



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

TESIS DE PREGRADO

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE
CONCRETO CON FIBRA PET**

SUSTENTADO POR:

EDGAR EUGENIO PELMAN OSORIO #21311094

JOEL EMILIO MORALES ORTIZ #21341219

KATHERINE NICOLE ZAVALA CASTELLANOS #21341101

PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

SAN PEDRO SULA, CORTES

ENERO ,2018

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA

UNITEC

PRESIDENTE EJECUTIVA

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

VICERRECTORA DE OPERACIONES

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

VICERRECTOR ACADÉMICO

MARLON ANTONIO BREVE REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

COORDINADOR CARRERA INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO

“LOURDES PATRICIA MEJÍA ”

ASESOR TEMÁTICO

“ÁNGEL DAVID FÚNEZ”

MIEMBROS DE LA TERNA:

DERECHOS DE AUTOR

©Copyright 2017

Edgar Eugenio Pellman Osorio

Joel Emilio Morales Ortiz

Katherine Nicole Zavala Castellanos

Todos los derechos son reservados

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACION DE AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACION ELECTRONICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE PREGRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, Edgar Eugenio Pellman Osorio, Joel Emilio Morales Ortiz y Katherine Nicole Zavala Castellanos, de San Pedro Sula autores del trabajo titulado: Concreto Hidráulico adicionado con botellas plásticas de PET recicladas, presentado y aprobado en el año 2017 como requisito para optar al título de profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

En este entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

Edgar Eugenio Pellman Osorio

Joel Emilio Morales Ortiz

Katherine Nicole Zavala Castellanos

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembros de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Lourdes Patricia Mejía
Asesor Metodológico

Ing. Ángel David Fúnez
Asesor Temático

Coordinador de Terna

Miembro de Terna

Miembro de Terna

Miembro de Terna

Ing. Héctor Wilfredo Padilla

Jefe Académico de la Carrera de Ingeniería Civil, UNITEC



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA FACULTAD DE INGENIERÍA Y
ARQUITECTURA**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE
CONCRETO CON FIBRA PET**

AUTORES:

**EDGAR EUGENIO PELLMAN OSORIO, KATHERINE NICOLE ZAVALA CASTELLANOS
Y JOEL EMILIO MORALES ORTIZ**

RESUMEN EJECUTIVO

Honduras ha experimentado cambios relevantes en la industria, que ha repercutido en el aumento de residuos plásticos. Una de las maneras que se puede aprovechar esta situación, es usando fibras plásticas dentro del concreto. De esta manera se puede implementar una nueva técnica de construcción y se podrá dar una solución a este problema.

Partiendo con lo anteriormente descrito, se realizó la siguiente investigación con el fin de poder comprobar si las fibras plásticas PET de botellas recicladas podrían generar un cambio significativo en la resistencia del concreto. De esta manera determinar si es posible usarlo como un agregado más dentro de la mezcla. Los ensayos realizados para dicha investigación fueron basados en las Normas ACI (American Concrete Institute). De acuerdo con dicho estudio, se determinó que las fibras de PET no aportan un valor significativo a la resistencia del concreto. Este valor fue analizado a partir de los cilindros y vigas quebrados a los 7 y 28 días con variación en el porcentaje de PET.

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a Dios que siempre estuvo con nosotros y nos ha apoyado a lo largo de nuestro camino universitario.

A nuestros padres por el gran apoyo que nos han brindado, por siempre tener las palabras adecuadas para seguir adelante y cumplir nuestras metas en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestras familias por el apoyo incondicional que nos han dado a lo largo de esta etapa académica.

A la universidad tecnológica centroamericana por brindarnos el conocimiento académico a lo largo de nuestra carrera de ingeniería civil y mostrarnos los valores estudiantiles.

Agradecemos cordialmente a Duracreto por brindarnos un gran apoyo con los materiales y equipo para poder realizar nuestro proyecto de graduación.

A IMVEMA y CENOSA por la donación del material que necesitábamos para lograr nuestro objetivo.

A nuestros amigos que siempre nos han dado la mano para brindarnos cualquier ayuda y apoyo.

Al Ing. Héctor Padilla, Ing. Mario Cárdenas, Ing. Ángel Fúnez, Ing. Michael Pineda y al Ing. Franklin Figueroa por la ayuda y los consejos que nos dieron para lograr nuestro proyecto graduación y cumplir nuestra meta.

ÍNDICE

CAPITULO I INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	2
2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	3
2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	4
2.4 OBJETIVOS.....	5
2.4.1 OBJETIVO GENERAL	5
2.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	5
2.5 JUSTIFICACIÓN	5
CAPITULO III MARCO TEÓRICO	7
3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS.....	7
3.2 EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS	8
3.3 CLASIFICACIÓN DE FIBRAS.....	9
3.3.1 SEGÚN SU MATERIAL	9
3.3.2 SEGÚN SU TAMAÑO	11
3.4 EL POLIETILENO DE TEREFTALATO	12
3.4.1 PROPIEDADES DEL PET	13
3.5 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL PET.....	16
3.5.1 POLIMERIZACIÓN	16
3.5.2 CRISTALIZACIÓN	18
3.5.3 POST POLIMERIZACIÓN	18
3.7 PROCESO DE TRITURADO.....	18
3.7 MACRO ENTORNO	20
3.8 MICRO ENTORNO	21
3.9 CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS PET	22
CAPITULO IV METODOLOGÍA.....	23
4.1 HIPÓTESIS.....	23
4.1.1 HIPÓTESIS POSITIVA	23
4.1.2 HIPÓTESIS NEGATIVA	23
4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	23

4.2.1	DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	24
4.3	ENFOQUES Y MÉTODOS.....	24
4.3.1	MÉTODOS.....	24
4.3.2	ENFOQUES.....	24
4.3.2.1	ENFOQUE CUANTITATIVO	25
4.3.2.2	ENFOQUE CUALITATIVO	25
4.4	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	25
4.4.1	FUENTE PRIMARIA.....	25
4.4.2	FUENTE SECUNDARIA.....	25
4.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	25
4.5.1	ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS	25
4.5.2	PESOS ESPECÍFICOS	28
4.5.3	COLORIMETRÍA.....	30
4.5.4	REALIZACIÓN DEL CONCRETO	32
4.6	AGREGADOS.....	36
4.6.1	CEMENTO	36
4.6.2	ARENA.....	36
4.6.3	GRAVA	36
4.6.4	PET.....	37
CAPITULO V RESULTADOS Y ANÁLISIS.....		39
5.1	CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE INVESTIGACIÓN	39
5.2	DISEÑO DE MEZCLA.....	39
5.2.1	DOSIFICACIÓN DE CONCRETO BASE F’C 4000 PSI	39
5.2.2	DOSIFICACIÓN DE CONCRETO BASE F’C 5000 PSI	40
5.2.3	DOSIFICACIÓN DE CONCRETO CON FIBRAS CON F’C 4000 PSI	40
5.2.4	DOSIFICACIÓN DE CONCRETO CON FIBRAS CON F’C 5000 PSI	43
5.3	RESULTADOS A COMPRESION DE LOS CILINDROS A LOS 7 DÍAS.....	44
5.3.1	RESULTADOS DE CILINDROS BASE	44
5.3.2	RESULTADOS DE CILINDROS CON 3% DE PET	45
5.3.3	RESULTADOS DE CILINDROS CON 5% DE PET	47
5.4	RESULTADOS COMPORTAMIENTO A TENSION DE LAS VIGAS A LOS 7 DIAS	48
5.4.1	RESULTADOS DE VIGAS BASE.....	48
5.4.2	RESULTADOS DE VIGAS CON 3% DE PET	49
5.4.3	RESULTADOS DE VIGAS CON 5% DE PET	51
5.4.4	RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS CILINDROS.....	52
5.4.5	RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS VIGAS.	53

5.5 RESULTADOS Y COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS A LOS 28 DÍAS.....	54
5.5.6 RESULTADOS DE CILINDROS BASE A 28 DIAS.....	54
5.5.7 RESULTADOS DE CILINDROS CON %3 DE FIBRA A 28 DIAS.....	55
5.5.8 RESULTADOS DE CILINDROS CON %5 DE FIBRA A 28 DIAS.....	56
5.6 RESULTADOS COMPORTAMIENTO A TENSION DE LAS VIGAS A LOS 28 DIAS.....	57
5.6.1 RESULTADOS DE VIGAS BASE.....	57
5.6.2 RESULTADOS DE VIGAS CON 3% DE PET.....	58
5.6.3 RESULTADOS DE VIGAS CON %5 DE PET.....	59
5.6.4 RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS CILINDROS A 28 DIAS.....	60
5.6.5 RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS VIGAS A 28 DIAS.....	61
5.7 ANALISIS DE COMPARACIÓN.....	62
5.7.1 ANALISIS DE COMPARACION A 7 DIAS.....	62
5.7.1 ANALISIS DE COMPARACION A 28 DIAS.....	66
5.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	70
5.8.1 PRUEBA DE NORMALIDAD.....	70
5.8.2 PRUEBA DE NORMALIDAD DE KOLMOGÓROV-SMIRNOV.....	70
5.8.3 PRUEBAS PARAMÉTRICAS.....	70
5.8.4 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS.....	71
5.8.5 RESULTADOS ESTADISTICOS.....	71
5.9 PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	95
5.9.1 PRESUPUESTO PARA CONCRETO F'C 4000 PSI CON AGREGADO PET.....	96
5.9.2 TABLA DE PRESUPUESTO PARA CONCRETO F'C 5000 PSI CON AGREGADO PET.....	98
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
6.1 CONCLUSIONES.....	100
6.2 RECOMENDACIONES.....	102
CAPITULO VII APLICABILIDAD.....	103
CAPITULO VIII EVOLUCIÓN DEL TRABAJO ACTUAL.....	104
8.1 BIBLIOGRAFÍA.....	104
8.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	107
8.3 ANEXOS.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Porcentaje de residuos encontrados en el desagüe en Francisco Morazán.....	2
Figura 2 Clasificación de las Fibras.....	10
Figura 3 Composición Porcentual del PET.....	13
Figura 4 Proceso de Esterificación en el PET.....	17
Figura.5 Producto final.....	19
Figura 6 Distribución global de la producción de PET.....	20
Figura 7. Cuadro de variables.....	23
Figura 8 Especificaciones del PET.....	37
Figura 9 Comparación cilindros base VS. cilindros PET, de F'C 5000PSI a los 7 días.....	62
Figura 10 Comparación cilindros base VS. cilindros con PET de F'C 4000 PSI a los 7 días.....	63
Figura 11 Comparación de vigas base Vs. vigas PET con F'C de 4000PSI a los 7 días.....	64
Figura 12 Comparación de vigas base vs vigas PET F'C de 5000 a los 7 días.....	65
Figura 13. Comparación cilindros base VS. cilindros con PET de F'C 5000 PSI a los 28 días.....	66
Figura 14 Comparación cilindros base VS. cilindros con PET de F'C 4000PSI a los 28 días.....	67
Figura 15 Comparación de vigas base VS. vigas PET, de F'C 5000 PSI a los 28 días.....	68
Figura 16 Comparación de vigas base VS. vigas PET, de F'C 4000 PSI a los 28 días.....	69
Figura 17 Grafica de probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo a 7 días.....	71
Figura 18 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo, PET 3% a 7 días.....	72
Figura 19 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo, PET 5% a 7 días.....	73
Figura 20 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo a 7 días.....	73
Figura 21 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo, PET 3% a 7 días.....	74
Figura 22 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo, PET 5% a 7 días.....	74
Figura 23 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo a 7 días.....	75
Figura 24 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo, PET 3% a 7 días.....	75
Figura 25 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo, PET 5% a 7 días.....	76
Figura 26 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo a 28 días.....	76
Figura 27 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo, PET 3% a 28 días.....	77
Figura 28 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo, PET 5% a 28 días.....	77
Figura 29 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo a 7 días.....	78

Figura 30 Probabilidad para compresión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 3% a 28 días.....	78
Figura 31 Probabilidad para compresión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 5% a 28 días.....	79
Figura 32 Probabilidad para compresión $F'c= 5000$ psi sin aditivo a 28 días.....	79
Figura 33 Probabilidad para compresión $F'c= 5000$ psi sin aditivo, PET 3% a 28 días.....	80
Figura 34 Probabilidad para compresión $F'c= 5000$ psi sin aditivo, PET 5% a 28 días.....	81
Figura 35 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 7 días.	82
Figura 36 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi con aditivo a 7 días.	82
Figura 37 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 5000$ psi sin aditivo a 7 días.	83
Figura 38 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 28 días.....	83
Figura 39 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi con aditivo a 28 días.....	84
Figura 40 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 5000$ psi sin aditivo a 28 días.....	84
Figura 41 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 7 días.....	85
Figura 42 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 3% a 7 días.....	86
Figura 43 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 5% a 7 días.....	86
Figura 44 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo a 7 días.....	87
Figura 45 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 3% a 7 días.....	87
Figura 46 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 5% a 7 días.....	88
Figura 47 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 28 días.	88
Figura 48 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 3% a 28 días.	89
Figura 49 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 5% a 28 días.	89
Figura 50 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo a 28 días.....	90
Figura 51 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 3% a 28 días.....	90
Figura 52 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 5% a 28 días.....	91
Figura 53 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 7 días.	92
Figura 54 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi con aditivo a 7 días.	93
Figura 55 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 28 días.....	93
Figura 56 Comparación de Resistencias vs Muestras, $F'c= 4000$ psi con aditivo a 28 días.....	94
Figura 57 Proceso para la preparación del PET	111
Figura 58 Curva Granulométrica para PET	112
Figura 59 Curva Granulométrica para agregado fino.....	113
Figura 60 Curva Granulométrica para agregado grueso de 1 1/2".....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de fibras con sus características	11
Tabla 2. Ficha Técnica PET	14
Tabla 3 Características de los tipos de Xileno.....	16
Tabla 4 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 4000 PSI.....	39
Tabla 5 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 5000 PSI.....	40
Tabla 6 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 4000 PSI con 3% de PET.....	41
Tabla 7 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 4000 PSI con 5% de PET.....	42
Tabla 8 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 5000 PSI con 3% de PET.....	43
Tabla 9. Cilindros base de f'c 4000 PSI con Aditivo DX4, a los 7 días.....	44
Tabla 10. Cilindros base de f'c 4000 PSI sin aditivo, a los 7 días.....	44
Tabla 11. Cilindros base de f'c 5000 PSI, a los 7 días.....	45
Tabla 12. Cilindros de f'c 4000 PSI con 3% de PET, a los 7 días.....	45
Tabla 13. Cilindros de f'c 4000 con 3% de PET y aditivo DX4, a los 7 días.....	46
Tabla 14. Cilindros de f'c 5000 PSI con 3% de PET, a los 7 días.....	46
Tabla 15. Cilindros de f'c 4000 PSI con 5% de PET y aditivo DX4, a los 7 días.....	47
Tabla 16. Vigas base de f'c 4000, a los 7 días.....	48
Tabla 17. Vigas de f'c 4000 sin aditivo, a los 7 días.....	48
Tabla 18. Vigas de f'c 5000, a los 7 días.....	49
Tabla 19. Vigas f'c 4000, a los 7 días.....	49
Tabla 20. Vigas f'c 4000 con aditivo, a los 7 días.....	50
Tabla 21. Vigas f'c 5000, a los 7 días.....	50
Tabla 22. Vigas f'c 4000, a los 7 días.....	51
Tabla 23. Vigas f'c 4000 con aditivo, a los 7 días.....	51
Tabla 24. Resumen de valores promediados.....	52
Tabla 25. Resumen de valores promediados.....	53
Tabla 26 Resultados a compresión a 28 días.....	54
Tabla 27 Resultados de cilindros a compresión con 3% de PET a 28 días.....	55
Tabla 28 Resultados de los cilindros a compresión con 5% de PET a 28 días.....	56
Tabla 29 resultados de las vigas base a flexión a 28 días.....	57

