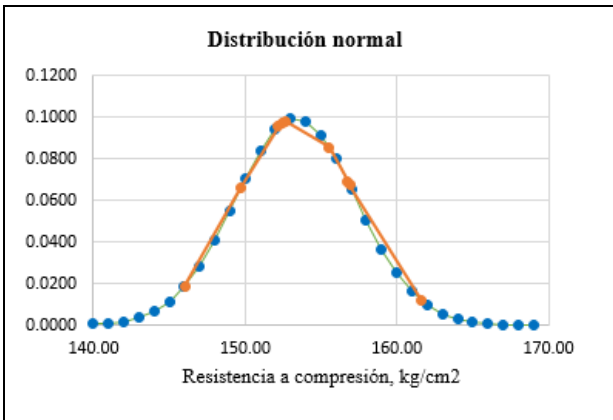
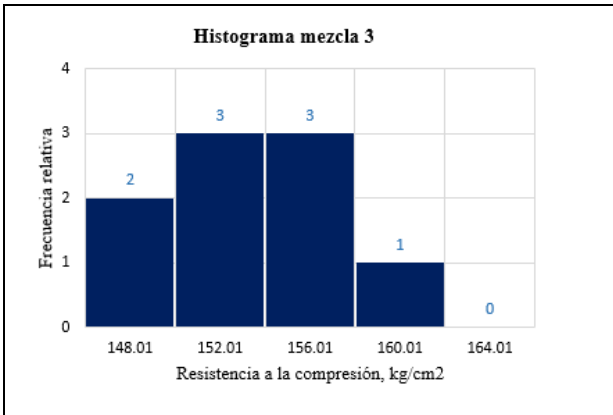
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 3) 14 DÍAS CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 097	152.42	kg/cm ²	E – 100	152.16	kg/cm ²	E – 103	149.70	kg/cm ²
E – 098	156.76	kg/cm ²	E – 101	161.64	kg/cm ²	E – 104	152.66	kg/cm ²
E – 099	146.01	kg/cm ²	E – 102	155.54	kg/cm ²	E – 105	156.89	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 161.64	Xmin =	146.01
Número de intervalos de clase		K =	4.15 ≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W =	3.13 ≈ 4.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	146.01	150.01	>	148.01	2	2	296.02	- 5.33	28.44	56.89
2	[	150.01	154.01	>	152.01	3	5	246.03	- 1.33	1.78	5.33
3	[	154.01	158.01	>	156.01	3	8	468.03	2.67	7.11	21.33
4	[	158.01	162.01	>	160.01	1	9	160.01	6.67	44.44	44.44
5	[	162.01	166.01	]	164.01	0	9	0.00	10.67	113.78	0.00
						9		1380.09		195.56	128.00

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	153.34
Mediana	Me =	153.34
Moda	Mo =	154.01
Varianza	s ² =	16.00
Desviación	s =	4.00
Coefficiente de variación	CV =	2.61
Percentiles	P10 =	146.00
	P25 =	150.00
	P75 =	154.00
	P90 =	158.00
1er coeficiente pearson	As =	- 0.17
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Derecho		
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.67
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Derecho		
Coefficiente de curtosis	K =	0.17
(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)		
Entonces: Leptocúrtica		



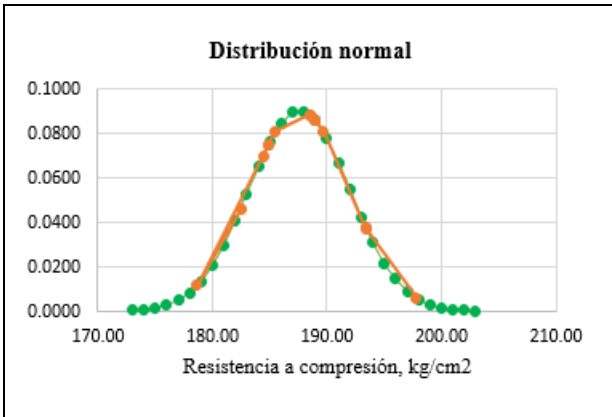
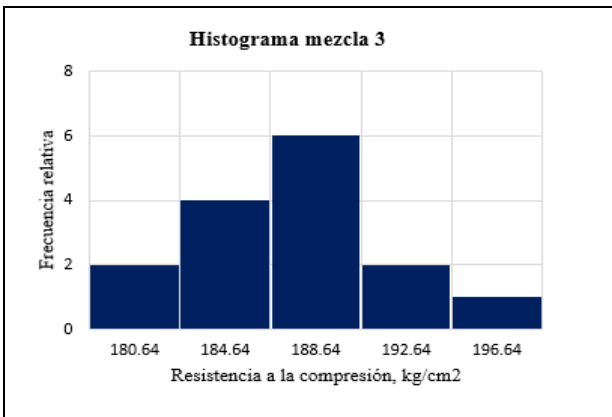
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 3) 28 DÍAS CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 106	188.94	kg/cm ²	E – 111	184.89	kg/cm ²	E – 116	184.85	kg/cm ²
E – 107	184.41	kg/cm ²	E – 112	188.51	kg/cm ²	E – 117	189.66	kg/cm ²
E – 108	185.49	kg/cm ²	E – 113	193.41	kg/cm ²	E – 118	188.71	kg/cm ²
E – 109	182.45	kg/cm ²	E – 114	189.00	kg/cm ²	E – 119	193.47	kg/cm ²
E – 110	197.79	kg/cm ²	E – 115	188.56	kg/cm ²	E – 120	178.64	kg/cm ²

Número de muestras		n =	15
Rango de datos	Xmáx = 197.79	Xmin = 178.64	R = 19.15
Número de intervalos de clase		K = 4.88	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 3.83	≈ 4.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	178.64	182.64	>	180.64	2	2	361.28	- 6.93	48.07	96.14
2	[	182.64	186.64	>	184.64	4	6	738.56	- 2.93	8.60	34.42
3	[	186.64	190.64	>	188.64	6	12	1131.84	1.07	1.14	6.83
4	[	190.64	194.64	>	192.64	2	14	385.28	5.07	25.67	51.34
5	[	194.64	198.64	]	196.64	1	15	196.64	9.07	82.20	82.20
					15			2813.60		165.69	270.93

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	187.57
Mediana	Me =	187.64
Moda	Mo =	187.97
Varianza	s ² =	19.35
Desviación	s =	4.40
Coefficiente de variación	CV =	2.35
Percentiles	P10 =	178.60
	P25 =	182.60
	P75 =	186.60
	P90 =	190.60
1er coeficiente pearson	As =	- 0.09
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
2do coeficiente de pearson	As =	- 1.50
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.17
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Leptocúrtica



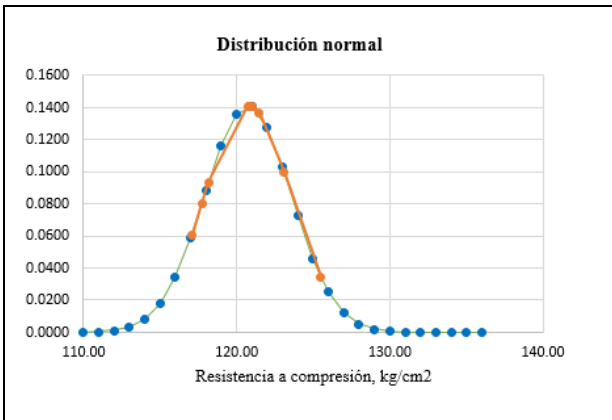
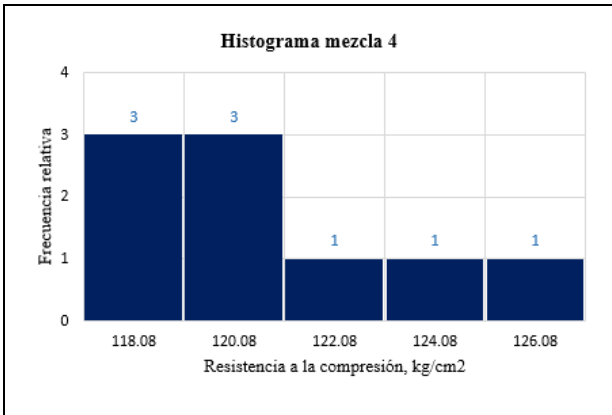
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 4) 7 DÍAS CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 121	121.02	kg/cm ²	E – 124	117.08	kg/cm ²	E – 127	120.73	kg/cm ²
E – 122	125.49	kg/cm ²	E – 125	117.75	kg/cm ²	E – 128	118.18	kg/cm ²
E – 123	123.09	kg/cm ²	E – 126	121.46	kg/cm ²	E – 129	120.83	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 125.49	Xmin =	117.08
Número de intervalos de clase		K =	4.15 ≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W =	1.68 ≈ 2.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	117.08	119.08	>	118.08	3	3	354.24	-2.67	7.11	21.33
2	[	119.08	121.08	>	120.08	3	6	360.24	-0.67	0.44	1.33
3	[	121.08	123.08	>	122.08	1	7	122.08	1.33	1.78	1.78
4	[	123.08	125.08	>	124.08	1	8	124.08	3.33	11.11	11.11
5	[	128.08	127.08	]	126.08	1	9	126.08	5.33	28.44	28.44
						9		1086.72		48.89	64.00

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	120.75
Mediana	Me =	120.08
Moda	Mo =	119.08
Varianza	s ² =	8.00
Desviación	s =	2.83
Coefficiente de variación	CV =	2.34
Percentiles	P10 =	117.10
	P25 =	117.10
	P75 =	121.10
	P90 =	125.10
1er coeficiente pearson	As =	0.59
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Izquierdo
2do coeficiente de pearson	As =	-0.50
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.25
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Leptocúrtica



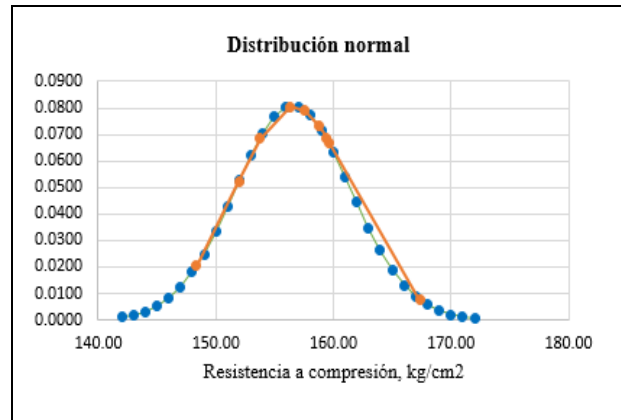
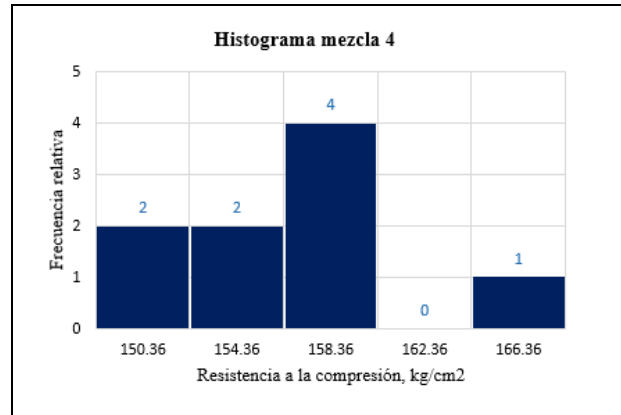
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 4) 14 DÍAS CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 130	158.79	kg/cm ²	E – 133	151.98	kg/cm ²	E – 136	159.39	kg/cm ²
E – 131	167.37	kg/cm ²	E – 134	159.64	kg/cm ²	E – 137	156.35	kg/cm ²
E – 132	153.76	kg/cm ²	E – 135	148.36	kg/cm ²	E – 138	157.59	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 167.37	Xmin =	148.36
Número de intervalos de clase		K =	4.15 ≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W =	3.80 ≈ 4.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	148.36	152.36	>	150.36	2	2	300.72	- 6.22	38.72	77.43
2	[	152.36	156.36	>	154.36	2	4	308.72	- 2.22	4.94	9.88
3	[	156.36	160.36	>	158.36	4	8	633.44	1.78	3.16	12.64
4	[	160.36	164.36	>	162.36	0	8	0.00	5.78	33.38	0.00
5	[	164.36	168.36	]	166.36	1	9	166.36	9.78	95.60	95.60
						9		1409.24		175.80	195.56