Tabla 30 Resultados de vigas con 3% de PET a 28 días.....	58
Tabla 31 Resultados de vigas con 5% de PET a 28 días.....	59
Tabla 32 Resumen de valores promedio 28 días.....	60
Tabla 33 Resumen de valores promedio a los 28 días.....	61
Tabla 46 Presupuesto comercial para concreto base con F'C de 4000PSI por metro cubico.....	95
Tabla 47 Presupuesto comercial para concreto base con F'C de 5000PSI por metro cubico.....	95
Tabla 48 Presupuesto de concreto F'C 4000PSI con 3% de PET por metro cubico.....	96
Tabla 49 presupuesto concreto de F'C 4000PSI con 5% de PET por metro cubico.....	96
Tabla 50 Presupuesto de concreto base F'C 4000PSI con aditivo DX por metro cubico.....	97
Tabla 51 Presupuesto de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 3% de PET por metro cubico.	97
Tabla 52 Presupuesto concreto de F'C 4000PSI con 5% de PET y Aditivo por metro.....	98
Tabla 53 Presupuesto concreto de F'C 5000PSI con 3% de PET por metro cubico.....	98
Tabla 54 Presupuesto concreto de F'C 5000 con 5% de PET por metro cubico.....	99
Tabla 55 Planificación de las actividades de la semana 3 hasta la semana 6	107
Tabla 56 Planificación de actividades de la semana 7	108
Tabla 57 Planificación de actividades de la semana 8 hasta la semana 11.....	109
Tabla 58 Planificación de actividades de la semana 12 y 13	110
Tabla 59 Análisis Granulométrico para PET.....	111
Tabla 60 Análisis Granulométrico para agregado fino.....	112
Tabla 61 Análisis Granulométrico para agregado grueso de 1 1/2"	113
Tabla 62 Ensayo de Peso Unitario en agregado fino.....	114
Tabla 63 Ensayo de Peso Unitario en agregado grueso 1 1/2".....	115
Tabla 64 Ensayo de Gravedad Especifica en agregado grueso 1 1/2"	117
Tabla 65 Ensayo de Gravedad Especifica en agregado fino.....	118

GLOSARIO

PET: Polietileno de tereftalato, tipo de plástico utilizado en envases de bebidas y textiles.

Concreto fibrorreforzado: concreto que incluye la utilización de fibras en el interior de la matriz de la mezcla, que tiene como finalidad la formación de un material compuesto, en el cual el conglomerado, que ya puede ser considerado un material constituido por un esqueleto de agregados dispersos, en una matriz de pasta de cemento hidratada, está unido a un elemento de refuerzo por un material fibroso de diferente naturaleza.

Fibras multifilamento: fibra diseñada para ser mezclada con hormigones y morteros con el fin de aumentar su durabilidad y evitar la fisuración.

Fibras poliméricas: Elementos rectos o deformados de material extruidos, orientado y cortado, apropiados para su mezcla homogénea con hormigón o mortero.

Xileno: Es un líquido incoloro que se encuentra naturalmente en el petróleo crudo. Este líquido es usado en el proceso de polimerización en la producción del PET.

Pellets de plástico: Granos precedentes a la obtención del PET.

Módulo de ruptura: la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión.

Mezcla base o de control: Es aquella mezcla de concreto que no se le agregó fibras y se usa como comparación.

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

El concreto es un material de construcción, el cual se ha utilizado como la solución más común para enfrentar los retos constructivos de infraestructura, a nivel mundial destaca el desarrollo de materiales de alto empeño. A lo largo del tiempo se ha tratado de mejorar las propiedades mecánicas del concreto, en especial la fisuración que es producto de la baja resistencia a la tracción. Una fisura en un elemento estructural representa, desde las malas prácticas y aplicaciones en los procedimientos constructivos, hasta los efectos de la mala composición de agregados dentro del concreto.

En la actualidad hay un alto desperdicio de PET, por lo cual es un material que puede ser obtenido en casi cualquier parte del mundo. Con esto surge la interrogante, ¿Qué sucederá con las propiedades físico – mecánicas del concreto al interactuar con fibras de PET? Debido a la falta de material referente en Honduras, este documento puede servir como base para futuras investigaciones de este tipo y poder tener una alternativa al concreto hidráulico tradicional.

La mayor limitante es la obtención de las fibras molidas para la realización de la investigación, por lo cual se debería de buscar en el mercado local algún proveedor de este material para tener lo necesario para la realización de todos los ensayos necesarios. Otra limitante que puede generar contratiempo es la recolección de la materia prima ya que la mayoría de personas no tienen la educación para botarlo en el lugar correcto y convertirlo en PET.

En el capítulo II se encuentra el planteamiento del problema con sus objetivos generales, específicos y su justificación. El capítulo III se encuentra el marco teórico que reúne información acerca del proyecto efectuado. Hablando tanto de las fibras como el concreto y su relación. En el capítulo IV encontramos la metodología que se empleará en el informe. Capítulo V se mostrara todos los resultados de las pruebas y el desempeño del concreto con fibra PET. En el capítulo VI se darán a conocer las conclusiones y recomendación. Y por último en el capítulo VII se emplea la aplicabilidad del proyecto en futuras obras en los proyectos.

CAPITULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Actualmente todos los productos líquidos en el mercado se venden en presentación de envases plásticos. Estos envases son derivados del petróleo y sustancias formadas por macro-células orgánicas llamadas polímeros. Su degradación puede durar años, produciendo un gran incremento en la contaminación del medio ambiente. Las empresas juegan un papel muy importante, dado a que existe una insuficiencia a la hora del tratamiento a estos desechos. La cultura hondureña ha perdido la noción de la responsabilidad social en cuanto al hábito de cuidar el medio ambiente dentro del país. Una de las razones por la cual los hondureños no tienen el hábito del reciclaje, es porque no se les ha inducido la educación adecuada para poder llegar a tener una conciencia social del problema.

Según (Fumero, 2010) hace constar que en la zona del vado que conduce a la aldea de Cofradía, dentro del departamento de Francisco Morazán, los desagües están abarrotados de todo tipo de basura como se muestra en la figura 1. Esto provoca la obstrucción de paso del agua, produciendo de esta manera inundaciones.

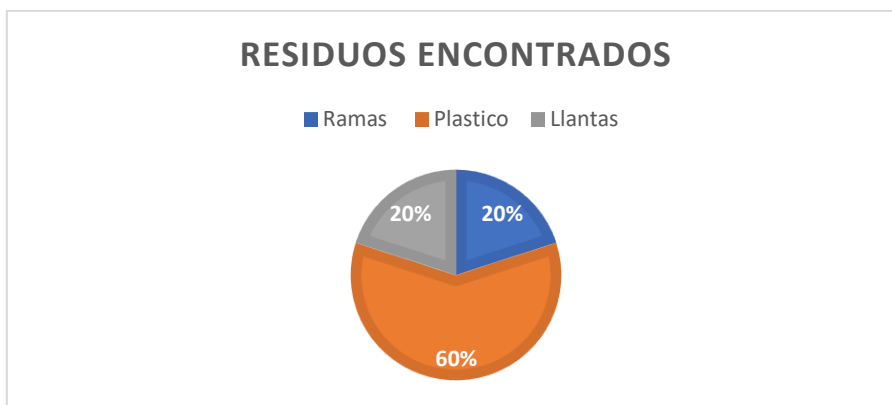


Figura 1 Porcentaje de residuos encontrados en el desagüe en Francisco Morazán

Fuente: (Fumero, 2010)

Tomando en cuenta la información dada en la figura 1, las pequeñas comunidades hondureñas están siendo afectadas por los residuos de la basura que obstruyen el paso del agua en los ríos. Teniendo en cuenta estos tipos de problemas, algunas empresas han tratado de convertir el desperdicio de plástico en pequeñas fibras. Estas fibras se están utilizando, ya sea para la regeneración del mismo plástico, o como agregado en el concreto con la oportunidad de mejorar las propiedades mecánicas presentes.

Por mucho tiempo, uno de los problemas más severos que se ha presentado en el concreto hidráulico es el agrietamiento. El agrietamiento o fisuramiento pueden llegar a desarrollarse en el hormigón durante las primeras 24 horas después de su colocación, esto se debe a la contracción plástica. Esto ocurre antes que el concreto llegue alcanzar su resistencia inicial, por lo que se usan fibras para evitar esta problemática. Existen dos grandes grupos de fibras las cuales son las orgánicas e inorgánicas. Dentro de las fibras inorgánicas o sintéticas están, el vidrio, acero, poliéster, nylon, polietileno, carbón, y acrílico, mientras que en las fibras orgánicas se encuentra las hojas, tallos, cascaras, etc.

Previo a lo dicho, la Universidad Tecnológica Centroamericana y su departamento de ingeniería civil, se ha propuesto como tema de investigación, el análisis del concreto con fibras plásticas (PET).

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

La situación socioeconómica existente en el país y en el mundo, requieren urgentemente de nuevos productos y a la vez nuevas técnicas de construcción, que permitan mejorar los procesos constructivos y las propiedades índices de los materiales. Debido a la poca información que hay de nuevos métodos de concreto con fibras orgánicas e inorgánicas y cabe destacar que solo el 15% de los residuos plásticos generados en el país se está destinando al reciclaje significando que un 85 % del residuo se está destinando al botadero contaminando grandemente el ambiente (Centro nacional de producción mas limpia de Honduras, 2008), y por esta razón se ha decidido

realizar un estudio acerca del concreto con fibra plástica(PET), a manera de poder reducir el desperdicio de plástico y mejorar las propiedades mecánicas del concreto tales como resistencia a la compresión y tracción.

2.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Partiendo de la información expuesta previamente se ha propuesto elaborar de manera metodológica una investigación acerca del concreto con fibra plástica(PET).

¿Qué beneficios y aplicabilidad le dará el plástico(PET) a la resistencia a tensión y compresión del concreto?

2.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son los valores de resistencia a la compresión y tensión del concreto hidráulico con fibras de plástico PET?
2. ¿Cuáles son los valores de resistencia a tensión y compresión del concreto hidráulico sin fibras de plástico PET?
3. ¿Cuáles son los valores de resistencia a la compresión y tensión del concreto hidráulico con aditivo DX y fibras de plástico PET?
4. ¿Cuál es el porcentaje óptimo de fibras de plástico PET que se debe de usar en el concreto hidráulico?

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de las propiedades mecánicas del concreto con adición de fibras de plástico PET, en San Pedro Sula.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1) Determinar la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura para concreto con un $F'c=4000$ psi, variando el porcentaje de fibra.
- 2) Determinar la relación entre la resistencia a la contracción y el módulo de ruptura para concreto con un $F'c=4000$ psi, con aditivo, variando el porcentaje de fibra.
- 3) Determinar la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura para concreto con un $F'c=5000$ psi, variando el porcentaje de fibra.
- 4) Comparar la resistencia a contracción y módulo de ruptura de las muestras bases (sin fibra) y las muestras con fibras.

2.5 JUSTIFICACIÓN

Debido a que en las diferentes situaciones presentadas en campo o en laboratorio el concreto presenta comportamientos durante el fraguado que permiten ver sus debilidades como lo son fisuraciones por asentamiento o contracción plástica, teniendo en cuenta las necesidades para el mejoramiento del concreto se pensó utilizar en la mezcla, agregado plástico (PET) para mejorar sus características. Con el uso correcto del PET se logran elaborar concretos tan eficaces como el concreto convencional, resaltando así la importancia de las características en cuanto a su base polimérica, excelentes cualidades, propiedades químicas y físicas. Este proyecto de concreto con PET disminuirá el camino de la contaminación en Honduras ya que del plástico de las botellas plásticas trituradas son las que se utilizaran la mezcla de concreto.

Las industrias de las concreteras han venido implementando a la mezcla aditivos u otros materiales con mejores características físicas que optimicen la calidad del producto que sale de las plantas. Lo que se quiere lograr con la adición de fibras plásticas es que el concreto tenga un mejor comportamiento al momento de trabajar bajo flexión.

La siguiente investigación aporta académicamente a los alumnos para conocer de nuevas fibras en el concreto hidráulico. Fortalecer los conocimientos estudiantiles en el área de investigación de concretos con fibras para mejorar sus características. Con el fin de incentivar a futuros ingenieros a investigar más acerca de este tema para el desarrollo del país.

CAPITULO III MARCO TÉORICO

El concreto hidráulico es una mezcla esencial en la construcción, que consta de varios elementos como el cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y en algunas ocasiones aditivos. Actualmente es el material más usado dentro de la industria de la construcción, por sus amplios beneficios. La variedad de beneficios consta en su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía. Así mismo el concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo con las normas establecidas para fines de aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado.

Contrariamente a lo que se ha expresado, existen varias desventajas en el concreto, entre ellas está el excesivo peso que contribuye a la estructura, se debe de asociar con el acero para poder resistir a las fuerzas de tensión y es bien propenso a fisurarse. Por lo que se han realizado estudios en los cuales demuestran que, agregando fibras, mejora las condiciones del concreto disminuyendo las desventajas existentes.

3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

Desde épocas ancestrales, las fibras han sido usadas para reforzar materiales frágiles que tuvieron usos estructurales, como el adobe. Por ejemplo, el pelo de caballo se utilizaba como refuerzo en el mortero para mampostería. En el ACI Comité 544 (1999) hacen mención de la casa más antigua situada en los Estados Unidos fue construida en 1565 simplemente con adobe con refuerzo de fibras de paja.

Según el profesor James Romualdi (Estados Unidos Patent No. 4242851, 1964), uno de los pioneros de la construcción de materiales con fibras de acero, señala que una de las primeras referencias al uso de las fibras como refuerzo de materiales de construcción, aparece en la Biblia. Cuando Moisés y Aaron pidieron al Faraón permiso para traer a los israelitas del desierto durante tres días para trabajar en la construcción, el Faraón negó la petición diciendo "De aquí en adelante no daréis paja al pueblo para hacer ladrillo, como hasta ahora; vayan ellos y recojan por si mismos la paja." (Éxodo, Capítulo 5, Versículo 7 RNVA).

Entre las dos guerras mundiales los estudios se incrementaron y la primera gran obra donde se usan fibras de acero se le atribuye al Arq. Ing. Pier Luigi Nervi, llamado el padre o redescubridor del ferrocemento, cuando construye la cúpula del Palacio de los Deportes de Roma en 1946 (Nervi, 2011).

A partir de 1960, con los estudios llevados a cabo por James Romualdi en Estados Unidos, se incorporaron las fibras metálicas, especialmente las de acero y las de vidrio, para fabricar un concreto consolidado de elementos discontinuos y distribuidos aleatoriamente, así lo expresa Zarco (2002). Sin embargo, no fue hasta 1971 cuando en los Estados Unidos se hicieron los primeros estudios e investigaciones dirigidos al uso del concreto consolidado con fibras, las que desde entonces han sido elementos indispensables en la construcción.