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	156.58
Mediana	Me =	156.86
Moda	Mo =	157.69
Varianza	s ² =	24.44
Desviación	s =	4.94
Coefficiente de variación	CV =	3.16
Percentiles	P10 =	148.40
	P25 =	152.40
	P75 =	156.40
	P90 =	164.40
1er coeficiente pearson	As =	- 0.22
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces: Derecho	
2do coeficiente de pearson	As =	- 1.25
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces: Derecho	
Coefficiente de curtosis	K =	0.13
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces: Leptocúrtica	



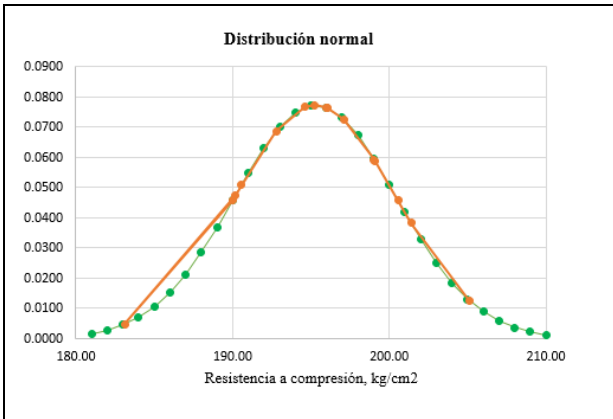
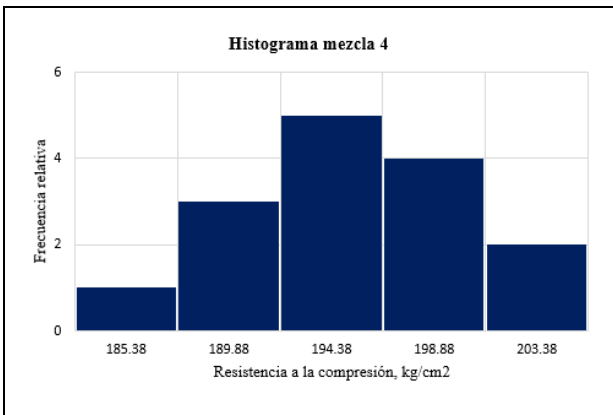
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 4) 28 DÍAS CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 139	195.98	kg/cm ²	E – 144	190.19	kg/cm ²	E – 149	197.09	kg/cm ²
E – 140	190.56	kg/cm ²	E – 145	205.10	kg/cm ²	E – 150	199.03	kg/cm ²
E – 141	201.39	kg/cm ²	E – 146	196.09	kg/cm ²	E – 151	194.60	kg/cm ²
E – 142	199.11	kg/cm ²	E – 147	192.78	kg/cm ²	E – 152	183.13	kg/cm ²
E – 143	195.25	kg/cm ²	E – 148	190.00	kg/cm ²	E – 153	200.57	kg/cm ²

Número de muestras	n =	15
Rango de datos	Xmáx =	205.10
	Xmin =	183.13
Número de intervalos de clase	K =	4.88
	≈	5.00
Ancho de intervalo de clase	W =	4.39
	≈	4.50

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	183.13	187.63	>	185.38	1	1	185.38	- 9.90	98.01	98.01
2	[	187.63	192.13	>	189.88	3	4	569.64	- 5.40	29.16	87.48
3	[	192.13	196.63	>	194.38	5	9	971.90	- 0.90	0.81	4.05
4	[	196.63	201.13	>	198.88	4	13	795.52	3.60	12.96	51.84
5	[	201.13	205.63	]	103.38	2	15	406.76	8.10	65.61	131.22
					15			2929.20		206.55	372.60

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	195.28
Mediana	Me =	195.28
Moda	Mo =	195.13
Varianza	s ² =	26.61
Desviación	s =	5.16
Coefficiente de variación	CV =	2.64
Percentiles	P10 =	187.60
	P25 =	187.60
	P75 =	196.60
	P90 =	201.10
1er coeficiente pearson	As =	0.03
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Derecho		
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.70
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Derecho		
Coefficiente de curtosis	K =	0.33
(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)		
Entonces: Leptocúrtica		



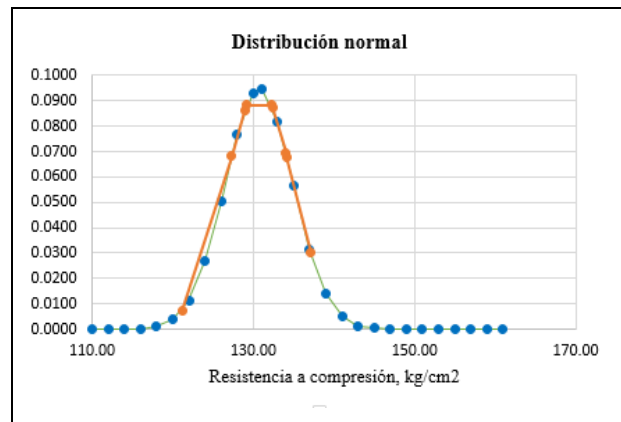
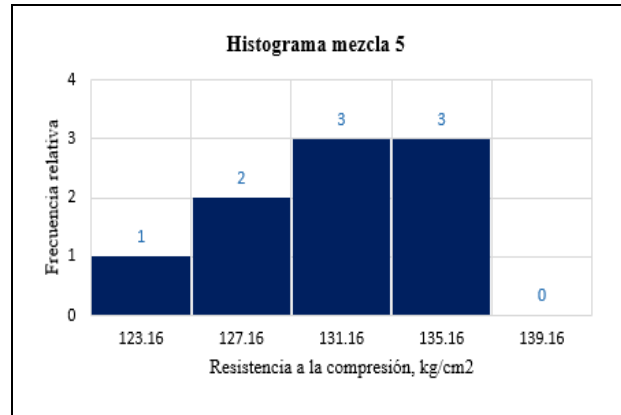
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 5) 7 DÍAS CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Especímen	f'c (Xi)	Unidad	Especímen	f'c (Xi)	Unidad	Especímen	f'c (Xi)	Unidad
E – 154	128.90	kg/cm ²	E – 157	132.38	kg/cm ²	E – 160	132.26	kg/cm ²
E – 155	127.30	kg/cm ²	E – 158	129.16	kg/cm ²	E – 161	134.16	kg/cm ²
E – 156	121.16	kg/cm ²	E – 159	137.11	kg/cm ²	E – 162	134.06	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 137.11	Xmin =	121.16
Número de intervalos de clase		K =	4.15
Ancho de intervalo de clase		W =	3.19

Intervalos de clase	Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1 [121.16 125.16 >	123.16	1	1	126.16	- 7.56	57.09	57.09
2 [125.16 129.16 >	127.16	2	3	254.32	- 3.56	12.64	25.28
3 [129.16 133.16 >	131.16	3	6	393.48	0.44	0.20	0.59
4 [133.16 137.16 >	135.16	3	9	405.48	4.44	19.75	59.26
5 [137.16 141.16]	139.16	0	9	0.00	8.44	71.31	0.00
		9		1176.44		160.99	142.22

RESULTADOS	
Media	\bar{x} = 130.72
Mediana	Me = 131.16
Moda	Mo = 133.16
Varianza	s ² = 17.78
Desviación	s = 4.22
Coefficiente de variación	CV = 3.23
Percentiles	P10 = 121.20
	P25 = 125.50
	P75 = 133.20
	P90 = 133.20
1er coeficiente pearson	As = - 0.58
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
2do coeficiente de pearson	As = - 0.50
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
Coefficiente de curtosis	K = 0.33
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)
	Entonces: Platicúrtica



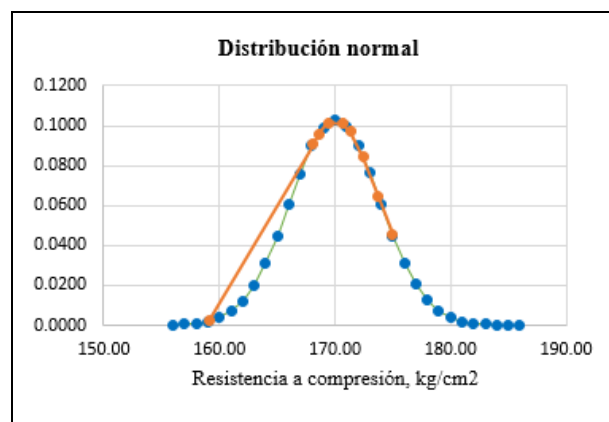
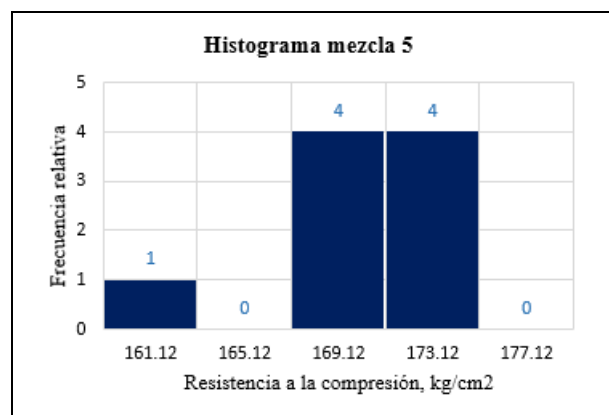
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 5) 14 DÍAS CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 163	169.45	kg/cm ²	E – 166	159.12	kg/cm ²	E – 169	168.09	kg/cm ²
E – 164	174.96	kg/cm ²	E – 167	168.56	kg/cm ²	E – 170	173.77	kg/cm ²
E – 165	170.69	kg/cm ²	E – 168	171.31	kg/cm ²	E – 171	172.45	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 174.96	Xmin =	159.12
Número de intervalos de clase		K =	4.15
Ancho de intervalo de clase		W =	3.17
		R =	15.84
		≈	5.00
		≈	4.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	159.12	163.12	>	161.12	1	1	161.12	- 8.89	79.01	79.01
2	[	163.12	167.12	>	165.12	0	1	0.00	- 4.89	23.90	0.00
3	[	167.12	171.12	>	169.12	4	5	676.48	- 0.89	0.79	3.16
4	[	171.12	175.12	>	173.12	4	9	692.48	3.11	9.68	38.72
5	[	175.12	179.12	]	177.12	0	9	0.00	7.11	50.57	0.00
					9			1530.08		163.95	120.89

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	170.01
Mediana	Me =	170.62
Moda	Mo =	171.12
Varianza	s ² =	15.11
Desviación	s =	3.89
Coefficiente de variación	CV =	2.29
Percentiles	P10 =	159.10
	P25 =	167.10
	P75 =	171.10
	P90 =	171.10
1er coeficiente pearson	As =	- 0.29
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.75
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.17
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Leptocúrtica



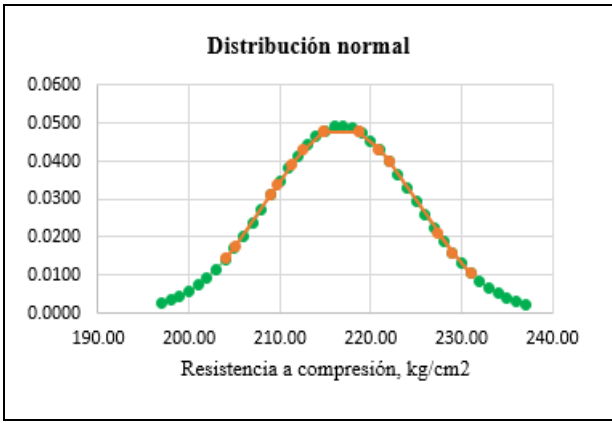
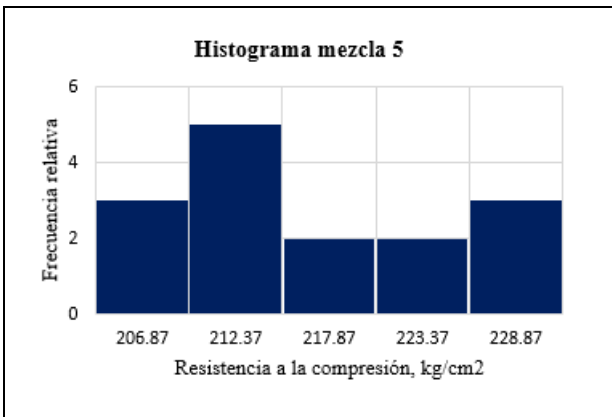
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 5) 28 DÍAS CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 172	214.84	kg/cm ²	E – 177	227.29	kg/cm ²	E – 182	228.98	kg/cm ²
E – 173	221.29	kg/cm ²	E – 178	208.98	kg/cm ²	E – 183	209.74	kg/cm ²
E – 174	218.67	kg/cm ²	E – 179	231.05	kg/cm ²	E – 184	221.23	kg/cm ²
E – 175	204.12	kg/cm ²	E – 180	220.89	kg/cm ²	E – 185	218.70	kg/cm ²
E – 176	214.84	kg/cm ²	E – 181	205.10	kg/cm ²	E – 186	212.55	kg/cm ²

Número de muestras		n =	15
Rango de datos	Xmáx = 231.05	Xmin = 204.12	R = 26.93
Número de intervalos de clase		K = 4.88	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 5.39	≈ 5.50

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	204.12	209.62	>	206.87	3	3	620.61	- 9.90	98.01	294.03
2	[	209.62	215.12	>	212.37	5	8	1061.85	- 4.40	13.36	96.80
3	[	215.12	220.62	>	217.87	2	10	435.74	1.10	1.21	2.42
4	[	220.62	226.12	>	223.37	2	12	446.74	6.60	43.56	87.12
5	[	226.12	231.62	]	228.87	3	15	686.61	12.10	146.41	439.23
					15			3251.55		308.55	919.60

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	216.77
Mediana	Me =	214.57
Moda	Mo =	211.82
Varianza	s ² =	65.69
Desviación	s =	8.10
Coefficiente de variación	CV =	3.74
Percentiles	P10 =	204.10
	P25 =	209.60
	P75 =	220.60
	P90 =	226.10
1er coeficiente pearson	As =	0.61
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Izquierdo		
2do coeficiente de pearson	As =	0.10
(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)		
Entonces: Izquierdo		
Coefficiente de curtosis	K =	0.25
(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)		
Entonces: Leptocúrtica		



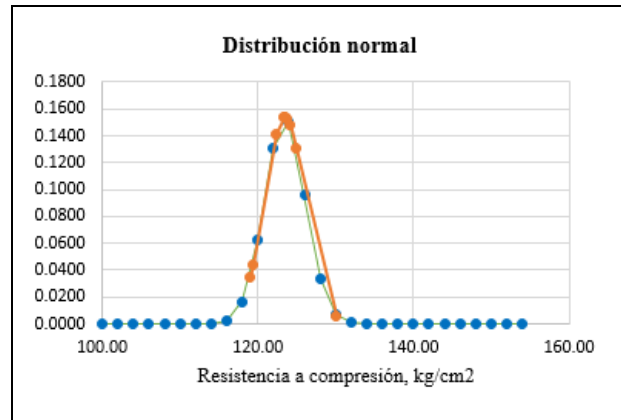
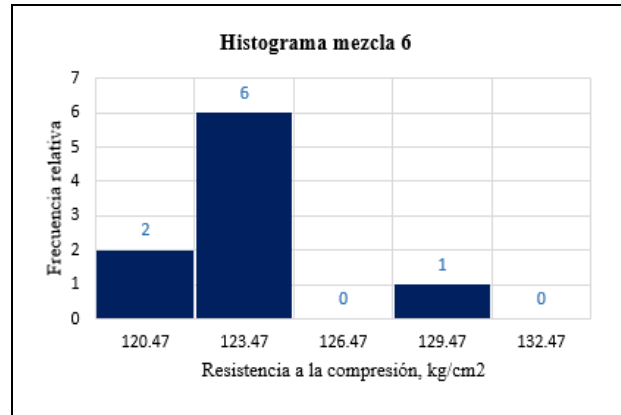
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 6) 7 DÍAS CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	--

Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 187	119.38	kg/cm ²	E – 190	123.74	kg/cm ²	E – 193	124.15	kg/cm ²
E – 188	124.95	kg/cm ²	E – 191	122.41	kg/cm ²	E – 194	118.97	kg/cm ²
E – 189	130.12	kg/cm ²	E – 192	123.60	kg/cm ²	E – 195	123.37	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 130.12	Xmin =	118.97
Número de intervalos de clase		K =	4.15
Ancho de intervalo de clase		W =	2.23
		R =	11.15
		≈	5.00
		≈	3.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	118.97	121.97	>	120.47	2	2	240.94	- 3.00	9.00	18.00
2	[	121.97	124.97	>	123.47	6	8	740.82	0.00	0.00	0.00
3	[	124.97	127.97	>	126.47	0	8	0.00	3.00	9.00	0.00
4	[	127.97	130.97	>	129.47	1	9	129.47	6.00	36.00	36.00
5	[	130.97	133.97	]	132.47	0	9	0.00	9.00	81.00	0.00
					9			1111.23		135.00	54.00

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	123.47
Mediana	Me =	123.22
Moda	Mo =	123.17
Varianza	s ² =	6.75
Desviación	s =	2.60
Coefficiente de variación	CV =	2.10
Percentiles	P10 =	118.97
	P25 =	121.97
	P75 =	121.97
	P90 =	0.12
1er coeficiente pearson	As =	0.12
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces: Izquierdo	
2do coeficiente de pearson	As =	- 2.50
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces: Derecho	
Coefficiente de curtosis	K =	0.00
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces: Leptocúrtica	



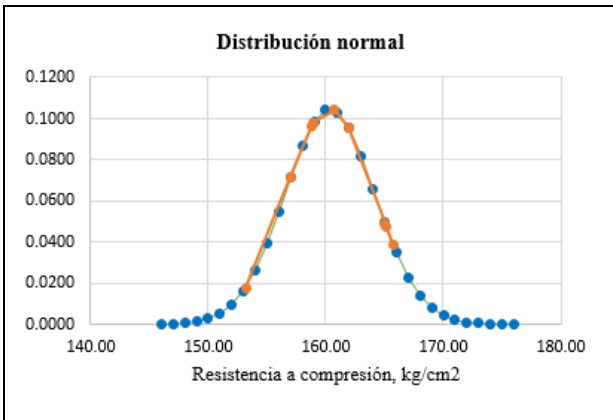
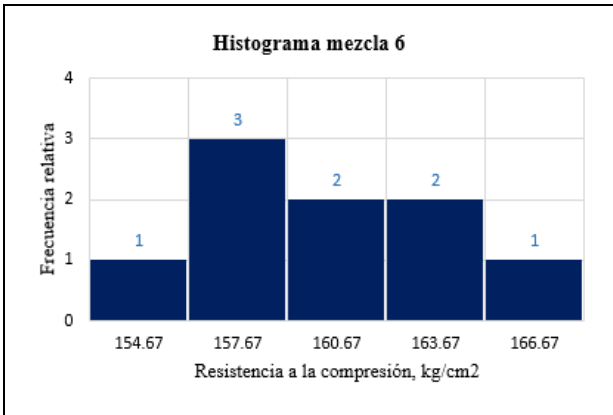
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 6) 14 DÍAS CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL
-----------------------------	---

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 196	165.72	kg/cm ²	E – 199	165.04	kg/cm ²	E – 202	158.92	kg/cm ²
E – 197	160.73	kg/cm ²	E – 200	157.01	kg/cm ²	E – 203	161.95	kg/cm ²
E – 198	165.14	kg/cm ²	E – 201	158.74	kg/cm ²	E – 204	153.17	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 165.72	Xmin =	153.17
Número de intervalos de clase		K =	4.15 ≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W =	2.51 ≈ 3.00

Intervalos de clase		Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[153.17 156.17]	154.67	1	1	154.67	- 5.67	32.11	32.11
2	[156.17 159.17]	157.67	3	4	473.01	- 2.67	7.11	21.33
3	[159.17 162.17]	160.67	2	6	321.34	0.33	0.11	0.22
4	[162.17 165.17]	163.67	2	8	327.34	3.33	11.11	22.22
5	[165.17 168.17]	166.67	1	9	166.67	6.33	40.11	40.11
			9		1443.03		90.56	116.00

RESULTADOS		
Media	$\bar{x} =$	160.34
Mediana	Me =	159.92
Moda	Mo =	158.17
Varianza	s ² =	14.50
Desviación	s =	3.81
Coefficiente de variación	CV =	2.37
Percentiles	P10 =	153.20
	P25 =	156.20
	P75 =	162.20
	P90 =	165.20
1er coeficiente pearson	As =	0.57
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Izquierdo
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.25
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.25
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Leptocúrtica



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 6) 28 DÍAS
 CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 205	198.87	kg/cm ²
E – 206	197.21	kg/cm ²
E – 207	206.39	kg/cm ²
E – 208	211.92	kg/cm ²
E – 209	196.29	kg/cm ²

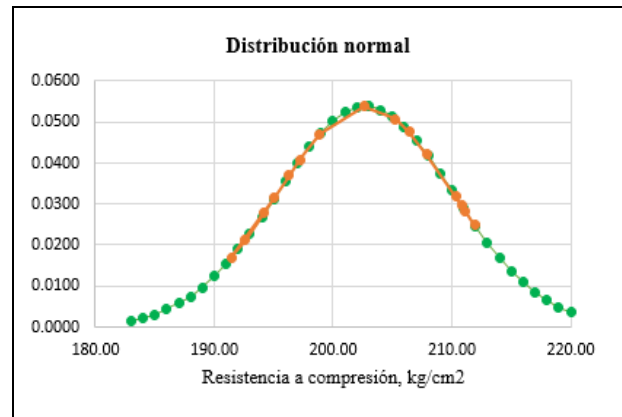
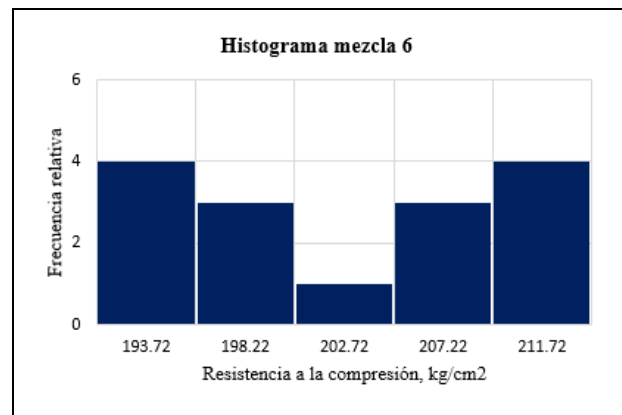
Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 210	205.27	kg/cm ²
E – 211	195.07	kg/cm ²
E – 212	194.22	kg/cm ²
E – 213	207.92	kg/cm ²
E – 214	191.47	kg/cm ²

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 215	202.58	kg/cm ²
E – 216	210.32	kg/cm ²
E – 217	211.14	kg/cm ²
E – 218	210.81	kg/cm ²
E – 219	192.60	kg/cm ²