En la actualidad, estos ejemplos de los antepasados han abierto la puerta para nuevas investigaciones utilizando otro tipo de fibras como son, las fibras metálicas, sintéticas, de vidrio y naturales. El American Concrete Institute (ACI) crea el Comité 544 para el estudio, análisis y seguimiento de los hormigones fibrorreforzados (FRC, por sus siglas en inglés).

3.2 EL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS

El concreto reforzado con fibras se define como aquellos concretos que incluyen en su mezcla fibras cortas, y distribuidos por sobre toda la masa.

Las fibras soportan esfuerzos de tracción que transmiten por adherencia al concreto, controlan la fisuración y reducen la intensidad de la misma a la vez que mejoran la tenacidad. Las fibras son empleadas en aplicaciones estructurales en busca de beneficios adicionales en cuanto al incremento de la durabilidad y reducción o eliminación del refuerzo tradicional (International Union of Laboratories and Experts in construction materials, 2004).

Según Baldenebro (2015) la elección del tipo de fibra generalmente está condicionada por la aplicación que se le vaya a dar, pero también influyen factores económicos, de disponibilidad de materiales y de durabilidad.

3.3 CLASIFICACIÓN DE FIBRAS

Las fibras utilizadas como refuerzo en el concreto se pueden clasificar según diferentes consideraciones. Como ya se ha aclarado, las fibras se dividen en dos grandes grupos que son las hechas por el hombre y las naturales.

3.3.1 SEGÚN SU MATERIAL

Fibras metálicas, son fibras hechas a partir de alambre trefilado, de acero bajo en carbono y caracterizadas por su elevado límite elástico de 800 a 1500 Mpa, permiten habitualmente sustituir por completo el armado tradicional del hormigón a base de mallas y barras de acero corrugado.

Fibras sintéticas, es una fibra textil que proviene de diversos productos derivados del petróleo. Las fibras artificiales no son sintéticas, pues estas pueden proceder de materiales naturales. Estas fibras pueden estar compuestas por acrílico, aramid, carbón, polipropileno, polietileno, nylon, poliéster etc.

Fibras de vidrio, son secciones discretas de vidrios resistentes al álcali. El vidrio se conoce comúnmente como un material aislante. Las mezclas con fibra de vidrio ofrecen una alta resistencia al fuego, a la corrosión y al ataque biológico de microorganismos, sin importar las condiciones ambientales a las que se somete el concreto.

Fibras naturales, son las fibras más comunes y las primeras que fueron utilizadas en los tiempos antiguos. Estas fibras provienen de orígenes como coco, sisal, madera, caña de azúcar, yute, bambú etc. tal como se muestra en la figura 2. También existen fibras naturales de origen animal, sin embargo, se han empleado muy poco. Mancias (2000) comenta, que a principios del siglo XIX en Estados Unidos se utilizó el pelo de caballo y los resultados no fueron formidables.

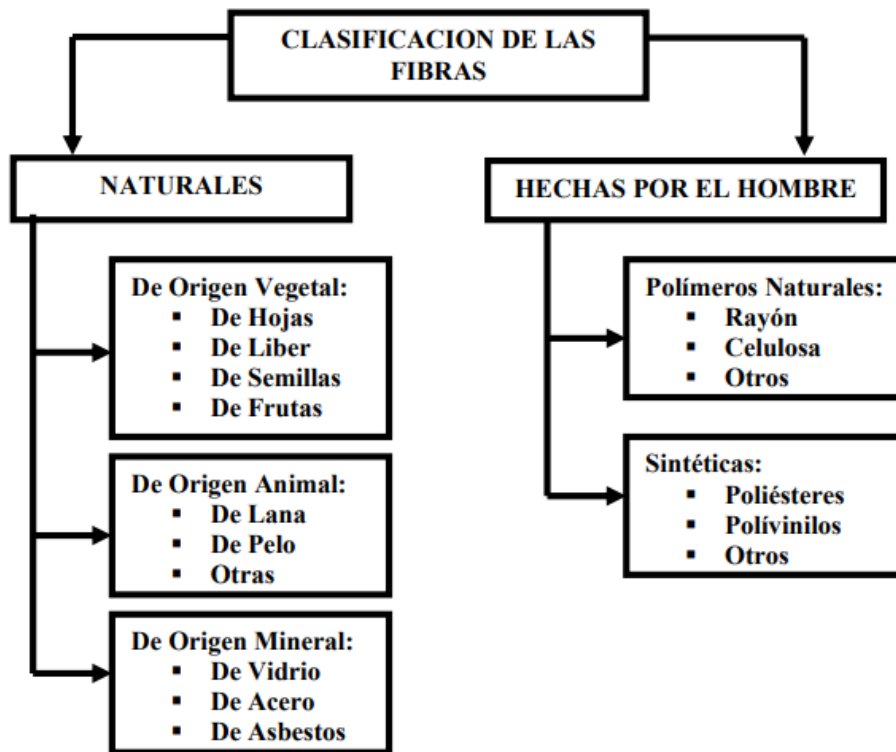


Figura 2 Clasificación de las Fibras

Fuente: (Mancias , Artola, & Hernandez, 2000)

Con referencia a la figura 1, la naturaleza y el tipo de fibras determinan la efectividad de la acción reforzante y la eficacia de la transmisión. La elección del tipo de fibra generalmente está condicionada por la aplicación que se le vaya a dar, pero también influyen factores económicos, de disponibilidad de materiales y de durabilidad (Baldenebro Lopez, 2015). En la tabla 1, se muestra algunas de las diferentes clases de fibras con su diámetro equivalente, la resistencia a tracción, el módulo de elasticidad y su capacidad de alargamiento.

Tabla 1 Tipos de fibras con sus características

Tipo de Fibra	Diámetro Equivalente (mm)	Densidad (kg/m ³)	Resistencia a Tracción (MPa)	Módulo de Young (GPa)	Alargamiento de Rotura (%)
Acrílico	0.02-0.35	1100	200-400	2	1.1
Asbesto	0.0015-0.02	3200	600-1000	83-138	1-2
Algodón	0.2-0.6	1500	400-700	4.8	3-10
Vidrio	0.005-0.15	2500	1000-2600	70-80	1.5-3.5
Grafito	0.008-0.009	1900	1000-2600	230-415	0.5-1
Aramida	0.01	1450	3500-3600	65-133	2.1-4
Nylon	0.02-0.4	1100	760-820	4.1	16-20
Poliéster	0.02-0.4	1400	720-860	8.3	11-13
Polipropileno	0.02-1	900-950	200-760	3.5-15	5-25
Polivinil alcohol	0.027-0.660	1300	900-1600	23-40	7-8
Carbón	-	1400	4000	230-240	1.4-1.8
Rayón	0.02-0.38	1500	400-600	6.9	10-25
Basalto	0.0106	2593	990	7.6	2.56
Polietileno	0.025-1	960	200-300	5.0	3
Sisal	0.08-0.3	760-1100	228-800	11-27	2.1-4.2
Coco	0.11-0.53	680-1020	108-250	2.5-4.5	14-41
Yute	0.1-0.2	1030	250-350	26-32	1.5-1.9
Acero	0.15-1	7840	345-3000	200	4-10

Fuente: (Baldenebro Lopez, 2015), (American Concrete Institute , 2010)

En relación con la tabla 1, puede observarse, existe una variedad de fibras de las cuales cada una funciona de una manera particular, dependiendo del uso que se le quiera dar. Las fibras soportan esfuerzos de tracción que transmiten por adherencia al concreto, controlan la fisuración y reducen la intensidad de la misma a la vez que mejoran la tenacidad.

3.3.2 SEGÚN SU TAMAÑO

Microfibras, normalmente son fibras de plásticos, polietileno, nylon, que ayudan a reducir la segregación de la mezcla de concreto y previenen la formación de fisuras por retracción plástica durante la construcción. Las fibras multifilamento permiten tener mejor resultados y sus longitudes entre los 12 y los 75 mm y se dosifican en el concreto entre 0.6 kg/m³ y 1 kg/m³ (Sossa, 2007).

Se trata de dosificaciones bien bajas, pero son bastante eficientes. Las microfibras a diferencia que las macro fibras tratan con las probables fisuras en el concreto después de las 24 horas.

Macro fibras, estas fibras están destinadas a prevenir la fisuración después que el concreto haya fraguado. Reduce el ancho de la fisura si está se presenta. Su diámetro oscila entre los 0.25 mm y 1.5 mm con longitudes variables entre 13 mm y 70 mm (Sossa, 2007) . Generalmente son de materiales como acero, vidrio, materiales sintéticas o naturales, los cuales se utilizan como refuerzo distribuido en todo en espesor del elemento y orientado en cualquier dirección.

3.4 EL POLIETILENO DE TEREFALATO

El polietileno de tereftalato, también conocido como PET, es un tipo de plástico que forma parte del grupo de los termoplásticos (Fumero, 2010). Es por esta razón por la cual es posible reciclarlo. Algunas compañías manufacturan el PET y otros poliésteres bajo diferentes marcas comerciales, por ejemplo, en los Estados Unidos y el Reino Unido. El PET es un poliéster aromático derivado del petróleo que ha desplazado en gran proporción la aplicabilidad del cloruro de polivinilo (PVC), del polietileno (PE) y del polipropileno (PP).

El PET fue producido por primera vez en 1941 por los científicos británicos Whinfield y Dickson, quienes lo patentaron como polímero para la fabricación de fibras (Ojeda, 2011). Se debe recordar que su país estaba en plena guerra y existía gran necesidad de buscar sustitutos para el algodón proveniente de Egipto.

A partir de 1946 se empezó a utilizar industrialmente como fibra y su uso textil. En 1952 se comenzó a emplear en forma de film para el embasamiento de alimentos. Pero la aplicación que le significó su principal mercado fue en envases rígidos, a partir de 1976; pudo abrirse camino gracias a su particular aptitud para el embotellado de bebidas carbonatadas.

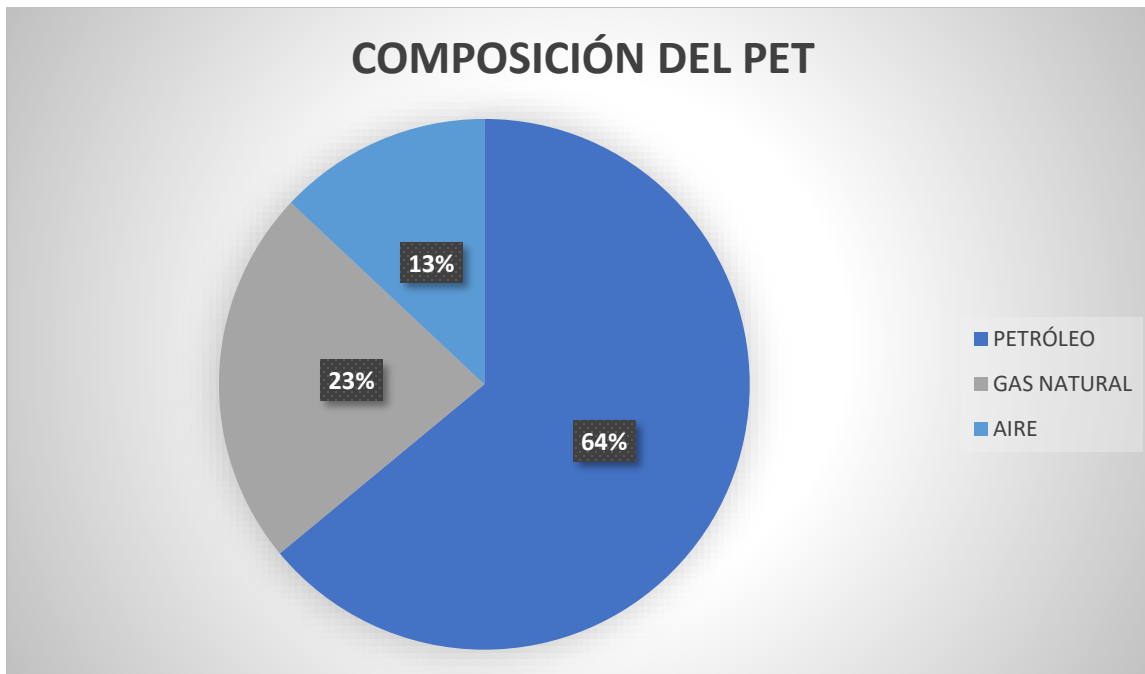


Figura 3 Composición Porcentual del PET

Fuente: (Secretaria del Medio Ambiente , 2015)

Un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire tal como se muestra en la figura 3. A partir del petróleo crudo, se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar un ácido tertulio. El etileno, que se obtiene a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar etilenglicol. El PET surge de combinar estos dos ácidos, así lo describe la Secretaria del Medio Ambiente en México (2015).

3.4.1 PROPIEDADES DEL PET

En relación con lo anterior, el PET en general se caracteriza por su alta resistencia y tenacidad. De acuerdo con su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química. Existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad. Este polímero no se estira y no es afectado por ácidos ni gases atmosféricos como el dióxido de carbono (CO₂) pues, así lo describe Ojeda (2011). Es resistente al calor y absorbe poca cantidad de agua. Tiene una alta resistencia al desgaste y muy buen coeficiente de deslizamiento lo que

provoca una mejor fuerza de fricción entre las fibras de plástico, como un agregado grueso dentro del concreto.

El PET es totalmente compatible con otros materiales, por lo que permiten su uso en mercados. Asimismo, es reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica. Es un material seguro para la salud, inclusive fue aprobado para su uso en productos que deban estar en contacto con alimentos. Cuenta con los siguientes datos técnicos como se muestra en la tabla 2. Entre otras propiedades están las siguientes:

- Forma fibras fuertes y flexibles.
- Resistente al impacto.
- Es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos.
- Bajo consumo de energía en el proceso.
- Buena relación costo / eficiencia.
- Se denomina como No.1 en reciclado.
- Liviano.

Tabla 2. Ficha Técnica PET

POLIETILENTEREFTALATO				PET
propiedades mecanicas a 23°C	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
peso especifico	Lb/in ³	D-792	53479	0.05021
resist. a la tracc. (fluencia / rotura)	Lb/in ²	D-638	53455	12,801 / --
res. a la compresion (1 y 2 % def)	Lb/in ²	D-695	53454	3698.07 / 6827.2
resistencia a la flexión	Lb/in ²	D-790	53452	20,623.85
res. al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	D-256	53453	> 50
alargamiento a la rotura	%	D-638	53455	15
modulo de elasticidad (traccion)	Lb/in ²	D-638	53457	526,263.7
dureza	Shore D	D-2240	53505	85- 87
coef. de roce estatico s/acero		D-1894		--
coef. de roce dinamico s/acero		D-1894		0.20
res. al desgaste por roce				MUY BUENA

Propiedades termicas	UNIDAD	ASTM	DIN	Valores
Calor especifico	Kcal/Lb. °C	C-351		0.55
Temp. De flexion b/carga (18.5kg/cm ²)	°C	D-648	53461	75
Temp. De uso contínuo en aire	°C			-20 a 110
Temp. De fusión	°C			255
Coef. De dilatacion lineal de 23 a 100°C	por °C	D-696	52752	0.00008
Coef. De conduccion termica	Kcal/ft.h.°C	C-177	52612	0.82
Propiedades electricas	UNIDAD	ASTM	DIN	VALORES
Constante dielectrica a 60 hz		D-150	53483	3,4
Constante dielectrica a 1 khz		D-150	53483	3,3
Constante dielectrica a 1 mhz		D-150	53483	3,2
Absorción de humedad al aire	%	D-570	53472	0,25
Resistencia superficial	Ohm	D-257	53482	> 10 a la 14
Resistencia volumetrica	Ohms-cm	D-257	53482	> 10 a la 15
Rigidez dielectrica	Kv/mm	D-149		22
Propiedades Quimicas	Observaciones			
Resistencia a hidrocarburos	Buena			
Resistencia a acidos debiles a temp. Ambiente	Buena			
Resistencia a alcalis debiles a temp. Ambiente	Buena			
Resistencia a prod. Quimicos definidos	Consultar			
Efecto de los rayos solares	Algo lo afectan			
Aprobado para contacto con alimentos	Si			
Comportamiento a la combustion	Arde con mediana dificultad			
Propagación de llama	Mantiene la llama			
Comportamiento al quemarlo	Gotea			
Color de la llama	Amarillo anaranjado tiznado			
Olor al quemarlo	Aromatico dulce			

Fuente: (Industrias JQ S.A., 2016)

En la tabla 2 se muestran las características del PET como sus propiedades mecánicas, propiedades térmicas, propiedades eléctricas y químicas. Tantos sus valores y sus observaciones acerca el PET.

3.5 PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL PET

Los productos petroquímicos son el 2.7% en volumen de cada barril de petróleo crudo así lo explica Mariano Ojeda (2011). El xileno, es un importante químico industrial que se encuentran en algunos petróleos y son utilizados en la manufactura de tintas, la producción de ácido benzoico y entre otros el ácido tereftalático puro (PTA).

El polietileno de tereftalato (PET) comienza con los isómeros del xileno (Weissermel, 1981). El primer paso es recuperar el para-xileno que se separan a través de los puntos de ebullición como se muestran en la tabla 3. Asimismo, pasa por tres procesos diferentes como la polimerización, cristalización y el post polimerización.

Tabla 3 Características de los tipos de Xileno.

XILENOS	ORTO	META	PARA
Punto de ebullición	144°C	139.3°C	137-138°C
Punto de solidificación	-25°C	-47.4°C	13-14°C

Fuente: (Química Organica Industrial, 1981)

3.5.1 POLIMERIZACIÓN

Esta polimerización se realiza en presencia de un catalizador, presión y temperatura que posibilitan la formación de cadenas largas llamadas polímeros. La estratificación es el proceso donde se sintetiza un éster, que es un compuesto derivado de la reacción química entre un oxácido y un alcohol (Weissermel, 1981).

El Para-xileno recuperado del petróleo crudo es solo uno de los materiales para la producción del PET. Es oxidado para producir el ácido tereftálico (TA) que es posteriormente estratificado a tereftalato de di metilo (DMT) tal como se muestra en el esquema de la Figura 4.

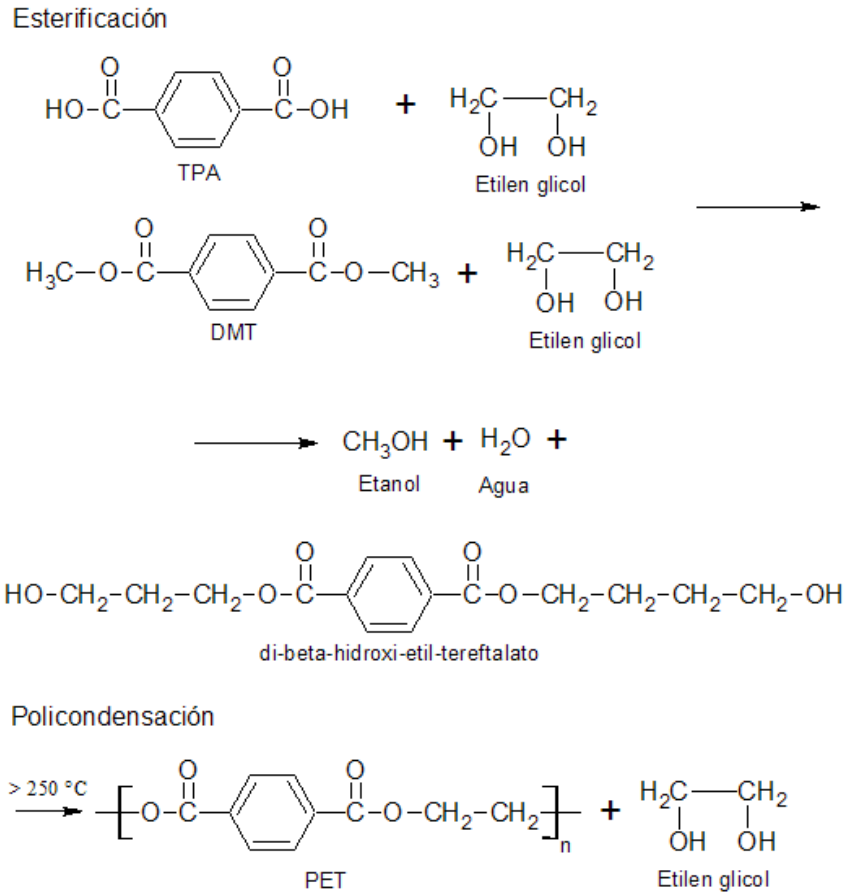


Figura 4 Proceso de Esterificación en el PET

Fuente: (Tecnología de los Plásticos, 2011) y (Baquero Ramirez, Barbosa Moreno, & Olarte, 2013)

Dentro de la figura 4 se muestra la reacción de esterificación, donde se elimina agua en el proceso del ácido tereftálico y metanol en el proceso del di metil tereftalato. La reacción de poli condensación se facilita mediante catalizadores y elevadas temperaturas arriba de 270°C (Ojeda, 2011). Cuando la masa del polímero ha alcanzado la viscosidad deseada, se introduce el nitrógeno, evitando fenómenos de oxidación. La masa fundida se enfría en agua y de la misma manera se consolidan. Esto pasa por una cortadora, reduciéndolos a granos, llamados pellets, los cuales son tamizados y desempolvados. Los pellets obtenidos son de apariencia brillante y transparente. Estos pellets son luego utilizados como materia prima en la producción del PET, después de pasar por el proceso de cristalización y post polimerización.

3.5.2 CRISTALIZACIÓN

Los polímeros generalmente poseen una estructura desordenada como consecuencia del mecanismo seguido en la polimerización. La cristalinidad polimérica puede considerarse como el empaquetamiento de cadenas moleculares para producir una disposición atómica ordenada (Anonimo, 2006). Este consiste en un tratamiento térmico a 130-160°C, durante un tiempo de 10min a una hora mientras los pellets son mantenidos en agitación por efecto de un movimiento mecánico. El proceso de cristalización permite lograr el incremento del peso molecular y la densidad del PET desde un peso de 1.33 g/cm³ a 1.4 g/cm³.

3.5.3 POST POLIMERIZACIÓN

Esta es una fase después de la polimerización. Los gránulos cristalizados se cargan en un reactor cilíndrico en cuyo interior, está expuesto al nitrógeno a temperatura elevada (sobre los 200 ° C) (Ojeda, 2011). Este tratamiento hace aumentar posteriormente el peso molecular de la resina hasta los valores correspondientes para la fabricación de la botella.

3.7 PROCESO DE TRITURADO

El PET proviene de un proceso de trituración de envases plásticos. Asimismo, se podrá apreciar de mejor manera el proceso a través de la figura 9 dentro de los anexos.

1. Una vez recolectado las botellas que se usaran, son limpiadas a modo que queden libres de las etiquetas y algunos sucios que puedan tener.
2. Las botellas pasan por una banda de selección.
3. Dentro de este proceso hay 5 personas las cuales cada uno se encarga de separar en:
 - a. PVC, otros plásticos
 - b. PET segunda (papel de aceite)
 - c. PET de colores
 - d. PET sucio, con baja viscosidad, con contaminante
 - e. Revisión final de los 4 inspectores.

4. El PET es empujado hacia las fosas de las líneas de molido, luego transportado hacia el tambor giratorio.
5. El tambor giratorio le saca el polvo y se expulsan objetos pequeños y extraños que no sean botellas.
6. Las botellas separadas en PET de segunda se llevan al molino #5.
7. El material se mete manualmente al molino revisando que no lleve etiquetas de PVC, ni otros plásticos.
8. Se muele con criba de 7/16".
9. Se extrae el material y se llena en sacas jumbo.
10. La saca Jumbo se lleva hacia la báscula de exportación.
11. Se le toma el peso y se marca con una viñeta.
12. Se transporta el saco de hojuelas de PET hacia las líneas de lavado.
13. Luego es llevado a una bodega de producto terminado donde es almacenado hasta ser exportado.



Figura.5 Producto final

Fuente: (Invema Recycling Group)

En las figura.5 podemos observar el producto antes de estar terminado y el producto final de las hojuelas de plástico, obteniendo hojuelas de color transparente, limpias y con sus propiedades.

3.7 MACRO ENTORNO

Actualmente el PET es la principal materia para la producción de envases de agua mineral, bebidas carbónicas y aceites, se está consolidando en innovadoras aplicaciones para el sector de la alimentación, así como en productos de limpieza, cosméticos y farmacia. El éxito que ha experimentado y sigue experimentando el PET se debe a sus excepcionales características y propiedades técnicas que lo han convertido en uno de los plásticos con mayor versatilidad del mercado. El PET se está distribuyendo a través de todo el mundo, ya que se está convirtiendo en un material muy comercializado, como se muestra en la figura 5.

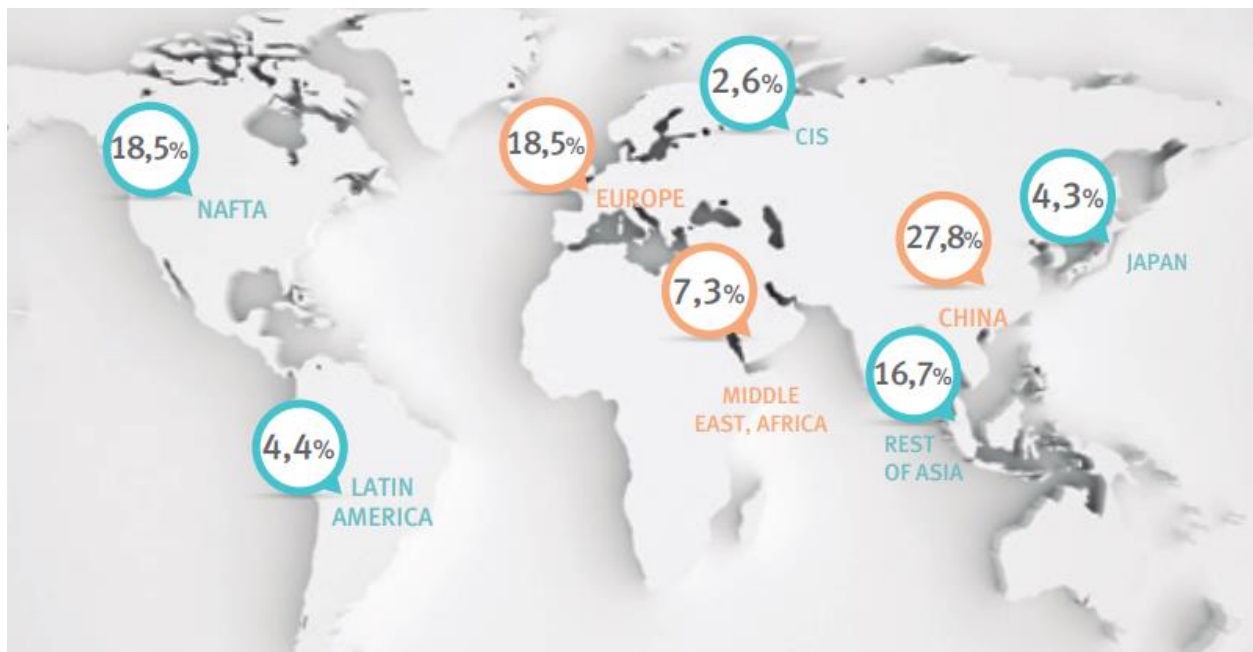


Figura 6 Distribución global de la producción de PET

Fuente: (Plastics Europe, 2016)

Como se muestra en la figura anterior, China es el país con mayor producción de plástico a nivel mundial con un 27.8% esto queriendo decir que también se vuelve el país con mayores residuos plásticos, por consecuencia de las grandes producciones. Esto provoca una gran cantidad de

contaminación. Para eliminar gran parte de estos residuos plásticos se están haciendo investigaciones para incluirlo dentro de la construcción.

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos (2017), informó que México es líder a nivel del continente americano en acopio y reciclaje de envases de PET con 57.5%, cifra similar a la Unión Europea. En el 2016, México llevó a cabo una recuperación de 50% del PET reciclable, que equivale a 660mil toneladas. Según un reportaje hecho en México, investigadores de la especialidad en materiales de la facultad de ingeniería, de la Universidad Autónoma de Querétaro, desarrollaron proyectos de investigación para mejorar las propiedades de los materiales de construcción con fibras de PET (Valencia, 2017).

3.8 MICRO ENTORNO

Destephen (2016), reportó que en la ciudad de Tegucigalpa se generan 800 toneladas de basura diarias, en las cuales 100 toneladas no llegan al relleno sanitario. Creando así, un problema dentro del país por la acumulación de residuos donde la mayoría son plásticos. Roberto Zablah (2016) dijo "La ciudad ha ido creciendo y han ido creciendo los centros comerciales que son altamente generadores de desechos sólidos...". Partiendo de lo dicho se puede observar que la ciudad necesita una nueva manera de manejar los residuos, en especial los plásticos que no son biodegradables en el ambiente.

Actualmente se está buscando una solución factible para poder reutilizar los residuos plásticos. En todo el mundo el desperdicio de plásticos es todo un problema y en el caso de una isla como Útila es de mayor impacto ambiental, a partir del 2015 varias empresas en el mundo están promoviendo nuevas maneras de usar el plástico como fibras dentro del concreto hidráulico.

El alcalde de la isla de Útila Troy Bodden dio a conocer que se realizó la primera etapa de la calle a base de PET reciclable en la zona, siendo la primera de este tipo en Honduras (Roatán, 2017).

3.9 CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS PET

Baldenebro (2015) hace constar que, con la adición de fibras de refuerzo a base de polímeros en una mezcla de concreto se obtiene una disminución de la fisuración y un mayor control que se puede ejercer sobre la misma, conlleva así una mejora en el comportamiento a flexión de los elementos de concreto estructural. Esta mejora experimentada se manifiesta a través de una mayor rigidez a flexión debido a la menor fisuración y, consecuentemente, a una menor deformación por la flexión.

CAPITULO IV METODOLOGÍA

4.1 HIPÓTESIS

4.1.1 HIPÓTESIS POSITIVA

La adición de PET al concreto hidráulico hará que este aumente su módulo de ruptura y su resistencia a compresión sea mayor un 2% a la mezcla control.

4.1.2 HIPÓTESIS NEGATIVA

La adición de PET al concreto hidráulico no hará que este aumente su módulo de ruptura y su resistencia a compresión un 2% a la mezcla control.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Las variables en la investigación representan un concepto de vital importancia dentro de un proyecto. Se determina una variable la cual es manipulada por factores externos para generar resultados cuantificables. Dentro de este proyecto se definieron las siguientes variables tal como se muestra en la figura 7.