Número de muestras		n =	15
Rango de datos	Xmáx = 211.92	Xmin = 191.47	R = 20.45
Número de intervalos de clase		K = 4.88	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 4.09	≈ 4.50

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	191.47	195.97	>	193.72	4	4	774.88	- 9.00	81.00	324.00
2	[	195.97	200.47	>	198.22	3	7	594.66	- 4.50	20.25	60.75
3	[	200.47	204.97	>	202.72	1	8	202.72	0.00	0.00	0.00
4	[	204.97	209.47	>	207.22	3	11	621.66	4.50	20.25	60.75
5	[	209.47	213.97	]	211.72	4	15	846.88	9.00	81.00	324.00
					15			3040.80		202.50	769.50

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	202.72
Mediana	Me =	202.72
Moda	Mo =	195.07
Varianza	s ² =	54.96
Desviación	s =	7.41
Coefficiente de variación	CV =	3.66
Percentiles	P10 =	191.50
	P25 =	191.50
	P75 =	209.50
	P90 =	209.50
1er coeficiente pearson	As =	1.03
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Izquierdo
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.25
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.50
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Platicúrtica



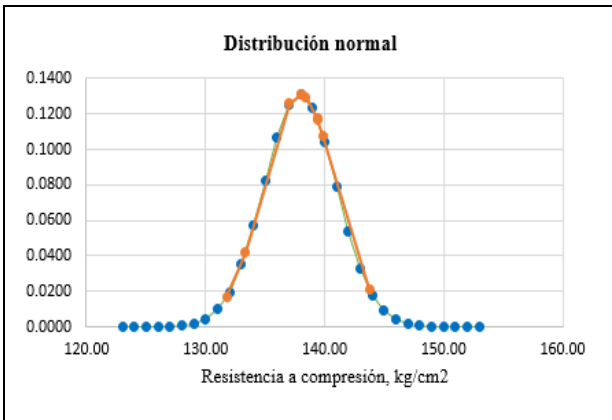
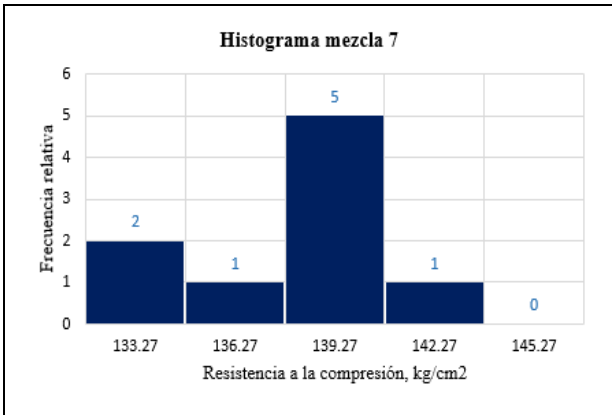
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 7) 7 DÍAS CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
-----------------------------	---

Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad	Especimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 220	139.37	kg/cm ²	E – 223	143.75	kg/cm ²	E – 226	133.34	kg/cm ²
E – 221	139.84	kg/cm ²	E – 224	137.06	kg/cm ²	E – 227	138.42	kg/cm ²
E – 222	139.38	kg/cm ²	E – 225	131.77	kg/cm ²	E – 228	138.00	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9
Rango de datos	Xmáx = 143.75	Xmin = 131.77	R = 11.98
Número de intervalos de clase		K = 4.15	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 2.40	≈ 3.00

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	131.77	134.77	>	133.27	2	2	266.54	- 4.67	21.78	43.56
2	[	134.77	137.77	>	136.27	1	3	136.27	- 1.67	2.78	2.78
3	[	137.77	140.77	>	139.27	5	8	696.35	1.33	1.78	8.89
4	[	140.77	143.77	>	142.27	1	9	142.27	4.33	18.78	18.78
5	[	143.77	146.77	]	145.27	0	9	0.00	7.33	53.78	0.00
						9		1241.43		98.89	74.00

RESULTADOS		
Media	$\bar{x} =$	137.94
Mediana	Me =	138.67
Moda	Mo =	139.27
Varianza	s ² =	9.25
Desviación	s =	3.04
Coefficiente de variación	CV =	2.20
Percentiles	P10 =	131.80
	P25 =	134.80
	P75 =	137.80
	P90 =	140.80
1er coeficiente Pearson	As =	- 0.44
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
2do coeficiente de pearson	As =	- 1.60
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.17
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Leptocúrtica



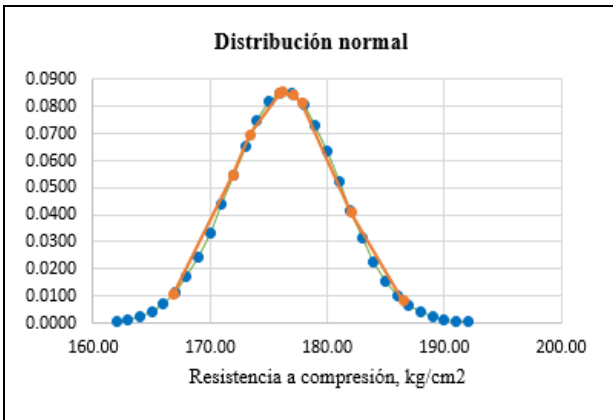
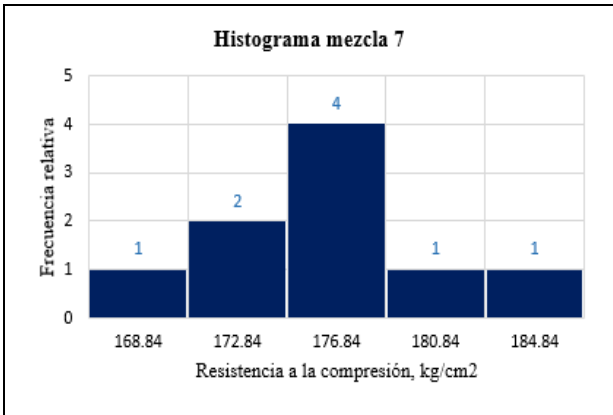
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 7) 14 DÍAS CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
-----------------------------	--

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 229	177.90	kg/cm ²	E – 232	171.99	kg/cm ²	E – 235	186.52	kg/cm ²
E – 230	182.07	kg/cm ²	E – 233	176.00	kg/cm ²	E – 236	166.84	kg/cm ²
E – 231	173.41	kg/cm ²	E – 234	176.24	kg/cm ²	E – 237	177.18	kg/cm ²

Número de muestras		n =	9			
Rango de datos	Xmáx =	186.52	Xmin =	166.84	R =	19.68
Número de intervalos de clase		K =	4.15	≈	5.00	
Ancho de intervalo de clase		W =	3.94	≈	4.00	

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	166.84	170.84	>	168.84	1	1	168.84	- 7.56	57.09	57.09
2	[	170.84	174.84	>	172.84	2	3	345.68	- 3.56	12.64	25.28
3	[	174.84	178.84	>	176.84	4	7	707.36	0.44	0.20	0.79
4	[	178.84	182.84	>	180.84	1	8	180.84	4.44	19.75	19.75
5	[	182.84	186.84	]	184.84	1	9	184.84	8.44	71.31	71.31
					9			1587.56		160.99	174.22

RESULTADOS	
Media	\bar{x} = 176.40
Mediana	Me = 176.34
Moda	Mo = 176.44
Varianza	s ² = 21.78
Desviación	s = 4.67
Coefficiente de variación	CV = 2.65
Percentiles	P10 = 166.80
	P25 = 170.80
	P75 = 174.80
	P90 = 182.80
1er coeficiente pearson	As = -0.01
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
2do coeficiente de pearson	As = -1.75
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)
	Entonces: Derecho
Coefficiente de curtosis	K = 0.13
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)
	Entonces: Leptocúrtica



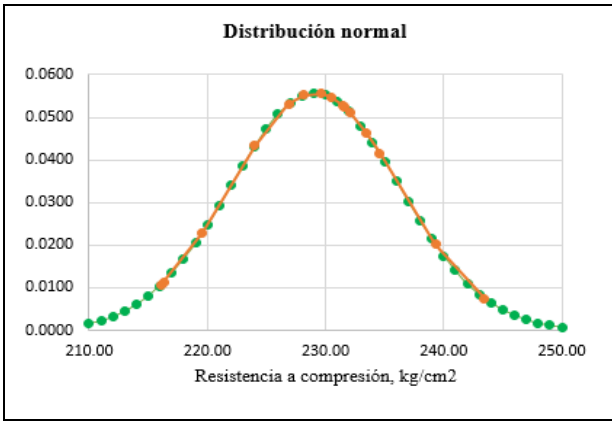
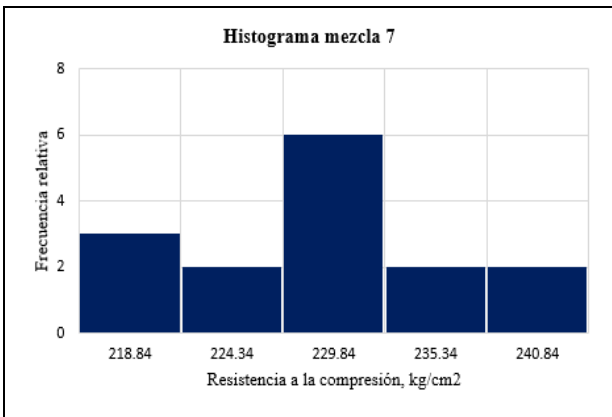
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MEZCLA 7) 28 DÍAS CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL
-----------------------------	--

Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad	Espécimen	f'c (Xi)	Unidad
E – 238	226.93	kg/cm ²	E – 243	228.18	kg/cm ²	E – 248	230.45	kg/cm ²
E – 239	219.55	kg/cm ²	E – 244	224.02	kg/cm ²	E – 249	232.07	kg/cm ²
E – 240	216.31	kg/cm ²	E – 245	234.59	kg/cm ²	E – 250	229.68	kg/cm ²
E – 241	216.09	kg/cm ²	E – 246	231.45	kg/cm ²	E – 251	233.47	kg/cm ²
E – 242	243.44	kg/cm ²	E – 247	239.33	kg/cm ²	E – 252	231.57	kg/cm ²

Número de muestras		n =	15
Rango de datos	Xmáx = 243.44	Xmin = 216.09	R = 27.35
Número de intervalos de clase		K = 4.88	≈ 5.00
Ancho de intervalo de clase		W = 5.47	≈ 5.50

Intervalos de clase					Xi	fi	Fi	fi.Xi	Xi- \bar{x}	(Xi- \bar{x}) ²	fi.(Xi- \bar{x})
1	[	216.09	221.59	>	218.84	3	3	656.52	- 10.27	105.40	316.21
2	[	221.59	227.09	>	224.34	2	5	448.68	- 4.77	22.72	45.44
3	[	227.09	232.59	>	229.84	6	11	1379.04	0.73	0.54	3.23
4	[	232.59	238.09	>	235.84	2	13	470.68	6.23	38.85	77.71
5	[	238.09	243.59	]	240.84	2	15	481.68	11.73	137.67	275.34
						15		3436.60		305.19	717.93

RESULTADOS		
Media	\bar{x} =	229.11
Mediana	Me =	229.38
Moda	Mo =	229.84
Varianza	s ² =	51.28
Desviación	s =	7.16
Coefficiente de variación	CV =	3.13
Percentiles	P10 =	216.10
	P25 =	221.60
	P75 =	232.60
	P90 =	238.10
1er coeficiente pearson	As =	- 0.10
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
2do coeficiente de pearson	As =	- 0.42
	(As=0; As<0 → Derecho; As<0 → Izquierdo)	
	Entonces:	Derecho
Coefficiente de curtosis	K =	0.25
	(K=0.263; → Mezocúrtica; K<0.263 → Leptocúrtica; K>0.263 → Platicúrtica)	
	Entonces:	Leptocúrtica