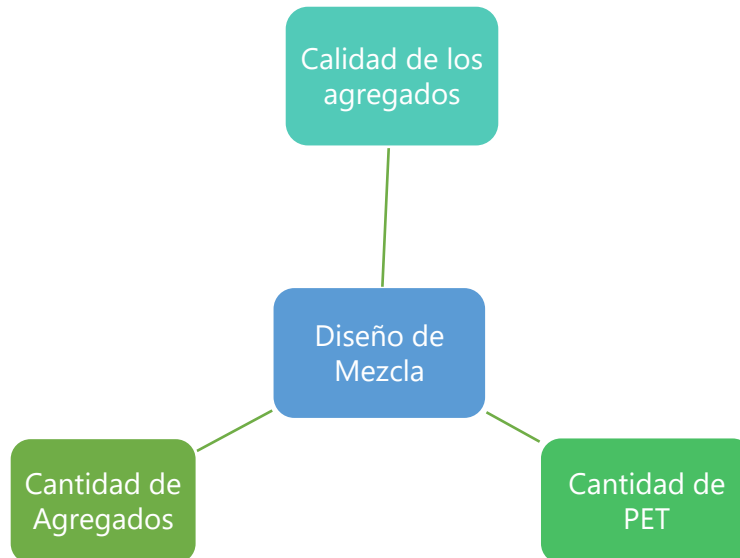


Figura 7. Cuadro de variables.

Fuente: Propia

En relación con la imagen 7 se muestra que en medio de la figura esta la variable independiente la cual es afectada por las variables dependientes que son las que se conectan a ella.

4.2.1 DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

1. Calidad de agregados: Es importante tomar en cuenta la calidad de los agregados que se utilizaran dentro del diseño de la mezcla, ya que en base a esto influye la determinación de la efectividad del concreto.

2. Cantidad de PET: Las cantidades a agregar a las respectivas mezclas, deben de considerarse antes para poder conseguir la cantidad de material a utilizar durante la ejecución de los especímenes a estudiar.

3. Definición de agregados: Se debe de definir el tipo de arena (Ottawa, Panting, etc.) y el tamaño máximo de la grava a emplearse a lo largo de las pruebas para poder estudiar el comportamiento de los especímenes.

4.3 ENFOQUES Y MÉTODOS

4.3.1 MÉTODOS

Hincapié (2014) expresa, Se entiende por métodos de investigación, aquellos procedimientos lógicos y rigurosos que siguen los investigadores para obtener conocimiento, debemos recordar que la palabra método también se puede definir como camino o ruta.

Debido al enfoque dado, el método a implementar será el *Método Experimental*, ya que se crean una situación específica con las condiciones exactas que se desea investigar. Esto permite controlar ciertas variables y manipular otras.

4.3.2 ENFOQUES

El enfoque de la investigación es un proceso que está directamente relacionado a los métodos de investigación, por lo general podemos encontrar los enfoques cuantitativos, enfoques cualitativos y los enfoques mixtos.

4.3.2.1 ENFOQUE CUANTITATIVO

Este usa la recolección de datos para probar una hipótesis, siendo la medición numérica y el análisis estadístico, sus bases. Estos nos permiten establecer patrones de comportamiento y asimismo probar las teorías.

4.3.2.2 ENFOQUE CUALITATIVO

Los tipos de datos empleados para este enfoque son los datos descriptivos y de observaciones, cuyos objetivos no tratan de probar o de medir alguna cualidad, sino descubrir la mayor cantidad de cualidades que sea posible.

4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

4.4.1 FUENTE PRIMARIA

1. Tesis investigatorias elaboradas anteriormente.
2. American Concrete Institute (ACI), y el American Society for Testing Materials (ASTM).
3. Resultados de pruebas realizadas en laboratorio.

4.4.2 FUENTE SECUNDARIA

1. Tesis de investigación elaboradas anteriormente.
2. Publicaciones en los medios escritos.

4.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

4.5.1 ANÁLISIS GRANULOMETRICO DE LOS AGREGADOS

La granulometría es la determinación más corriente y una de las más importantes que se realizan a un árido; y representa la distribución de los tamaños que posee el árido. La granulometría está directamente relacionada con las características de manejabilidad del hormigón fresco, la demanda de agua, la compacidad y la resistencia mecánica del hormigón endurecido.

Objetivo

1. Determinar la curva granulométrica de los agregados.

Materiales

1. Grava: material conseguido mediante la trituración de rocas, se le conoce como agregado grueso; utilizado para la prueba granulométrica con una muestra de entre 1000 – 3000 gramos.
2. Arena: material formado por un conjunto de partículas de rocas disgregadas, se le conoce como agregado fino; utilizado para la prueba granulométrica con una muestra de entre 100 – 500 gramos.

Equipo

1. Balanza: equipo utilizado para medir la cantidad de agregado en cada tamiz.
2. Recipiente metálico: utilizado para colocar el agregado antes de verterlo en los tamices y luego manejado para colocar el material retenido por cada tamiz.
3. Juego de tamices: utilizados para separar el tamaño de los agregados en los tamices de 1½", 1", ¾", ½", ⅜", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200.
4. Cucharón: herramienta de mano utilizada para tomar pequeñas cantidades de muestra para el análisis.
5. Agitador mecánico: aparato que reproduce el movimiento circular y de golpeo del tamizado manual, pero mediante una acción mecánica reproducible. Esta realiza un movimiento circular de la pila de tamices y un brazo mecánico hace un movimiento de golpeo sobre la parte superior de la pila de tamices, imitando así perfectamente y de forma reproducible la agitación manual con golpes adicionales de los tamices en un lateral; utilizado para agitar los tamices.
6. Brocha: escobilla que retiene entre sus fibras un determinado material para luego distribuirlo uniformemente sobre una superficie; utilizada para remover la mayor parte del material de los tamices.

Procedimientos

1. Se prepara el material que se utilizará para el ensayo, en caso de que esté sucio deberá ser limpiado y puesto al horno.
2. Se toman muestras de arena y grava (equivalentes a cuatro veces la cantidad necesaria) y se colocan en lugares separados.
3. Se realiza el cuarteo de cada agregado:
 - a) Para realizar el cuarteo se debe homogenizar las muestras posicionándolas en diferentes lugares del laboratorio cuatro veces, luego se realiza lo que es un cono con el material y se prosigue a trincar este a medida que sea cuatro a ocho veces mayor a la altura del mismo, luego se parte este en cuatro partes iguales.
 - b) Se escoge una de las cuatro partes en las que fue dividida el cono y se utiliza de igual manera la opuesta diagonal para el muestreo.
 - c) Se toman entre 1000 y 3000 gramos de grava de acuerdo a la norma según el tamaño máximo de la partícula.
4. Para la arena se seleccionan entre 100 y 500 gramos.
5. Se prosigue a preparar los tamices a utilizar, ordenándolos según su número de mayor a menor, de arriba hacia abajo. Para la grava se utilizaron los tamices: 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", #4 y #8 mientras que para la arena los tamices usados fueron: 3/8", #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200.
6. Luego vierte el material por encima del primer tamiz tanto para la arena, como la grava.
7. Se colocan los tamices en el agitador mecánico y este se programa por 15 minutos para ambos agregados.
8. Finalizados los 15 minutos se remueven los tamices.
9. Se remueve el material retenido en cada tamiz y se pesa.
10. Los valores obtenidos son tomados para así poder realizar los cálculos (PRI, PRA, % PRI, %PRA y % Pasado).

4.5.2 PESOS ESPECÍFICOS

El peso específico de una sustancia es el peso de la sustancia dividido por el peso de un volumen igual de agua destilada en condiciones normales. El peso específico es importante por varias razones, primero, es un índice de calidad que puede utilizarse para separar el material bueno del malo; segundo, indica cuanto espacio ocuparan las partículas en la mezcla de concreto; y tercero, sirve para calcular el porcentaje de huecos presentes en el agregado.

Objetivos

1. Determinar el peso específico bulk de los agregados finos y gruesos.

Materiales

1. Grava: material conseguido mediante la trituración de rocas, se le conoce como agregado grueso.
2. Arena: material formado por un conjunto de partículas de rocas disgregadas, se le conoce como agregado fino.

Equipo

1. Cubetas: recipientes plásticos; se utilizaron como recipiente para dejar sumergidos en agua la arena y la grava.
2. Taras: recipientes metálicos; se utilizaron para colocar las muestras, pesarlas y secarlas.
3. Bandeja metálica: recipiente de fondo plano; se utilizó para colocar el agregado fino dentro.
4. Matraz: recipiente utilizado para medir el volumen exacto de un líquido; se utilizó para colocar el agua destilada y la arena.
5. Papel toalla: material absorbente; se utilizó para escurrir los agregados.
6. Balanza: instrumento utilizado para pesar; se utilizó para tomar el peso de las muestras y el matraz, y crear el sistema de peso por inmersión.
7. Cuchara: instrumento para mezclar; se utilizó para mover hasta secarse el agregado fino.

8. Canasta metálica: instrumento con agujeros; se utilizó para pesar el agregado grueso por inmersión.
9. Molde metálico en forma de cono truncado: molde cónico con diámetro interior en su base menor de 47 o 93 mm, 72 o 78 mm de diámetro en su base mayor y 72 o 78 mm de altura; se utilizó para conocer qué tan húmedo está el material dependiendo de qué tan suelto esté.
10. Apisonador metálico: herramienta compactadora; se utilizó para dar los golpes necesarios al material dentro del cono truncado.
11. Ventilador: dispositivo que proporciona una corriente de aire a una velocidad constante; se utilizó para secar la muestra de agregado fino.
12. Horno: instrumento eléctrico que genera calor; se utilizó para el secado de la muestra. El horno debe estar entre 105°C -115°C.

Procedimiento

Arena

1. Obtener aproximadamente 1000 gr de agregado fino, cubrir con agua en una cubeta y dejarlo reposar por 24 horas.
2. Al pasar las 24 horas, escurrir el material saturado con cuidado para evitar la pérdida de finos y extenderlo en una bandeja metálica.
3. Con la ayuda de una cuchara mover de manera envolvente el material a modo de esparcir de mejor manera las partículas. Para acelerar el proceso de secada, se puede utilizar un ventilador.
4. Cuando la muestra ya esté en condición de libre escurrimiento, tomar el cono truncado y colocar parte del agregado fino suelto dentro del molde. El molde debe estar con el diámetro mayor del molde hacia abajo, y sobre la bandeja.
5. Golpear suavemente, con el apisonador, la superficie 25 veces y levantar el molde verticalmente. Si al levantar el molde el agregado retiene su forma moldeada, debe seguirse secando la muestra.
6. Moldear la muestra a intervalos frecuentes hasta que el agregado fino apisonado se suelte cuando se levante el molde. Esto indicara su condición de saturado con superficie seca.

7. Cuando el agregado ya esté en condición SSD, llenar un matraz con agua destilada hasta la línea de aforo y pesarlo.
8. Sacar agua del matraz para introducir el agregado.
9. Introducir con cuidado, con la ayuda de un embudo, de 60 gr de agregado en el matraz.
10. Llenar con agua destilada hasta altura de calibración.
11. Mover de forma rotativa hasta eliminar todas las burbujas de aire.
12. Tomar el peso del matraz + agua + agregado.
13. Colocar la solución dentro de una tara y meterla en el horno para determinar su peso seco.

Grava

1. Obtener aproximadamente 2000 gr de agregado grueso, desechando todo el material que pase por el tamiz No. 4, cubrir con agua en una cubeta y dejarlo reposar por 24 horas.
2. Al pasar las 24 horas, escurrir el material saturado con cuidado.
3. Tomar 1000 gr de agregado, rodando las partículas sobre un paño absorbente hasta eliminar el agua superficial visible. Secar las partículas más grandes individualmente.
4. Crear un sistema de peso con la balanza y la canasta metálica.
5. Colocar los 1000g de agregado en la canasta metálica y determinar su peso sumergido en agua.
6. Retirar el agregado de la canasta, colocarlo dentro de una tara y meterla en el horno para determinar su peso seco.

4.5.3 COLORIMETRÍA

La materia orgánica que se presenta en los agregados, especialmente en los finos consiste en tejidos animales y vegetales que están principalmente formados por carbono, nitrógeno y agua. Este tipo de materia al encontrarse en grandes cantidades afectan en forma nociva las propiedades del concreto, como la resistencia, durabilidad y buen desarrollo del proceso de fraguado. Por esto es muy importante controlar el posible contenido de materia orgánica de una arena ya que ésta es perjudicial para el concreto. El ensayo más utilizado es el colorimétrico (S. Rocha, s.f.).

Objetivo

1. Determinar la calidad del agregado fino.

Materiales

1. Hidróxido de sodio: compuesto químico; se utilizó para el análisis de hidrometría.
2. Agua destilada: sustancia purificada mediante destilación; se utilizó para crear la mezcla de agregado fino y para colorimetría.
3. Arena: material formado por un conjunto de partículas de rocas disgregadas, se le conoce como agregado fino; utilizado para la prueba de colorimetría.

Equipo

1. Beakers: recipientes cilíndricos de vidrio que se utiliza para preparar sustancias y con capacidad de 500mL; se utilizó para hacer la solución de agua destilada + hidróxido de sodio + agregado fino.
2. Vidrio de colores: instrumento que sirve para medir color; se utilizó para determinar la cantidad de materia orgánica en el agregado fino.

Procedimiento

1. Empezar el ensayo primero haciendo un pequeño cuarteo para tomar la muestra que se analizara del agregado fino.
2. Luego del cuarteo, llenar un beaker con 485mL de agua destilada.
3. Pesar cuidadosamente 15 gr de hidróxido de sodio.
4. Triturar los 15 gr hasta que se vuelvan polvo.
5. Agregar el hidróxido de sodio en polvo al beaker y mezclar.
6. Una vez teniendo esta solución, llenar otro beaker con 130mL del agregado fino sacado del cuarteo que se hizo anteriormente.
7. Agregar la solución al beaker con agregado fino y mezclar.
8. Dejar reposar por 24 horas para tomar la lectura del color del colorímetro.

4.5.4 REALIZACIÓN DEL CONCRETO

La dosificación de concreto implica el equilibrio entre una economía razonable y los requisitos especificados de trabajabilidad, durabilidad, impermeabilidad, cambio de volumen y resistencia; sin embargo, para una estructura específica, resulta económico utilizar un concreto que tenga las características exactas necesarias, aunque esté débil en otras.

Objetivos

1. Determinar la trabajabilidad del concreto fresco por medio de la prueba de revenimiento.
2. Realizar las muestras de testigos.

Materiales

1. Grava: material conseguido mediante la trituración de rocas, se le conoce como agregado grueso.
2. Arena: material formado por un conjunto de partículas de rocas disgregadas, se le conoce como agregado fino.
3. Agua: sustancia líquida, transparente, inodora, incolora e insípida, fundamental para el desarrollo de la vida en la Tierra, cuya composición molecular está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, manifiesta en su fórmula química H_2O .
4. Cemento: conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

Equipo

1. Mezcladora: un aparato o máquina empleada para la elaboración del hormigón o concreto; se utilizó para el mezclado de los componentes básicos del concreto.
2. Cubetas: recipientes plásticos; se utilizaron para colocar los agregados y el agua a utilizar en la mezcla.
3. Palas: herramientas que ayudan a mover grandes cantidades de material; se utilizó para colocar los agregados a usar en las cubetas.