Anexo E – 5: Permeabilidad

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL		
-----------	--	--	--	--

Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Descripción	Promedio	Unidad
3	E – 253	0.421	0.000	0.000	Media (\bar{x}) :	0.421	cm/s
	E – 254	0.425	0.004	0.000	Varianza (s^2) :	0.00002	(cm/s) ²
	E – 255	0.417	-0.004	0.000	Desviación Estándar (s) :	0.004	cm/s
		1.263		0.000	Coefficiente de Variación (CV) :	0.950	cm/s

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
-----------	--	--	--	--

Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Descripción	Promedio	Unidad
3	E – 256	0.395	- 0.002	0.000	Media (\bar{x}) :	0.397	cm/s
	E – 257	0.393	- 0.004	0.000	Varianza (s^2) :	0.00003	(cm/s) ²
	E – 258	0.403	0.006	0.000	Desviación Estándar (s) :	0.005	cm/s
		1.191		0.000	Coefficiente de Variación (CV) :	1.333	cm/s

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
-----------	--	---	--	--

Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Descripción	Promedio	Unidad
3	E – 259	0.356	0.002	0.000	Media (\bar{x}) :	0.354	cm/s
	E – 260	0.348	- 0.006	0.000	Varianza (s^2) :	0.000	(cm/s) ²
	E – 261	0.358	0.004	0.000	Desviación Estándar (s) :	0.005	cm/s
		1.062		0.000	Coefficiente de Variación (CV) :	1.495	cm/s

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
-----------	--	---	--	--

Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Descripción	Promedio	Unidad
3	E – 262	0.327	- 0.003	0.000	Media (\bar{x}) :	0.330	cm/s
	E – 263	0.328	- 0.002	0.000	Varianza (s^2) :	0.00003	(cm/s) ²
	E – 264	0.335	0.005	0.000	Desviación Estándar (s) :	0.004	cm/s
		0.990		0.000	Coefficiente de Variación (CV) :	1.321	cm/s

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
-----------	--	---	--	--

Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Descripción	Promedio	Unidad
3	E – 265	0.285	0.000	0.000	Media (\bar{x}) :	0.285	cm/s
	E – 266	0.290	0.005	0.000	Varianza (s^2) :	0.00002	(cm/s) ²
	E – 267	0.281	- 0.004	0.000	Desviación Estándar (s) :	0.005	cm/s
		0.856		0.000	Coefficiente de Variación (CV) :	1.580	cm/s

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
-----------	--	---	--	--

Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$	Descripción	Promedio	Unidad
3	E – 268	0.313	0.004	0.000	Media (\bar{x}) :	0.309	cm/s
	E – 269	0.305	- 0.004	0.000	Varianza (s^2) :	0.00002	(cm/s) ²
	E – 270	0.309	0.000	0.000	Desviación Estándar (s) :	0.004	cm/s
		0.927		0.000	Coefficiente de Variación (CV) :	1.294	cm/s

RESULTADO		PERMEABILIDAD (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL		
Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	E – 271	0.262	0.004	0.000
	E – 272	0.258	0.000	0.000
	E – 273	0.255	- 0.003	0.000
		0.775		0.000

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	0.258	cm/s
Varianza (s^2) :	0.00001	(cm/s) ²
Desviación Estándar (s) :	0.004	cm/s
Coefficiente de Variación (CV) :	1.359	cm/s

Anexo E – 6: Desgaste por abrasión e impacto

RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 1) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL		
Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	E – 274	30.87	0.09	0.01
	E – 275	29.86	-0.92	0.85
	E – 276	31.62	0.84	0.70
		92.35		1.56

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	30.78	%
Varianza (s^2) :	0.78	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.88	%
Coefficiente de Variación (CV) :	2.87	%

RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 2) SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	E – 277	28.59	-0.55	0.31
	E – 278	29.13	-0.01	0.00
	E – 279	29.71	0.57	0.32
		87.43		0.63

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	29.14	%
Varianza (s^2) :	0.31	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.56	%
Coefficiente de Variación (CV) :	1.92	%

RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 3) CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	E – 280	27.50	-0.62	0.38
	E – 281	28.75	0.63	0.40
	E – 282	28.10	-0.02	0.00
		84.35		0.78

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	28.12	%
Varianza (s^2) :	0.39	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.63	%
Coefficiente de Variación (CV) :	2.22	%

RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 4) CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	E – 283	25.33	-0.69	0.47
	E – 284	26.85	0.83	0.69
	E – 285	25.87	-0.15	0.02
		78.05		1.19

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	26.02	%
Varianza (s^2) :	0.59	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.77	%
Coefficiente de Variación (CV) :	2.96	%

RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 5) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
Cant.	Espécimen	X_i	$(X_i - \bar{x})$	$(X_i - \bar{x})^2$
3	E – 286	22.13	-0.76	0.58
	E – 287	23.34	0.45	0.20
	E – 288	23.20	0.31	0.10
		68.67		0.88

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	22.89	%
Varianza (s^2) :	0.44	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.66	%
Coefficiente de Variación (CV) :	2.89	%

RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 6) CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL		
Cant.	Espécimen	Xi	(Xi- \bar{x})	(Xi- \bar{x}) ²
3	E – 289	23.42	-0.47	0.22
	E – 290	24.84	0.95	0.90
	E – 291	23.42	-0.47	0.22
		71.68		1.34

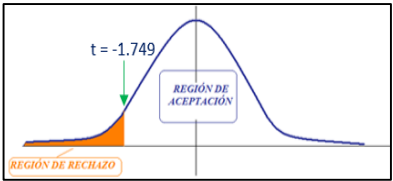
Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	23.89	%
Varianza (s ²) :	0.67	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.82	%
Coficiente de Variación (CV) :	3.43	%

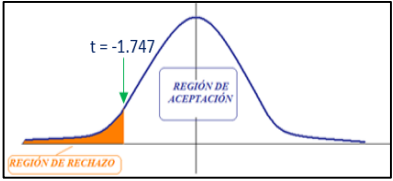
RESULTADO		RESISTENCIA AL DESGASTE POR ABRASIÓN (MEZCLA 7) CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO – AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL		
Cant.	Espécimen	Xi	(Xi- \bar{x})	(Xi- \bar{x}) ²
3	E – 292	21.48	0.69	0.47
	E – 293	20.54	-0.25	0.06
	E – 294	20.36	-0.43	0.19
		62.38		0.72

Descripción	Promedio	Unidad
Media (\bar{x}) :	20.79	%
Varianza (s ²) :	0.36	% ²
Desviación Estándar (s) :	0.60	%
Coficiente de Variación (CV) :	2.89	%

Anexo F: Prueba de hipótesis

Anexo F – 1: Mezcla óptima según el tamaño del agregado grueso

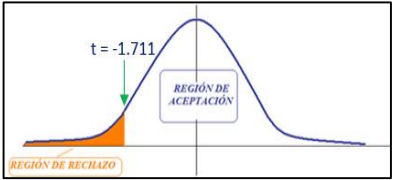
PRUEBA DE HIPÓTESIS	MEZCLA 1 & MEZCLA 2 (7 DÍAS)	
	MEZCLA 1: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	
Descripción	GRUPO CONTROL (Gc) Mezcla 1 (Sin fibras de polipropileno)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge) Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)
Nº de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	95.13	109.80
Desviación estándar (s)	3.13	2.67
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS		
Hipótesis nula : Ho : $u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : Hi : $u_1 < u_2$		
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA		
α : 0.05		
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD		
GL : 8		
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA		
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}} \quad \text{to} : -10.70$		
PASO 5. REGLA DE DESICIÓN		
		El valor crítico de $t = -1.749$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: Ho		
PASO 6. CONCLUSIÓN		
Puesto que $t_o = -10.70$ es < -1.749 , se rechaza Ho y se acepta Ha: $u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la resistencia a la compresión a los 7 días desarrollado de la mezcla 2 con agregado grueso Huso 7, ES MAYOR que la resistencia desarrollada por la mezcla 1 con agregado grueso Huso 8.		

PRUEBA DE HIPÓTESIS	MEZCLA 1 & MEZCLA 2 (14 DÍAS)	
	MEZCLA 1: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	
Descripción	GRUPO CONTROL (Gc) Mezcla 1 (Sin fibras de polipropileno)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge) Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)
Nº de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	125.25	142.43
Desviación estándar (s)	3.67	3.97
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS		
Hipótesis nula : Ho : $u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : Hi : $u_1 < u_2$		
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA		
α : 0.05		
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD		
GL : 8		
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA		
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}} \quad \text{to} : -9.53$		
PASO 5. REGLA DE DESICIÓN		
		El valor crítico de $t = -1.747$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: Ho		
PASO 6. CONCLUSIÓN		
Puesto que $t_o = -9.53$ es < -1.747 , se rechaza Ho y se acepta Ha: $u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la resistencia a la compresión a los 14 días desarrollado de la mezcla 2 con agregado grueso Huso 7, ES MAYOR que la resistencia desarrollada por la mezcla 1 con agregado grueso Huso 8.		

PRUEBA DE HIPÓTESIS	MEZCLA 1 & MEZCLA 2 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 1: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 8 ARTIFICIAL MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 1 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	15	15
Medía (\bar{x})	149.53	170.30
Desviación estándar (s)	3.49	5.42

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 14
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -12.48$


PASO 5. REGLA DE DECISIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -1.711$, con un área de 0.05 en una cola, con 14 gl.</p> <p>El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0</p>
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = -12.48$ es < -1.711 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1: u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la resistencia a la compresión a los 28 días desarrollado de la mezcla 2 con agregado grueso Huso 7, ES MAYOR que la resistencia desarrollada por la mezcla 1 con agregado grueso Huso 8.

Anexo F – 2: Contenido de vacío

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 3 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 3: CON 10 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 3 (Con 10% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	19.4933	18.6267
Desviación estándar (s)	0.1858	0.1747

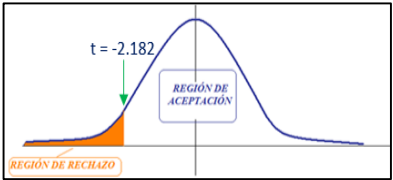
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : 5.89$

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -2.134$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.</p> <p>El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0</p>
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = 5.89$ es > -2.134 , no se rechaza $H_0: u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 10% del peso del cemento, NO INCREMENTA el contenido de vacío en estado duro del concreto permeable.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 4 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 4: CON 25 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 4 (Con 25% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	19.4933	17.9200
Desviación estándar (s)	0.1858	0.1389

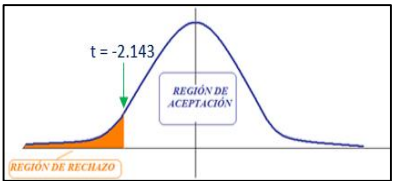
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 11.75

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN

El valor crítico de $t = -2.182$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = 11.75$ es > -2.182 , no se rechaza: $H_0 : u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 25% del peso del cemento, NO INCREMENTA el contenido de vacío en estado duro del concreto permeable.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 5 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 5: CON 40 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 5 (Con 40% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	19.4933	17.2067
Desviación estándar (s)	0.1858	0.2122

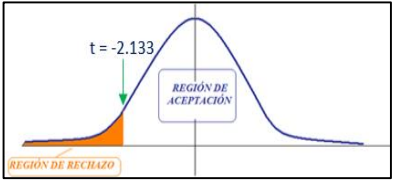
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 14.04

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN

El valor crítico de $t = -2.143$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = 14.04$ es > -2.143 , no se rechaza: $H_0 : u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 40% del peso del cemento, NO INCREMENTA el contenido de vacío en estado duro del concreto permeable.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 6 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 6: CON 55 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 6 (Con 55% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	19.4933	17.5967
Desviación estándar (s)	0.1858	0.1767

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_i : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 12.81

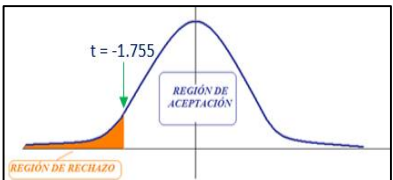
PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -2.133$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = 12.81$ es > -2.133 , no se rechaza: $H_0 : u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 55% del peso del cemento, NO INCREMENTA el contenido de vacío en estado duro del concreto permeable.	