4. Cucharas: instrumento para mezclar; se utilizó para mover y mezclar el concreto en la carreta, y para el llenado del cono de Abrams y los cilindros.
5. Balanza: instrumento utilizado para pesar; se utilizó para pesar la cantidad de agregado a usar.
6. Cono de Abrams: molde de metal con forma de cono truncado con un diámetro en la base de 8" y un diámetro en la parte superior de 4", con una altura de 12 pulgadas; se utilizó para hacer la prueba de revenimiento de la mezcla.
7. Varilla de compactación: varilla de acero con punta redondeada, de 5/8" de diámetro y aproximadamente 24" de longitud; se utilizó para compactar o golpear la mezcla cuando está dentro del cono de Abrams para lograr deshacerse de los vacíos y hacer una compactación del material.
8. Moldes cilíndricos: moldes de 6" de diámetro y 12" de altura y deben ser de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento; se utilizaron para colocar el concreto dentro de ellos y realizar los testigos.
9. Moldes rectangulares: moldes de 6" de ancho, 6" de alto y 24" largo hechos de acero, hierro forjado, PVC u otro material no absorbente y que no reaccione con el cemento; utilizados para realizar las muestras de vigas.
10. Martillo de goma: mazo de goma que pese entre 0.60 y 0.80 kgs; se utilizó para golpear los moldes con el concreto para crear asentamiento o compactación dentro del molde.
11. Aceite: liquido grasos; se utilizó para cubrir el molde cilíndrico para que de tal manera el concreto no se pegara al molde.
12. Cinta métrica: herramienta para medir; se utilizó para medir el revenimiento alcanzado por el concreto luego de llenar y levantar el cono.
13. Maquina universal de compresión: maquina mecánica (de tornillo) o hidráulica, con una abertura suficiente entre los apoyos, para que permita colocar los cilindros y los aparatos de comprobación; se utilizó probar cuanta carga aguantaban los cilindros, es decir, para medir la resistencia del concreto.

Procedimiento

Producción de Mezcla

1. Pesar cada material a utilizar en la mezcla de concreto, según los cálculos ya realizados.
2. Poner a funcionar la mezcladora.
3. Añadir un poco de agua a la mezcladora para saturarla y luego sacarla.
4. Agregar la grava, después agregar la arena y el cemento.
5. Agregar poco a poco el agua dependiente de cada prueba de revenimiento que se realice.
6. Con los agregados, cemento y agua ya dentro de la mezcladora, el tiempo de mezclado oscila entre $\frac{1}{2}$ y 2 minutos.
7. Una vez batido el concreto, volcarlo sobre una plataforma metálica o de madera.
8. Mezclar un poco manualmente para evitar la segregación.

Prueba de Revenimiento

1. Humedecer el cono de Abrams y colocarlo sobre una superficie plana no absorbente.
2. Llenar el cono con la muestra de concreto en estudio en tres capas, cada una aproximadamente un tercio del volumen del molde.
3. Compactar cada capa con la varilla de compactación dando 25 golpes cuidando que en cada capa la varilla no pase a la capa anterior y distribuyendo uniformemente los 25 golpes deberán distribuir uniformemente sobre toda la sección de cada capa.
4. En el llenado y compactación de la capa superior, el concreto deberá rebosar del molde antes de comenzar el compactado. Si en algún momento de lo compactado el nivel baja, agregar más concreto para mantener siempre un exceso de concreto arriba del molde.
5. Al finalizar el compactado, enrasar el molde utilizando la varilla de compactación.
6. Remover el molde inmediatamente levantándolo cuidadosamente en dirección vertical en un movimiento de cinco segundos.
7. Inmediatamente medir el revenimiento determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura de la masa de concreto.

*Nota: Si la medida del revenimiento no es el adecuado se debe verter el concreto de nuevo a la mezcladora agregando lo necesario hasta que el revenimiento medido sea el esperado.

*Si el revenimiento cumple se procede al llenado de los cilindros:

Llenado de Cilindros

1. Aceitar el molde cilíndrico.
2. Llenar el cilindro con la muestra de concreto en 3 capas, siendo la primera a $1/3$ de la altura del molde.
3. Compactar la capa con la varilla de compactación dando 25 golpes que deberán ser distribuidos uniformemente sobre toda la sección de cada capa, empezando por los extremos y terminar en el centro.
4. Dar 3 golpes con el martillo de hule por lado, 12 en total.
5. Repetir pasos 2-4 para las capas restantes, con el cuidado de al momento de realizar los 25 golpes no exceder la capa anterior.
6. Al finalizar el compactado, enrasar el molde utilizando la varilla de compactación.
7. Después de 16 horas, pero antes de 48, desmoldar los cilindros y colocarlos en una cámara de agua para su curado.

Llenado de Moldes Rectangulares

1. Aceitar el molde rectangular
2. Llenar el cilindro con la muestra de concreto en 2 capas, siendo la primera a $1/2$ de la altura del molde.
3. Compactar la capa con la varilla de compactación dando 1 golpe por pulgada cuadrada, siendo aproximadamente 72 golpes que deberán ser distribuidos uniformemente sobre toda la sección de cada capa, empezando por los extremos y terminar en el centro.
4. Dar 14 golpes con el martillo de hule alrededor del molde.
5. Repetir pasos 2-4 para la capa restante, con el cuidado de al momento de realizar los 72 golpes no exceder la capa anterior.
6. Al finalizar el compactado, enrasar el molde utilizando la varilla de compactación.
7. Después de 16 horas, pero antes de 48, desmoldar los cilindros y colocarlos en una cámara de agua para su curado.

4.6 AGREGADOS

4.6.1 CEMENTO

Este es un material obtenido por medio de la adición de yeso al clinker (mezcla de piedra caliza y de arcillas que son pasadas por un proceso de cocción), el cual permite que esta mezcla logre fraguar al momento de adicionarle agua y posteriormente endurecer.

Se utilizó el cemento Bijao Tipo LH, el cual fue obtenido de la planta de Duracreto; de este material se usó alrededor de 1 bolsa por ensayo.

Este tipo de cemento es empleado generalmente para elementos prefabricados, fabricación de concreto en masa debido a sus características que le dan mayor trabajabilidad, alta resistencia continuada a edades avanzadas y gran durabilidad.

4.6.2 ARENA

Nilson (1999, p. 30) afirma: "Un agregado fino o arena es cualquier material que pasa el tamiz No. 4, es decir, un tamiz con cuatro aberturas por pulgada lineal."

Se empleó agregado fino de río proveniente de la Jutosa, el cual fue obtenido de la planta de Duracreto.

4.6.3 GRAVA

Este material está formado por piedra triturada y es uno de los componentes principales del concreto, lo cual su calidad debe de ser analizada en laboratorios para verificar que cumpla con las normativas establecidas.

El agregado grueso utilizado fue del banco de la Jutosa, el cual fue obtenido de la planta de Duracreto, el tipo de grava utilizada para los ensayos fue la de 1 ½", debido a que el diseño del concreto fue para uso vial.

4.6.4 PET

Producto resultante del proceso de trituración de botellas fabricadas con polietileno de tereftalato, el cual se agrega en un 3%, 5% y 7%, estos porcentajes se emplearon debido a que se desea ver el comportamiento del concreto con estos porcentajes y determinar una curva de resistencia para dichos valores, este porcentaje depende del uso estructural que se le vaya a dar al concreto a realizar. Las fibras PET se obtuvieron de la empresa Invema, cuyas especificaciones se muestran en la figura 6.



Product name: Polyethylene Terephthalate Recycled Washed Flake

	<i>Valor</i>	<i>Unidad</i>
Color b* CIE	<3.9	-
Humidity %	<0.7	%
PVC content	<15	ppm
Metal content	0	ppm
Fines %	<0.5	%/mm
Bulk density	300 +/- 20	kg/m ³
Poliiolefin content	< 50	ppm
Green flake content	<100	ppm
Other color flakes	< 20	ppm
Blue flake content	5	%
Yellow flake content	< 1000	ppm
Flake with glue or label	< 1000	ppm
Other contaminants	<20	ppm
Color b* CIE in plaques	<8	

Figura 8 Especificaciones del PET

Fuente: (INVEMA, 2017)

Partiendo de la imagen anterior se puede determinar que la finura del PET es similar a la finura permisible de la arena, por lo tanto, el comportamiento del PET en la mezcla será parecido a la arena.

CAPITULO V RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se expondrán los resultados de los especímenes de concreto sometidos a compresión y a tensión con un tiempo de curado de 7 y 28 días. Estos especímenes con resistencias de 4000 psi y 5000 psi, tienen un contenido de fibras PET en 3% y 5%. Dentro de las investigaciones consultadas anteriormente, daban a conocer que el porcentaje optimo a utilizar era del 5%.

Sin embargo, dentro de esta investigación se tomó el 3% y 5% de fibra agregando aditivo con el fin de comprobar la resistencia del concreto oscilando en la cantidad de platico PET que se utilizará. Asimismo, se hará un análisis de comparación con los resultados de las pruebas base vs. las pruebas con fibras PET.

5.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES DE INVESTIGACIÓN

Los resultados de las pruebas a los agregados se anexan a este informe. Los agregados tales como el agregado fino, agregado grueso y las hojuelas de PET.

5.2 DISEÑO DE MEZCLA

5.2.1 DOSIFICACIÓN DE CONCRETO BASE F'C 4000 PSI

Tabla 4 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 4000 PSI.

Datos Generales			Características de los agregados					
Resistencia	4000	PSI	AGREGADO DE 1 1/2"			AGREGADO FINO		
Relacion A/C	0.57		Peso unitario Compactado	3407.87	lb/m3	Modulo de finura	3.11	
Revenimiento min.	6	pulg.	Peso unitario suelto	3640.46	lb/m3	colorimetria	1	
Revenimiento max.	7	pulg.	Gravedad especifica	2.61	gr/m3	Peso unitario compactado	3872.33	lb/m3
Tamaño de agregado grueso	1 1/2	pulg.	% de absorbcion	0.78%		Peso unitario suelto	3387.85	lb/m3
Temperatura	32					Gravedad especifica	2.72	gr/m3
						% de absorbcion	1%	

MATERIAL	pesos saturados con superficie seca	% de Humedad	Libras de agua	Dosificación corregida por pesos húmedos	Pesos Corregidos acumulados lbs/m3	Para 0.07 m3
Cemento	734 lb			734 lb	734 lb	51.38 lbs
Agua	42.0 gal			42.0 lb	42.0 gal	24.47 lbs
Arena	1811 lb	3.1	56.2 lb	1867 lb	1867lb	130.72 lbs
Grava 1 1/2"	2236 lb	0.42	9.4 lb	2245 lb	2245lb	157.18 lbs

5.2.2 DOSIFICACIÓN DE CONCRETO BASE F'C 5000 PSI

Tabla 5 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 5000 PSI.

Datos Generales			Características de los agregados					
Resistencia	5000	PSI	AGREGADO DE 1 1/2"			AGREGADO FINO		
Relación A/C	0.46		Peso unitario Compactado	3407.87	lb/m3	Módulo de finura	3.11	
Revenimiento min.	6	pulg.	Peso unitario suelto	3640.46	lb/m3	Colorimetría	1	
Revenimiento Max.	7	pulg.	Gravedad específica	2.61	gr/m3	Peso unitario compactado	3872.33	lb/m3
Tamaño de agregado grueso	1 1/2	pulg.	% de absorción	0.78%		Peso unitario suelto	3387.85	lb/m3
Temperatura	32					Gravedad específica	2.72	gr/m3
						% de absorción	1%	

MATERIAL	pesos saturados con superficie seca	% de Humedad	Libras de agua	Dosificación corregida por pesos húmedos	Pesos Corregidos acumulados lbs/m3	Para 0.07 m3
Cemento	904 lb			904 lb	904 lb	63.14 lb
Agua	42.6 gal			36.8 gal	36.8 gal	21.36 lb
Arena	1744 lb	5.60%	97.7 lb	1841 lb	1841 lb	128.63 lb
Grava 1 1/2"	2153 lb	0.52%	11.2 lb	2164 lb	2164 lb	151.162 lb

5.2.3 DOSIFICACIÓN DE CONCRETO CON FIBRAS CON F'C 4000 PSI

Tabla 6 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 4000 PSI con 3% de PET.

Datos Generales			Características de los agregados					
Resistencia	4000	PSI	AGREGADO DE 1 1/2"			AGREGADO FINO		
Relación A/C	0.57		Peso unitario Compactado	3407.87	lb/m3	Módulo de finura	3.11	
Revenimiento min.	6	pulg.	Peso unitario suelto	3640.46	lb/m3	Colorimetría	1	
Revenimiento Max.	7	pulg.	Gravedad específica	2.61	gr/m3	Peso unitario compactado	3872.33	lb/m3
Tamaño de agregado grueso	1 ½	pulg.	% de absorción	0.78%		Peso unitario suelto	3387.85	lb/m3
Temperatura	32					Gravedad específica	2.72	gr/m3
						% de absorción	1%	

MATERIAL	pesos saturados con superficie seca	% de Humedad	Libras de agua	Dosificación corregida por pesos húmedos	Pesos Corregidos acumulados lbs/m3	Para 0.07 m3
Cemento	734 lb			734 lb	734 lb	51.38 lbs
Agua	42.0 gal			42.0 lb	42.0 gal	24.47 lbs
Arena	1811 lb	3.1	56.2 lb	1867 lb	1810.99 lbs	126.76 lbs
Grava 1 1/2"	2236 lb	0.42	9.4 lb	2245 lb	2245lb	157.18 lbs
Fibra PET				3% de la arena	56.01	3.92 lbs

Tabla 7 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 4000 PSI con 5% de PET.

Datos Generales			Características de los agregados					
Resistencia	4000	PSI	AGREGADO DE 1 1/2"			AGREGADO FINO		
			Peso unitario Compactado	3407.87	lb/m3	Módulo de finura	3.11	
Relación A/C	0.57		Peso unitario suelto	3640.46	lb/m3	Colorimetría	1	
Revenimiento min.	6	pulg.	Gravedad específica	2.61	gr/m3	Peso unitario compactado	3872.33	lb/m3
Revenimiento Max.	7	pulg.	% de absorción	0.78%		Peso unitario suelto	3387.85	lb/m3
Tamaño de agregado grueso	1 1/2	pulg.				Gravedad específica	2.72	gr/m3
Temperatura	32					% de absorción	1%	

Material	pesos saturados con superficie seca	% de Humedad	Libras de agua	Dosificación corregida por pesos húmedos	Pesos Corregidos acumulados lbs/m3	Para 0.07 m3
Cemento	734 lb			734 lb	734 lb	51.38 lbs
Agua	42.0 gal			42.0 lb	42.0 gal	24.47 lbs
Arena	1811 lb	3.1	56.2 lb	1867 lb	1773.65 lb	124.15 lbs
Grava 1 1/2"	2236 lb	0.42	9.4 lb	2245 lb	2245 lb	157.18 lbs
Fibra PET				5% de la arena	93.35	6.53 lbs

5.2.4 DOSIFICACIÓN DE CONCRETO CON FIBRAS CON F'c 5000 PSI

Tabla 8 Diseño de mezcla para concreto con f'c de 5000 PSI con 3% de PET.

Datos Generales			Características de los agregados					
Resistencia	351.53	kg/cm ²	AGREGADO DE 1 1/2"			AGREGADO FINO		
	5000	PSI	Peso unitario Compactado	3407.87	lb/m ³	Módulo de finura	3.11	
Relación A/C	0.46					Colorimetría	1	
Revenimiento min.	6	pulg.	Peso unitario suelto	3640.46	lb/m ³	Peso unitario compactado	3872.33	lb/m ³
Revenimiento Max.	7	pulg.	Gravedad específica	2.61	gr/m ³	Peso unitario suelto	3387.85	lb/m ³
Tamaño de agregado grueso	1 1/2	pulg.	% de absorción	0.78%		Gravedad específica	2.72	gr/m ³
Temperatura	32					% de absorción	1%	

MATERIAL	pesos saturados con superficie seca	% de Humedad	Libras de agua	Dosificación corregida por pesos húmedos	Pesos Corregidos acumulados lbs/m ³	Para 0.07 m ³
Cemento	734 lb			904 lb	904 lb	63.14 lb
Agua	42.0 gal			36.8 gal	36.8 gal	21.36 lb
Arena	1811 lb	3.1	56.2 lb	1841 lb	1841	128.63 lb
Grava 1 1/2"	2236 lb	0.42	9.4 lb	2164 lb	2164	151.162 lb
Fibra PET				3% de la arena	64.91	4.54 lbs

5.3 RESULTADOS A COMPRESION DE LOS CILINDROS A LOS 7 DÍAS

5.3.1 RESULTADOS DE CILINDROS BASE

A continuación, se muestran los resultados de cada prueba de compresión a los 7 días que se le realizó a los cilindros en las siguientes tablas.

Tabla 9. Cilindros base de f'c 4000 PSI con Aditivo DX4, a los 7 días.

CILINDROS BASE -4000 CON D-X4		
#	Lb	PSI
C1	123210	4357
C3	113440	4012
C5	123030	4351
C7	112470	3977
PROMEDIO	118037.5	4174.25

En la tabla 9 se muestra los especímenes base de un f'c 4000 con aditivo, el número de cilindros, las libras que dio a compresión y en psi. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM c39 y AASTHO T22.

Tabla 10. Cilindros base de f'c 4000 PSI sin aditivo, a los 7 días.

CILINDROS BASE -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C1	76250	2696.8
C3	85420	3021.1
C5	74980	2651.9
PROMEDIO	78883.3	2789.9

En la tabla 10 se muestra los cilindros base de f'c 4000 psi sin aditivo, con sus resultados a compresión. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

Tabla 11. Cilindros base de f'c 5000 PSI, a los 7 días.

CILINDROS BASE -5000		
#	Lb	PSI
C3	89579	3167.9
C3	85990	3040.3
C5	73540	2600
PROMEDIO	83036.3	2936.1

En la tabla 11 se muestra los resultados a compresión de los cilindros base con f'c 5000, se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

5.3.2 RESULTADOS DE CILINDROS CON 3% DE PET

A continuación, se dan las tablas con los resultados a compresión de los cilindros con PET al 3% con resistencias de 4000, 4000 con aditivo y 5000 psi.

Tabla 12. Cilindros de f'c 4000 PSI con 3% de PET, a los 7 días.

CILINDROS -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C1	73220	2589.6
C3	76170	2694
C5	76240	2696.4
PROMEDIO	75210.0	2660.0

La tabla 12 muestra los resultados de cada cilindro que fueron sometidos a pruebas de compresión y el promedio de los cilindros en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

Tabla 13. Cilindros de f'c 4000 con 3% de PET y aditivo DX4, a los 7 días.

CILINDROS -4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
C1	93000	3289.2
C3	92970	3288.1
C5	92150	3259.1
PROMEDIO	92706.7	3278.8

La tabla 13 presenta los resultados de los especímenes con una resistencia de 4000 con 3 % de PET y aditivo DX4. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

Tabla 14. Cilindros de f'c 5000 PSI con 3% de PET, a los 7 días.

CILINDROS -5000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C1	98320	3477.4
C3	70420	2490.6
PROMEDIO	84370.0	2984

Se puede apreciar en la tabla 14 los resultados de la prueba de compresión de los cilindros de f'c 5000 con 3% de PET. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

5.3.3 RESULTADOS DE CILINDROS CON 5% DE PET

En esta parte se presentará los resultados de los cilindros a compresión con 5% de PET.

Tabla 12 Cilindros de f'c 4000 PSI con 5% de PET, a los 7 días.

CILINDROS -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C1	70840	2505
C3	56750	2007
C5	65530	2318
PROMEDIO	64373.3	2276.7

En la tabla 12 se muestra los resultados a compresión de los cilindros base con f'c 4000 con 5% de PET, se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

Tabla 15. Cilindros de f'c 4000 PSI con 5% de PET y aditivo DX4, a los 7 días.

CILINDROS -4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
C1	70040	2472
C3	62140	2197
C5	71270	2520
PROMEDIO	67816.7	2396.3

La tabla 16 presenta los resultados de los especímenes con una resistencia de 4000 con 5 % de PET y aditivo DX4. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

5.4 RESULTADOS COMPORTAMIENTO A TENSION DE LAS VIGAS A LOS 7 DIAS

5.4.1 RESULTADOS DE VIGAS BASE

A continuación, se muestran los resultados de cada prueba de flexión que se le realizó a las vigas en las siguientes tablas.

Tabla 16. Vigas base de f'c 4000, a los 7 días.

VIGAS BASE -4000		
#	Lb	PSI
V1	8300	691
V3	7680	640
V6	7110	592
PROMEDIO	7696.7	641

En la tabla 17 se muestra las vigas base de f'c 4000 psi con aditivo, con sus resultados a flexión en libras y psi con el resultado del promedio de cada viga. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

Tabla 17. Vigas de f'c 4000 sin aditivo, a los 7 días.

VIGAS BASE -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	6480	540
V3	6760	563
V	6210	517.5
PROMEDIO	6483.3	540.2

En la tabla 18 se muestra los resultados a flexión de las vigas base con f'c 4000, se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

Tabla 18. Vigas de f'c 5000, a los 7 días.

VIGAS BASE -5000		
#	Lb	PSI
V1	6110	509.2
V4	6490	540
PROMEDIO	6300	524.6

En la tabla 19 se muestra los resultados a flexión de las vigas base con f'c 5000, se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.4.2 RESULTADOS DE VIGAS CON 3% DE PET

En esta parte se presentará los resultados de los cilindros a compresión con 3% de PET.

Tabla 19. Vigas f'c 4000, a los 7 días.

VIGAS- 4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	6040	503.3
V3	6510	542.5
V5	6330	527.5
PROMEDIO	6293.3	524.4

En la tabla 20 se muestra las vigas base de f'c 4000 psi sin aditivo y con 3% PET, con sus resultados a flexión en libras y psi con el resultado del promedio de cada viga. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

Tabla 20. Vigas f'c 4000 con aditivo, a los 7 días.

VIGAS- 4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	7250	604
V3	6290	524
V5	6630	552
PROMEDIO	6723.3	560.0

En la tabla 21 se muestra los resultados a flexión de las vigas con f'c 4000, con aditivo y 3 % PET, se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

Tabla 21. Vigas f'c 5000, a los 7 días.

VIGAS- 5000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	7580	631
V3	7240	603
V5		
PROMEDIO	7410.0	617.0

En la tabla 22 se muestra los resultados a flexión de las vigas base con f'c 5000 y con 3% PET se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.4.3 RESULTADOS DE VIGAS CON 5% DE PET

En esta parte se presentará los resultados de los cilindros a compresión con 5% de PET.

Tabla 22. Vigas f'c 4000, a los 7 días.

VIGAS- 4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	5850	487.5
V3	6050	504.2
V5	5690	474.2
PROMEDIO	5863.3	488.6

En la tabla 23 se muestra las vigas base de f'c 4000 psi sin aditivo y con 5% PET, con sus resultados a flexión en libras y psi con el resultado del promedio de cada viga. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

Tabla 23. Vigas f'c 4000 con aditivo, a los 7 días.

VIGAS- 4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	5430	452.5
V	6310	528.8
V	5650	470.8
PROMEDIO	5796.7	484.0

En la tabla 24 se muestra los resultados a flexión de las vigas con f'c 4000, con aditivo y 5 % PET, se muestra la cantidad de especímenes con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.4.4 RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS CILINDROS

A continuación, en las siguientes tablas se le presentaran los resultados a compresión promediados de los cilindros con los diferentes porcentajes de PET 3% y 5%.

Tabla 24. Resumen de valores promediados

CILINDROS DE CONTROL		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	78883.3	2789.9
4000 con aditivo	118037.5	4174.25
5000	83036.3	2936.1

CILINDROS CON PET -3%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	75210	2660
4000 con aditivo	92706.7	3278.8
5000	84370	3477.4

CILINDROS CON PET -5%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	64373.3	2276.7
4000 con aditivo	67816.7	2396.3

Se muestra en la tabla. 25 los resultados promediados de los cilindros expuestos a las pruebas de compresión con los porcentajes de PET al 3 y 5 por ciento. Mostrando los cilindros control. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.4.5 RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS VIGAS.

A continuación, en las siguientes tablas se le presentaran los resultados de las vigas sometidas a pruebas de flexión promediadas de las vigas con los diferentes porcentajes de PET 3% y 5%.

Tabla 25. Resumen de valores promediados

VIGAS CONTROL		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	6483.3	540.2
4000 con aditivo	7696.7	641
5000	6300	524.6

VIGAS CON PET-3%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	6293.33	524.43
4000 con aditivo	6723.3	560
5000	7410	617

VIGAS CON PET-5%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	5863.3	488.6
4000 con aditivo	5796.67	484.03

Se muestra en la tabla. 26 los resultados promediados de los cilindros expuestos a las pruebas de compresión con los porcentajes de PET al 3 y 5 por ciento. Mostrando los cilindros control. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177. Con el nombre la muestra a la izquierda y los resultados en sus unidades de libras y psi a la derecha.

5.5 RESULTADOS Y COMPORTAMIENTO A COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS A LOS 28 DÍAS.

5.5.6 RESULTADOS DE CILINDROS BASE A 28 DIAS.

A continuación, se muestran los resultados de cada prueba de compresión a los 7 días que se le realizó a los cilindros en las siguientes tablas.

Tabla 26 Resultados a compresión a 28 días.

CILINDROS BASE -4000 CON D-X4		
#	Lb	PSI
C2	120221.048	4252
C4	113548.384	4016
C6	111569.204	3946
PROMEDIO	115112.8787	4071.333333
CILINDROS BASE -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	120298.0011	4254.7
C4	119695.1516	4233.4
C6	118660.2682	4196.8
PROMEDIO	119551.1	4228.31
CILINDROS BASE -5000		
#	Lb	PSI
C2	148325.404	5246
C4	143547.098	5077
C6	146826.882	5193
PROMEDIO	146233.1	5172.0

En la tabla 27 se muestra los resultados de la prueba de compresión de los cilindros base sin fibra. Se muestra los resultados de los diseños de 4000, 4000 con dx-4 y 5000 psi dados en libras y psi.

5.5.7 RESULTADOS DE CILINDROS CON %3 DE FIBRA A 28 DIAS.

Tabla 27 Resultados de cilindros a compresión con 3% de PET a 28 días.

CILINDROS -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	116381.4388	4116.2
C4	120195.6014	4251.1
C6	120283.2508	4254.2
PROMEDIO	118953.4	4207.2
CILINDROS -4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	119174.91	4215
C4	111003.724	3926
C6	115244.824	4076
PROMEDIO	115141.2	4072.3
CILINDROS -5000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	148325.404	5246
C4	137948.846	4879
C6	142303.042	5033
PROMEDIO	214288.6	5052.7

La tabla 28 muestra los resultados de cada cilindro a 28 días, que fueron sometidos a pruebas de compresión y el promedio de los cilindros en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39.

5.5.8 RESULTADOS DE CILINDROS CON %5 DE FIBRA A 28 DIAS.

Se muestran los resultados de las pruebas de compresión que se le aplicaron a los cilindros de 28 días con los diseños de 4000, 4000 dx-4 y 5000 psi.

Tabla 28 Resultados de los cilindros a compresión con 5% de PET a 28 días.

CILINDROS -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	110296.874	3901
C4	112389.15	3975
C6	113265.644	4006
PROMEDIO	111983.9	3960.7
CILINDROS -4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	112078.136	3964
C4	113831.124	4026
C6	117110.908	4142
PROMEDIO	114340.1	4044.0
CILINDROS -5000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
C2	139758.382	4943
C4	141200.356	4994
C6	136563.42	4830
PROMEDIO	139174.1	4922.3

En la tabla 29 se muestra los resultados a compresión de los cilindros base con F'c 4000, 4000 con aditivo y 5000 psi con 5% de PET, se muestra la cantidad de especímenes, con resultados en libras y psi. En coordinación con la norma MTC E704-200 basado en las normas ASTM C39 y AASTHO T22.

5.6 RESULTADOS COMPORTAMIENTO A TENSION DE LAS VIGAS A LOS 28 DIAS

5.6.1 RESULTADOS DE VIGAS BASE

A continuación, se muestran los resultados de cada prueba de flexión que se le realizó a las vigas en las siguientes tablas.

Tabla 29 resultados de las vigas base a flexión a 28 días.

VIGAS BASE -4000		
#	Lb	PSI
V1	7380	615
V3	7152	596
V6	7260	605
PROMEDIO	7264.0	605.33
VIGAS BASE -4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V1	7320	610
V3	7260	605
V	7800	650
PROMEDIO	7460.0	621.7
VIGAS BASE -5000		
#	Lb	PSI
V1	7524	627
V	7452	621
V	7236	603
PROMEDIO	7404.00	617.00

En la tabla 30 se muestra las vigas base de PET de un $f'c$ 4000 psi con aditivo, 4000 y 5000 psi con sus resultados a flexión en libras y psi con el resultado del promedio de cada viga. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.6.2 RESULTADOS DE VIGAS CON 3% DE PET.

A continuación se presentarán los resultados de las vigas con 3% de PET con sus diseños de mezcla y el porcentaje de las 3 muestras.

Tabla 30 Resultados de vigas con 3% de PET a 28 días.

VIGAS- 4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V2	7620	635
V4	7032	586
V6	7404	617
PROMEDIO	7352.0	612.7
VIGAS- 4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
V2	7128	594
V4	6396	533
V6	7284	607
PROMEDIO	6936.0	578.0
VIGAS- 5000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V2	7416	618
V4	7260	605
V6	7176	598
PROMEDIO	10926.0	607.0

En la tabla 31 se muestra las vigas con 3% de PET de un f'c 4000 psi con aditivo, 4000 y 5000 psi con sus resultados a flexión en libras y psi con el resultado del promedio de cada viga. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.6.3 RESULTADOS DE VIGAS CON %5 DE PET.

A continuación se presentarán los resultados de las vigas con 5% de PET con sus diseños de mezcla y el porcentaje de las 3 muestras a 28 días.

Tabla 31 Resultados de vigas con 5% de PET a 28 días.