Anexo F – 3: Resistencia a la compresión

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 3 (7 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 3: CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 3 (Con 10% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	109.80	113.83
Desviación estándar (s)	2.67	3.61

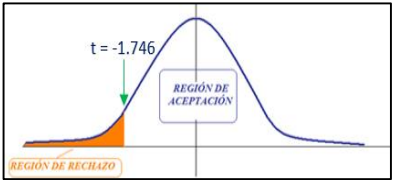
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_i : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : -2.69

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.755$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -2.69$ es < -1.755 , se rechaza H_0 y se acepta $H_i : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 10% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 7 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 3 (14 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 3: CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 3 (Con 10% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	142.43	153.34
Desviación estándar (s)	3.97	4.00

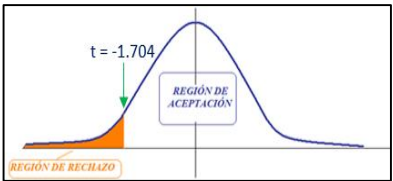
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -5.81$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.746$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -5.81$ es < -1.746 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 10% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 14 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 3 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 3: CON 10% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 3 (Con 10% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	15	15
Medía (\bar{x})	170.30	187.57
Desviación estándar (s)	5.42	4.40

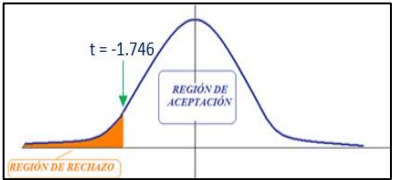
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 14
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -9.58$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.704$, con un área de 0.05 en una cola, con 14 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -9.58$ es < -1.704 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 10% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 28 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 4 (7 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 4: CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 4 (Con 25% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	109.80	120.75
Desviación estándar (s)	2.67	2.83

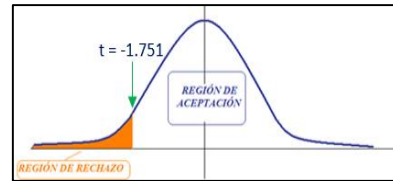
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	
Hipótesis nula :	Ho : $u_1 \geq u_2$
Hipótesis de investigación :	Hi : $u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
$\alpha :$	0.05
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD	
GL :	8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA	
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$	to : -8.44

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.746$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: Ho	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -8.44$ es < -1.746 , se rechaza Ho y se acepta Ha: $u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 25% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 7 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 4 (14 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 4: CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 4 (Con 25% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	142.43	156.58
Desviación estándar (s)	3.97	4.94

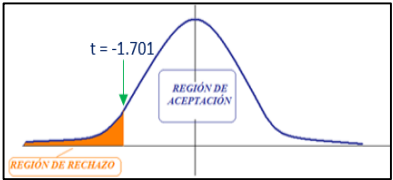
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	
Hipótesis nula :	Ho : $u_1 \geq u_2$
Hipótesis de investigación :	Hi : $u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
$\alpha :$	0.05
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD	
GL :	8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA	
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$	to : -6.70

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.751$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: Ho	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -6.70$ es < -1.751 , se rechaza Ho y se acepta Ha: $u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 25% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 14 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 4 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 4: CON 25% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 4 (Con 25% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	15	15
Medía (\bar{x})	170.30	195.28
Desviación estándar (s)	5.42	5.16

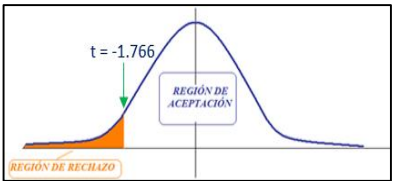
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 14
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -12.93$

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.701$, con un área de 0.05 en una cola, con 14 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -12.93$ es < -1.701 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 25% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 28 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 5 (7 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 5: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 5 (Con 40% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	109.80	130.72
Desviación estándar (s)	2.67	4.22

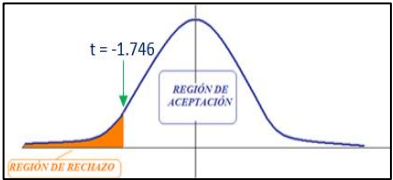
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -12.57$

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.766$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -12.57$ es < -1.766 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 40% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 7 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 5 (14 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 5: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 5 (Con 40% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	142.43	170.01
Desviación estándar (s)	3.97	3.89

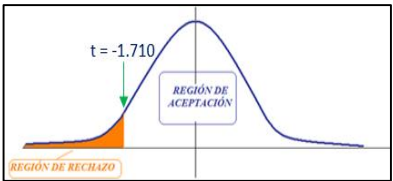
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -14.89$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -1.746$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.</p>
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = -14.89$ es < -1.746 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 40% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 14 días.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 5 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 5: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 5 (Con 40% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	15	15
Medía (\bar{x})	170.30	216.77
Desviación estándar (s)	5.42	8.10

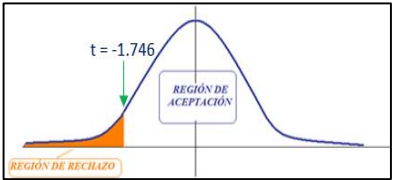
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 14
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -18.47$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -1.710$, con un área de 0.05 en una cola, con 14 gl.</p>
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = -18.47$ es < -1.710 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 40% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 28 días.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 6 (7 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 6: CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 6 (Con 55% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	109.80	123.47
Desviación estándar (s)	2.67	2.60

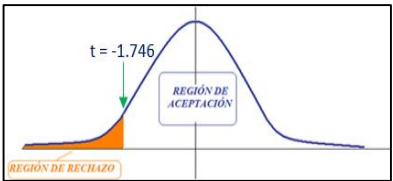
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -11.00$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.746$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -11.00$ es < -1.746 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 55% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 7 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 6 (14 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 6: CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 6 (Con 55% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	142.43	160.34
Desviación estándar (s)	3.97	3.81

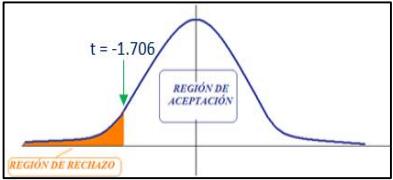
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -9.77$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.860$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -9.77$ es < -1.860 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 55% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 14 días.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 6 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 6: CON 55% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 6 (Con 55% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	15	15
Medía (\bar{x})	170.30	202.72
Desviación estándar (s)	5.42	7.41

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 14
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -13.68$

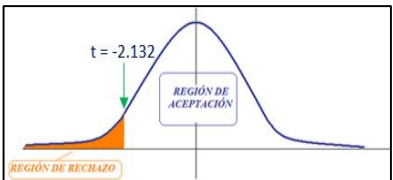
PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -1.706$, con un área de 0.05 en una cola, con 14 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = -13.68$ es < -1.706 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1: u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 55% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia a la compresión frente al concreto permeable sin fibras de polipropileno desarrollado a los 28 días.	

Anexo F – 4: Permeabilidad

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 3 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 3: CON 10 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 3 (Con 10% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	0.3970	0.3540
Desviación estándar (s)	0.00529	0.00529

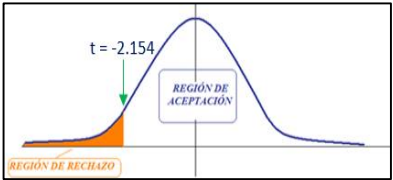
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : 9.96$

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = -2.132$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = 9.96$ es > -2.132 , no se rechaza: $H_0: u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 10% del peso del cemento, NO INCREMENTA la permeabilidad del concreto permeable.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 4 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 4: CON 25 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 4 (Con 25% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	0.3970	0.3300
Desviación estándar (s)	0.00529	0.00436

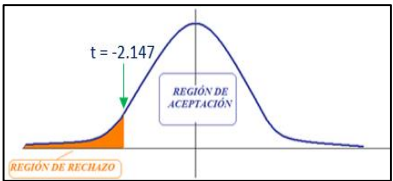
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : 16.93$

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -2.154$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.</p>
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = 16.93$ es > -2.154 , no se rechaza: $H_0 : u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 25% del peso del cemento, NO INCREMENTA la permeabilidad del concreto permeable.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 5 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 5: CON 40 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 5 (Con 40% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	0.3970	0.2853
Desviación estándar (s)	0.00529	0.00451

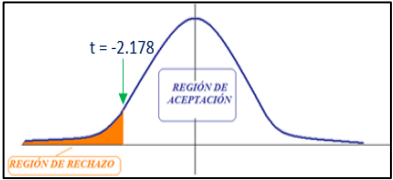
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : 27.83$

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -2.147$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.</p>
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = 27.83$ es > -2.147 , no se rechaza: $H_0 : u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 40% del peso del cemento, NO INCREMENTA la permeabilidad del concreto permeable.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 6 (28 DÍAS)
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 6: CON 55 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 6 (Con 55% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	0.3970	0.3090
Desviación estándar (s)	0.00529	0.00400

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 22.98

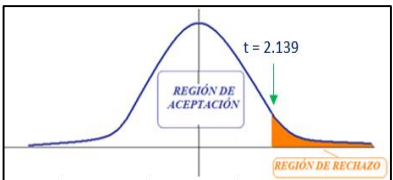
PASO 5. REGLA DE DECISIÓN	
	El valor crítico de $t = -2.178$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = 22.98$ es > -2.178 , no se rechaza: $H_0 : u_1 \geq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 55% del peso del cemento, NO INCREMENTA la permeabilidad del concreto permeable.	

Anexo F – 5: Desgaste de abrasión e impacto

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 3 (28 DÍAS)
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 3: CON 10 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 3 (Con 10% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	29.1433	28.1167
Desviación estándar (s)	0.5601	0.6252

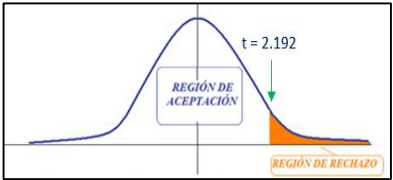
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \leq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 > u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 2.12

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN	
	El valor crítico de $t = 2.139$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: no se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = 2.12$ es < 2.139 , no se rechaza $H_0 : u_1 \leq u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 10% del peso del cemento, NO INCREMENTA la resistencia al desgaste por abrasión e impacto.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 4 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 4: CON 25 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 4 (Con 25% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	29.1433	26.0167
Desviación estándar (s)	0.5601	0.7705

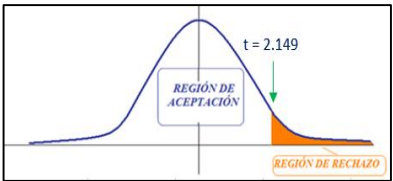
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \leq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 > u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 5.69

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = 2.192$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = 5.69$ es > 2.192 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1: u_1 > u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 25% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia al desgaste por abrasión e impacto.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 5 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 5: CON 40 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 5 (Con 40% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	29.1433	22.8900
Desviación estándar (s)	0.5601	0.6619

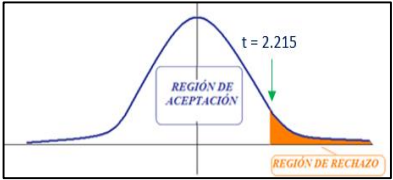
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \leq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 > u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ to : 12.49

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de $t = 2.149$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que $t_o = 12.49$ es > 2.149 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1: u_1 > u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 40% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia al desgaste por abrasión e impacto.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE II	MEZCLA 2 & MEZCLA 6 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 2: SIN FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 6: CON 55 % DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 2 (Sin fibras de polipropileno)	Mezcla 6 (Con 55% de fibras de polipropileno)
N° de muestras (n)	3	3
Medía (\bar{x})	29.1433	23.8933
Desviación estándar (s)	0.5601	0.8189

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \leq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 > u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 2
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : 9.16$

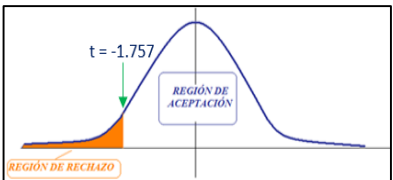
PASO 5. REGLA DE DECISIÓN
 <p>El valor crítico de $t = 2.215$, con un área de 0.05 en una cola, con 2 gl.</p>
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = 9.16$ es > 2.215 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 > u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la adición de fibras de polipropileno en un 55% del peso del cemento, INCREMENTA la resistencia al desgaste de abrasión e impacto.

Anexo F – 6: Mezcla óptima según la forma del agregado grueso

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE III	MEZCLA 5 & MEZCLA 7 (7 DÍAS)	
	MEZCLA 5: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 7: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 5 (Agregado grueso artificial)	Mezcla 7 (Agregado grueso natural)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	130.72	137.94
Desviación estándar (s)	4.22	3.04

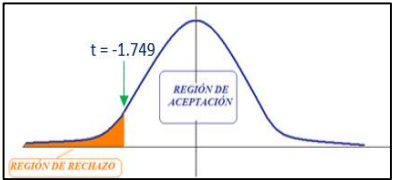
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS
Hipótesis nula : $H_0 : u_1 \geq u_2$ Hipótesis de investigación : $H_1 : u_1 < u_2$
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA
$\alpha : 0.05$
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD
GL : 8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$ $t_o : -4.16$

PASO 5. REGLA DE DECISIÓN
 <p>El valor crítico de $t = -1.757$, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.</p>
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: H_0
PASO 6. CONCLUSIÓN
Puesto que $t_o = -4.16$ es < -1.757 , se rechaza H_0 y se acepta $H_1 : u_1 < u_2$; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la resistencia a la compresión a los 7 días desarrollado de la mezcla 7 con agregado grueso natural, ES MAYOR que la resistencia desarrollada por la mezcla 5 con agregado grueso artificial.

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE III	MEZCLA 5 & MEZCLA 7 (14 DÍAS)	
	MEZCLA 5: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 7: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 5 (Agregado grueso artificial)	Mezcla 7 (Agregado grueso natural)
N° de muestras (n)	9	9
Medía (\bar{x})	170.01	176.40
Desviación estándar (s)	3.89	4.67

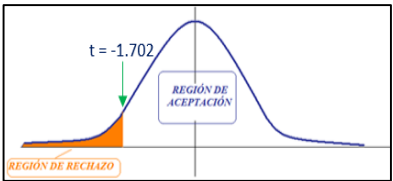
PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	
Hipótesis nula :	Ho : u1 ≥ u2
Hipótesis de investigación :	Hi : u1 < u2
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
α :	0.05
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD	
GL :	8
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA	
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$	to : -3.15

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de t = -1.749, con un área de 0.05 en una cola, con 8 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: Ho	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que to = -3.15 es < -1.749, se rechaza Ho y se acepta Ha: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la resistencia a la compresión a los 14 días desarrollado de la mezcla 7 con agregado grueso natural, ES MAYOR que la resistencia desarrollada por la mezcla 5 con agregado grueso artificial.	

PRUEBA DE HIPÓTESIS FASE III	MEZCLA 5 & MEZCLA 7 (28 DÍAS)	
	MEZCLA 5: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 ARTIFICIAL MEZCLA 7: CON 40% DE FIBRAS DE POLIPROPILENO, AGREGADO GRUESO HUSO 7 NATURAL	

Descripción	GRUPO CONTROL (Gc)	GRUPO EXPERIMENTAL (Ge)
	Mezcla 5 (Agregado grueso artificial)	Mezcla 7 (Agregado grueso natural)
N° de muestras (n)	15	15
Medía (\bar{x})	216.77	229.11
Desviación estándar (s)	8.10	7.16

PASO 1. HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS	
Hipótesis nula :	Ho : u1 ≥ u2
Hipótesis de investigación :	Hi : u1 < u2
PASO 2. NIVEL DE SIGNIFICANCIA	
α :	0.05
PASO 3. GRADOS DE LIBERTAD	
GL :	14
PASO 4. ESTADÍSTICA DE PRUEBA	
$t_o = \frac{(\bar{x}_c - \bar{x}_e) - (u_c - u_e)}{\sqrt{\frac{s_c^2}{n_c} + \frac{s_e^2}{n_e}}}$	to : -4.42

PASO 5. REGLA DE DESICIÓN	
	El valor crítico de t = -1.702, con un área de 0.05 en una cola, con 14 gl.
El estadístico de prueba cae dentro región crítica: se rechaza: Ho	
PASO 6. CONCLUSIÓN	
Puesto que to = -4.42 es < -1.702, se rechaza Ho y se acepta Ha: u1 < u2; con un nivel de significancia de 0.05, se concluye que la resistencia a la compresión a los 28 días desarrollado de la mezcla 7 con agregado grueso natural, ES MAYOR que la resistencia desarrollada por la mezcla 5 con agregado grueso artificial.	

Anexo G: Tabla estadística, nivel de significancia

TABLA A-3		Distribución <i>t</i> Valores críticos <i>t</i>				
		Área en una cola				
		0.005	0.01	0.025	0.05	0.10
Grados de libertad	Área en dos colas					
	0.01	0.02	0.05	0.10	0.20	
1	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078	
2	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886	
3	5.841	4.541	3.182	2.353	1.638	
4	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533	
5	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476	
6	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440	
7	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415	
8	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397	
9	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383	
10	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372	
11	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363	
12	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356	
13	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350	
14	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345	
15	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341	
16	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337	
17	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333	
18	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330	
19	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328	
20	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325	
21	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323	
22	2.819	2.508	2.074	1.717	1.321	
23	2.807	2.500	2.069	1.714	1.319	
24	2.797	2.492	2.064	1.711	1.318	
25	2.787	2.485	2.060	1.708	1.316	
26	2.779	2.479	2.056	1.706	1.315	
27	2.771	2.473	2.052	1.703	1.314	
28	2.763	2.467	2.048	1.701	1.313	
29	2.756	2.462	2.045	1.699	1.311	
30	2.750	2.457	2.042	1.697	1.310	
31	2.744	2.453	2.040	1.696	1.309	
32	2.738	2.449	2.037	1.694	1.309	
34	2.728	2.441	2.032	1.691	1.307	
36	2.719	2.434	2.028	1.688	1.306	
38	2.712	2.429	2.024	1.686	1.304	
40	2.704	2.423	2.021	1.684	1.303	
45	2.690	2.412	2.014	1.679	1.301	
50	2.678	2.403	2.009	1.676	1.299	
55	2.668	2.396	2.004	1.673	1.297	
60	2.660	2.390	2.000	1.671	1.296	
65	2.654	2.385	1.997	1.669	1.295	
70	2.648	2.381	1.994	1.667	1.294	
75	2.643	2.377	1.992	1.665	1.293	
80	2.639	2.374	1.990	1.664	1.292	
90	2.632	2.368	1.987	1.662	1.291	
100	2.626	2.364	1.984	1.660	1.290	
200	2.601	2.345	1.972	1.653	1.286	
300	2.592	2.339	1.968	1.650	1.284	
400	2.588	2.336	1.966	1.649	1.284	
500	2.586	2.334	1.965	1.648	1.283	
750	2.582	2.331	1.963	1.647	1.283	
1000	2.581	2.330	1.962	1.646	1.282	
2000	2.578	2.328	1.961	1.646	1.282	
Grande	2.576	2.326	1.960	1.645	1.282	



TABLA A-6 Valores críticos del coeficiente de correlación de Pearson r

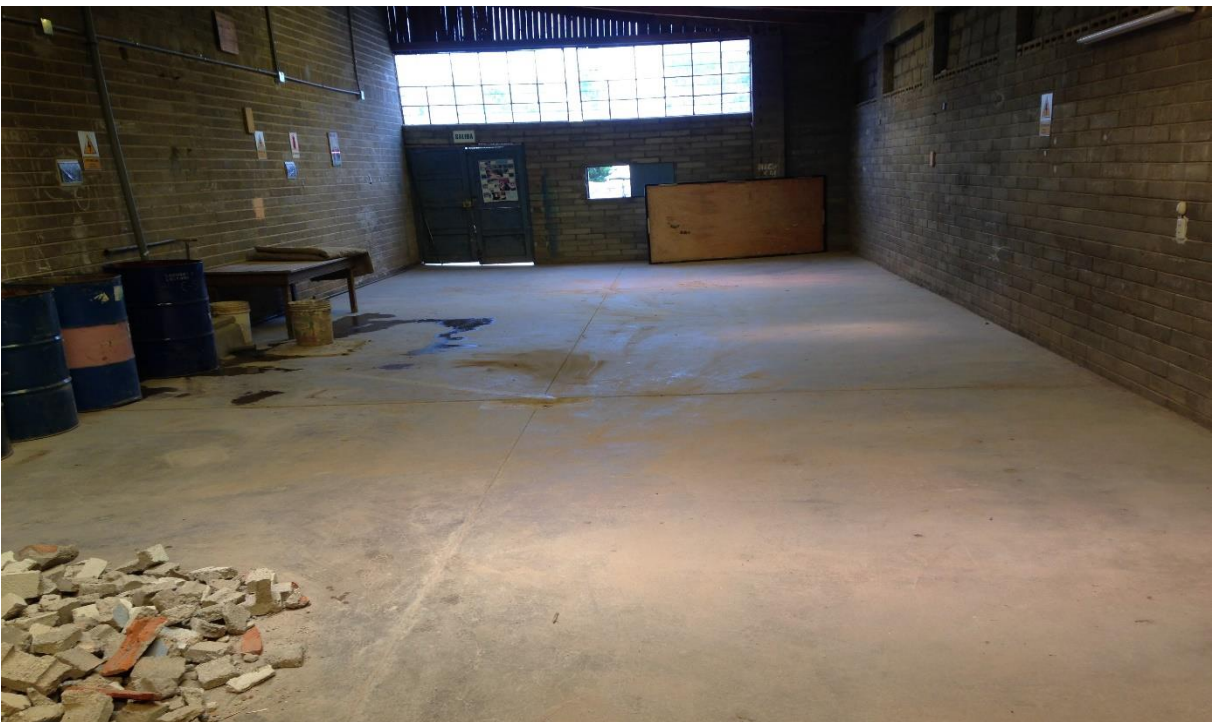
n	$\alpha = .05$	$\alpha = .01$
4	.950	.999
5	.878	.959
6	.811	.917
7	.754	.875
8	.707	.834
9	.666	.798
10	.632	.765
11	.602	.735
12	.576	.708
13	.553	.684
14	.532	.661
15	.514	.641
16	.497	.623
17	.482	.606
18	.468	.590
19	.456	.575
20	.444	.561
25	.396	.505
30	.361	.463
35	.335	.430
40	.312	.402
45	.294	.378
50	.279	.361
60	.254	.330
70	.236	.305
80	.220	.286
90	.207	.269
100	.196	.256

NOTA: Para probar $H_0: \rho = 0$ contra $H_1: \rho \neq 0$, rechace H_0 si el valor absoluto de r es mayor que el valor crítico en la tabla.

Anexo H. Panel fotográfico



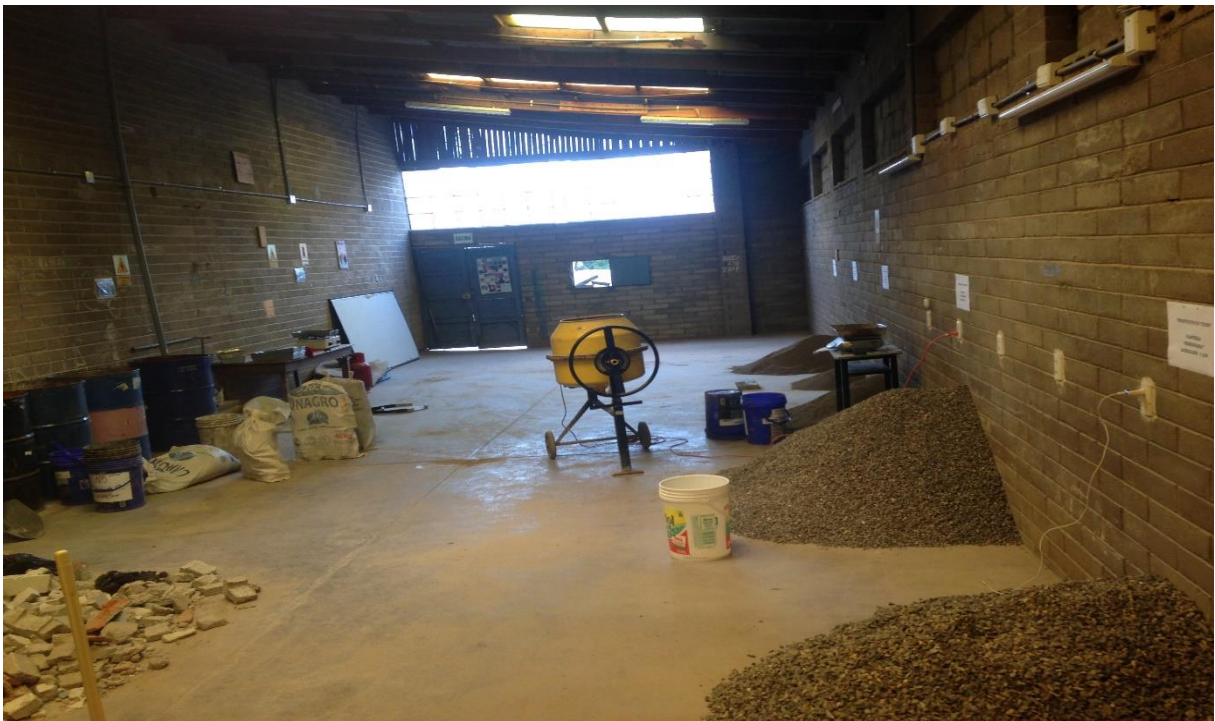
Fotografía 1. Agregados planta chancadora SURUPANA SAC



Fotografía 2. Área de desarrollo de los experimentos



Fotografía 3. *Agregados clasificados según el tamaño y forma*



Fotografía 4. *Etiqueta de áreas de específicas de materiales*



Fotografía 5. *Proporción de materiales para diseño de mezclas*



Fotografía 6. *Moldes usados en para la elaboración de especímenes*



Fotografía 7. *Herramientas utilizadas en el ensayo de asentamiento*



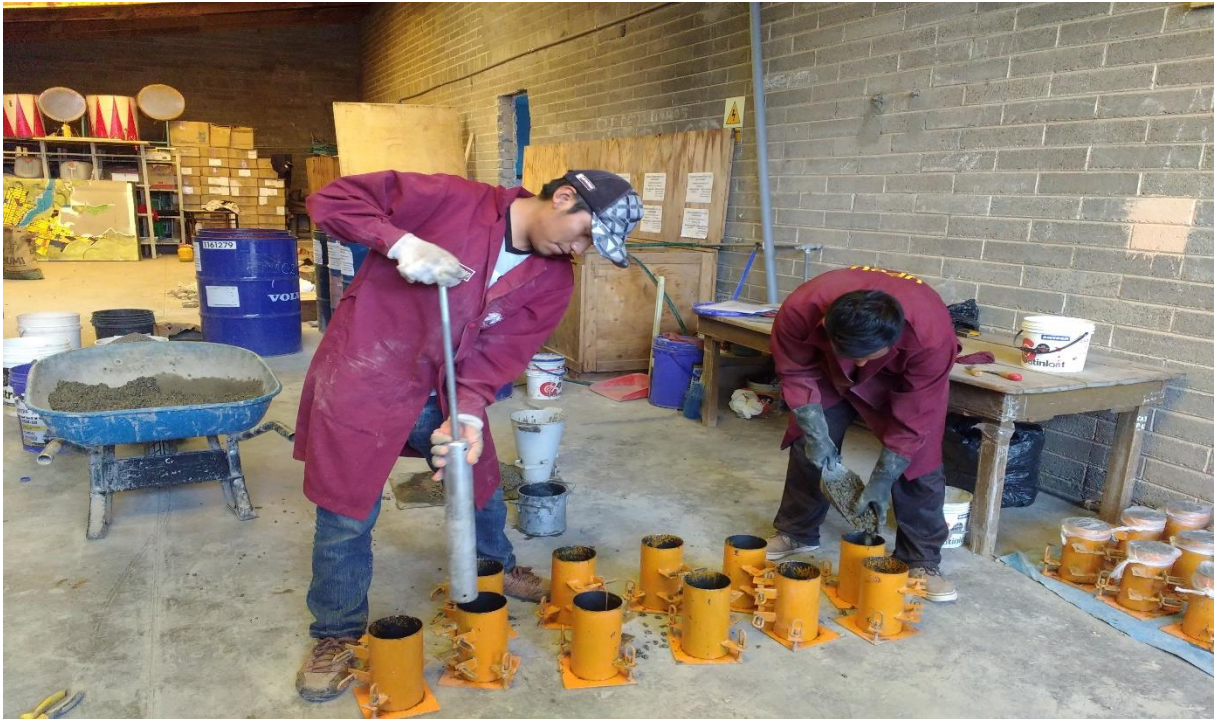
Fotografía 8. *Mezcladora utilizada en la investigación*



Fotografía 9. *Ensayo de asentamiento en cono de abrams (0 slump)*



Fotografía 10. *Ensayo de asentamiento del concreto permeable*



Fotografía 11. *Elaboración de los especímenes de concreto permeable*



Fotografía 12. *Poza de curado de especímenes de concreto permeable*



Fotografía 13. *Equipos para resistencia a la compresión, permeabilidad y desgaste de abrasión e impacto*



Fotografía 14. *Especímenes de concreto permeable separadas por diseño de mezcla*



Fotografía 15. *Especímenes elaborados para los experimentos*



Fotografía 16. *Especímenes previo al ensayo de resistencia a compresión*



Fotografía 17. *Especímenes previo al ensayo de resistencia la desgaste por abrasión e impacto*



Fotografía 18. *Especímenes después del ensayo de resistencia al desgaste de abrasión e impacto*



Fotografía 19. *Agregados para el tramo de prueba de concreto permeable*



Fotografía 20. *Evidencia del trabajo de tramo de prueba*

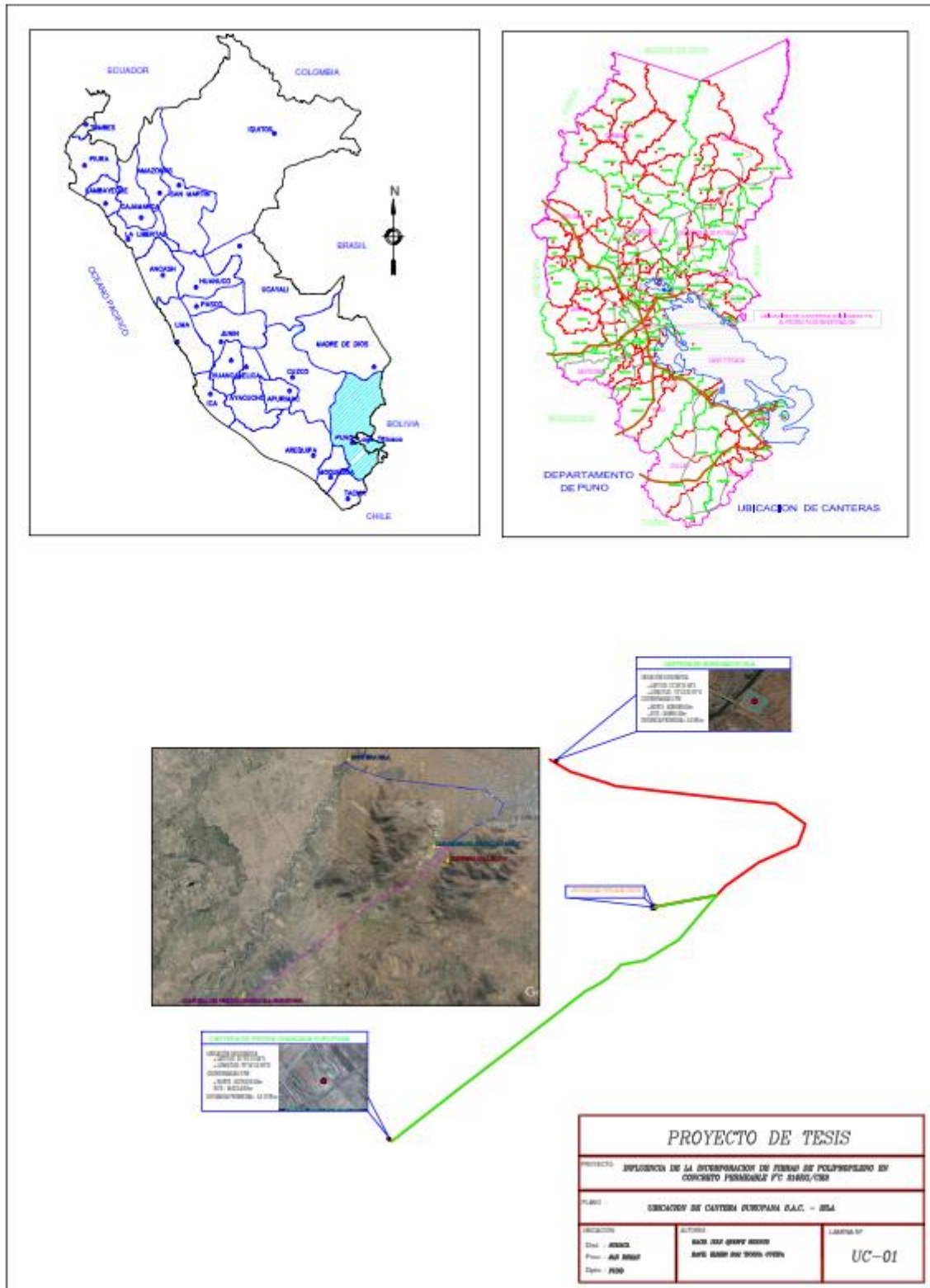


Fotografía 21. Nivelado de la mezcla de concreto permeable




Fotografía 22. Mezcla de concreto permeable

Anexo I. Plano de ubicación



Anexo J. Boleta de compra agregado SURUPANA

 CONSTRUCTORA SURUPANA SAC RUC. 20447647096 Av. CIRCUNVALACIÓN N° 587 - Telf. 801-327079 JULIACA - PUNO		VALE DE SALIDA POR VENTA N° 00695	
Fecha: <u>25</u> / <u>07</u> / <u>16</u>		Día: <u>25</u> Mes: <u>07</u> Año: <u>16</u>	
Referencia: <u>Elvar Isay Ticana Cutipe</u>			
Fecha: _____		Unidad: _____	
Chofer: _____			
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO TOTAL
6	M3 DE PIEDRA CHANCADA		240.00
Nombre: _____			total s/ 240.00
CONSTRUCTORA SURUPANA S.A.C.			