VIGAS- 4000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V2	7020	585
V4	6924	577
V6	6864	572
PROMEDIO	6936.0	578.0
VIGAS- 4000 CON ADITIVO		
#	Lb	PSI
V2	6960	580
V4	7008	584
V6	6936	578
PROMEDIO	6968.0	580.7
VIGAS- 5000 SIN ADITIVO		
#	Lb	PSI
V2	7416	618
V4	7260	605
V6	7056	588
PROMEDIO	6968.0	603.7

En la tabla 32 se muestra las vigas con 5% de PET de un F'c 4000 psi con aditivo, 4000 y 5000 psi con sus resultados a flexión en libras y psi con el resultado del promedio de cada viga. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.6.4 RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS CILINDROS A 28 DIAS.

A continuación, en las siguientes tablas se le presentaran los resultados a compresión promediados de los cilindros con los diferentes porcentajes de PET 3% y 5%.

Tabla 32 Resumen de valores promedio 28 días.

CILINDROS DE CONTROL		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	119551.1	4228.3
4000 con aditivo	115112.8787	4071.333333
5000	146233.1	5172.0

CILINDROS CON PET -3%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	118953.4303	4207.2
4000 con aditivo	115141.2	4072.3
5000	214288.646	5052.7

CILINDROS CON PET -5%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	111983.9	3960.7
4000 con aditivo	114340.1	4044.0
5000	139174.0527	4922.3

Se muestra en la tabla. 33 los resultados promediados de los cilindros expuestos a las pruebas de compresión con los porcentajes de PET al 3 y 5 por ciento. Mostrando los cilindros control. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.6.5 RESUMEN DE RESULTADOS PROMEDIADOS VIGAS A 28 DIAS.

A continuación, en las siguientes tablas se le presentaran los resultados de las vigas sometidas a pruebas de flexión promediadas de las vigas con los diferentes porcentajes de PET 3% y 5%.

Tabla 33 Resumen de valores promedio a los 28 días.

VIGAS CONTROL		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	7264.0	605.3
4000 con aditivo	7460.0	621.6666667
5000	7404	617

VIGAS CON PET-3%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	7352.00	612.67
4000 con aditivo	6936.0	578
5000	10926	607

VIGAS CON PET-5%		
MUESTRA	LIBRAS	PSI
4000	6936.0	578.0
4000 con aditivo	6968.00	580.67
5000	6968	603.67

Se muestra en la tabla. 34 los resultados promediados de las vigas expuestas a las pruebas de flexión con los porcentajes de PET al 3 y 5 por ciento, Mostrando las vigas 4000, 4000 dx-4 y 5000 psi. En coordinación con la norma MTC E711-2000 basado en las normas ASTM C293 y AASTHO T177.

5.7 ANALISIS DE COMPARACIÓN

5.7.1 ANALISIS DE COMPARACION A 7 DIAS.

A continuación, se muestran los gráficos de barra con los resultados de las pruebas a compresión y flexión de los especímenes para entender de una mejor manera la comparación de la mezcla base contra la mezcla de PET en vigas y cilindros. Con sus diferentes porcentajes de PET y las resistencias de los concretos.

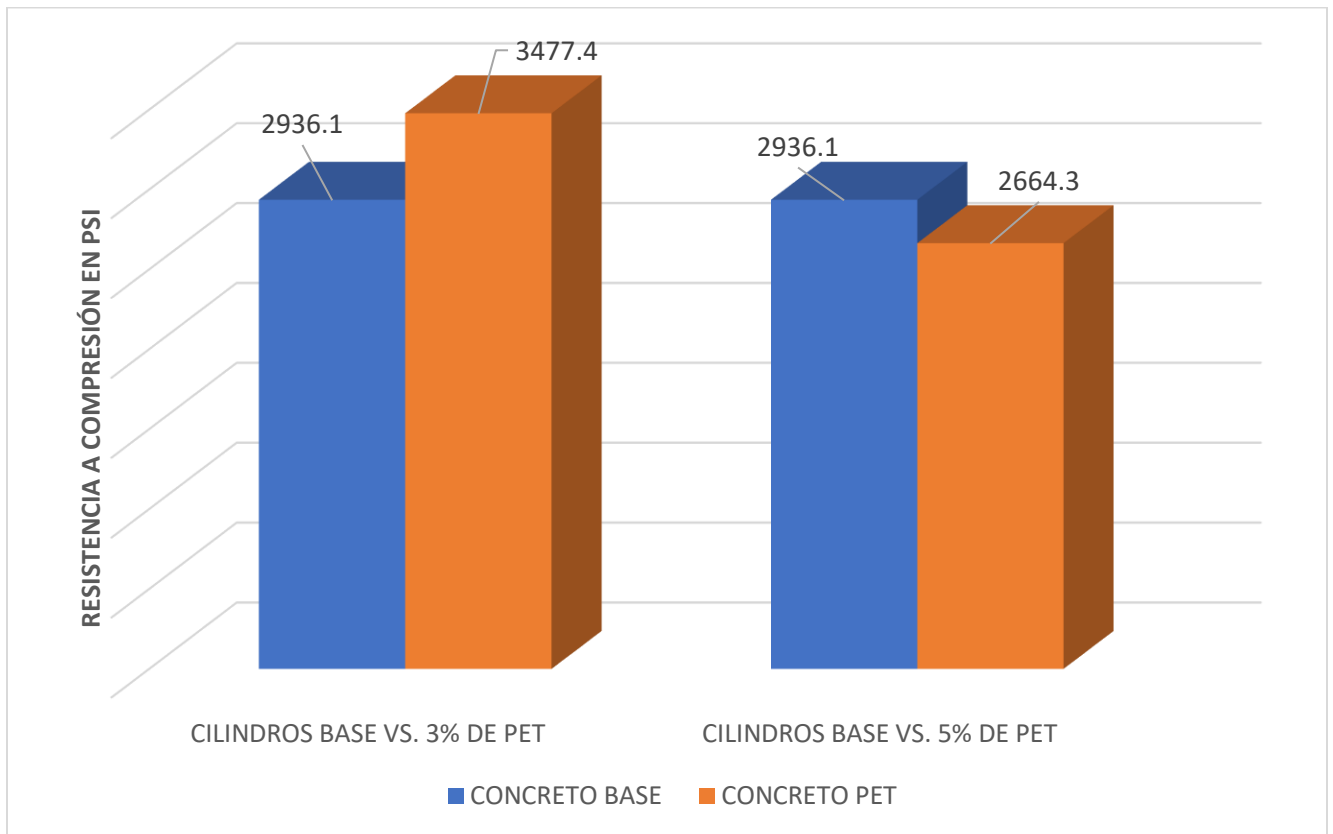


Figura 9 Comparación cilindros base VS. cilindros PET, de F'C 5000PSI a los 7 días

Según el gráfico de barras mostrada en la figura 9. Se hace una comparación de mezcla base vs las mezclas con PET con porcentajes 3% y 5% Teniendo en cuenta que es con un diseño de mezcla de 5000 psi. Los resultados de los cilindros a compresión.

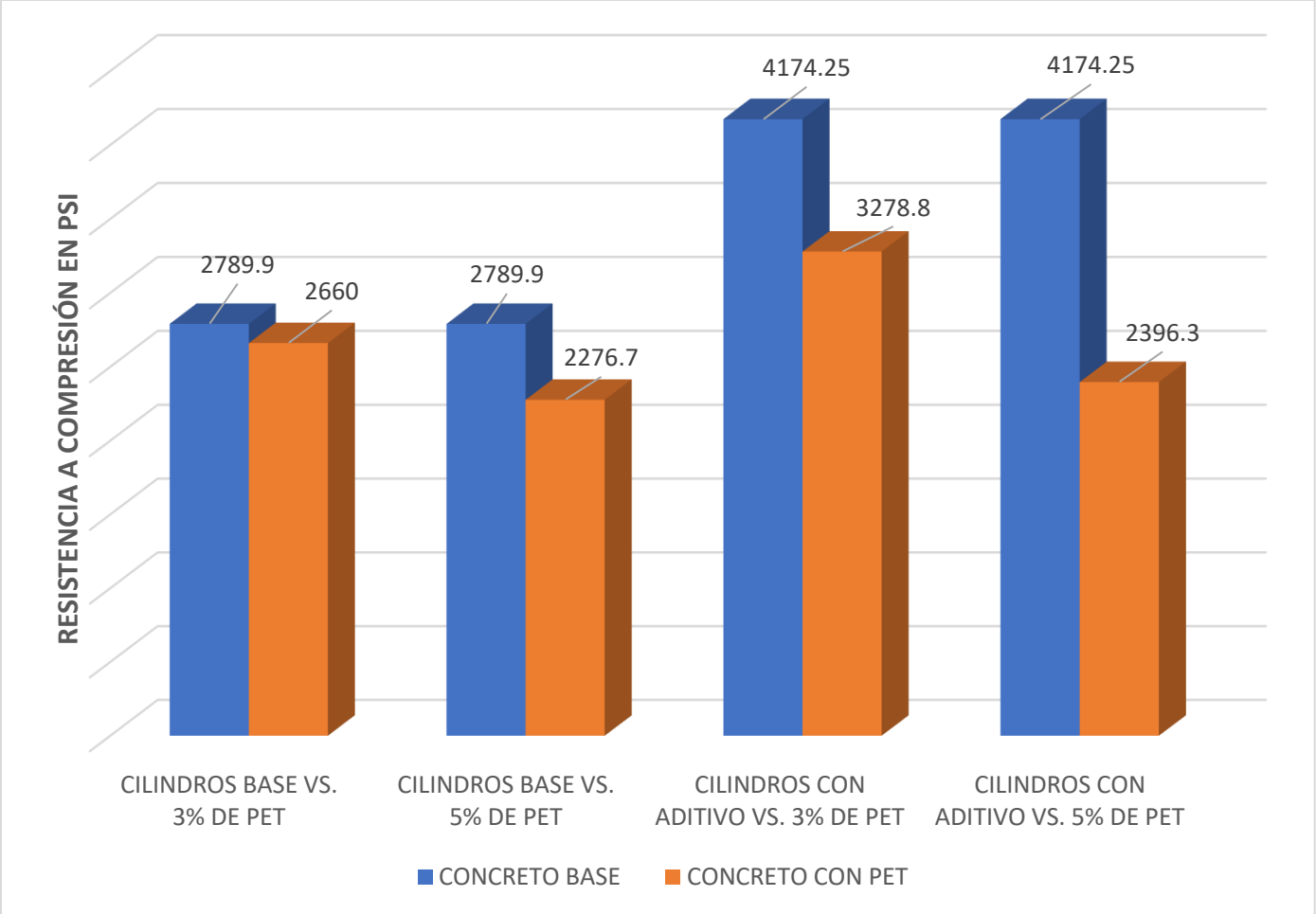


Figura 10 Comparación cilindros base VS. cilindros con PET de F'C 4000 PSI a los 7 días

En la figura 10 se muestra la comparación de los resultados de los cilindros obtenidos de un concreto de F'C 4000 PSI contra concreto con el 3 y 5% de plástico PET. De la misma manera las dos graficas que se observan en el lado derecho de la imagen, realizan la comparación de un concreto F'C 4000 PSI con aditivo DX contra concreto con el 3 y 5% de plástico PET con aditivo DX.

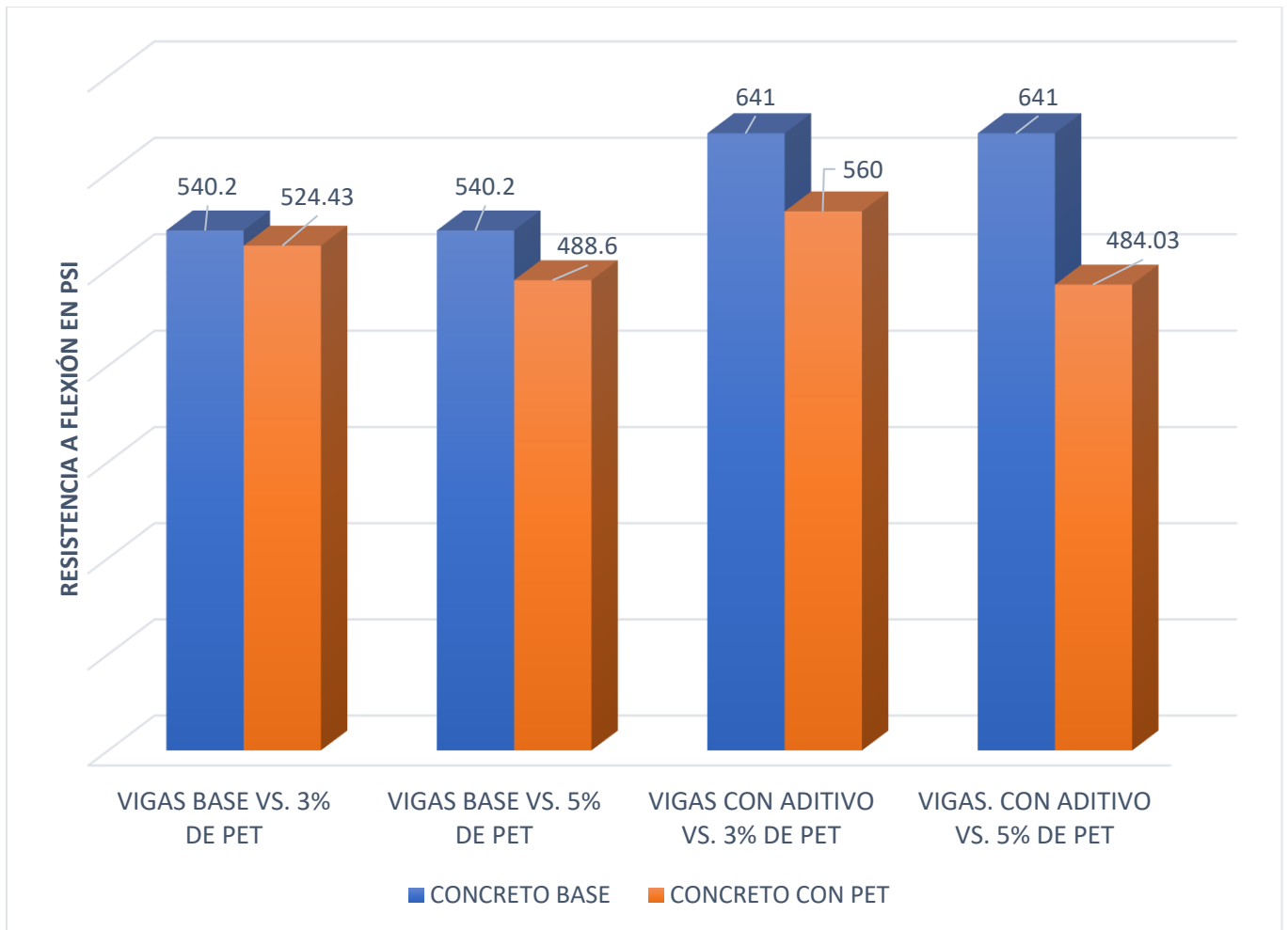


Figura 11 Comparación de vigas base Vs. vigas PET con F'C de 4000PSI a los 7 días.

En la figura 11 se muestra la comparación de los resultados de las vigas obtenidos de un concreto de F'C 4000 PSI contra concreto con el 3 y 5% de plástico PET. De la misma manera las dos graficas que se observan en el lado derecho de la imagen, realizan la comparación de un concreto F'C 4000 PSI con aditivo DX contra concreto con el 3 y 5% de plástico PET con aditivo DX.

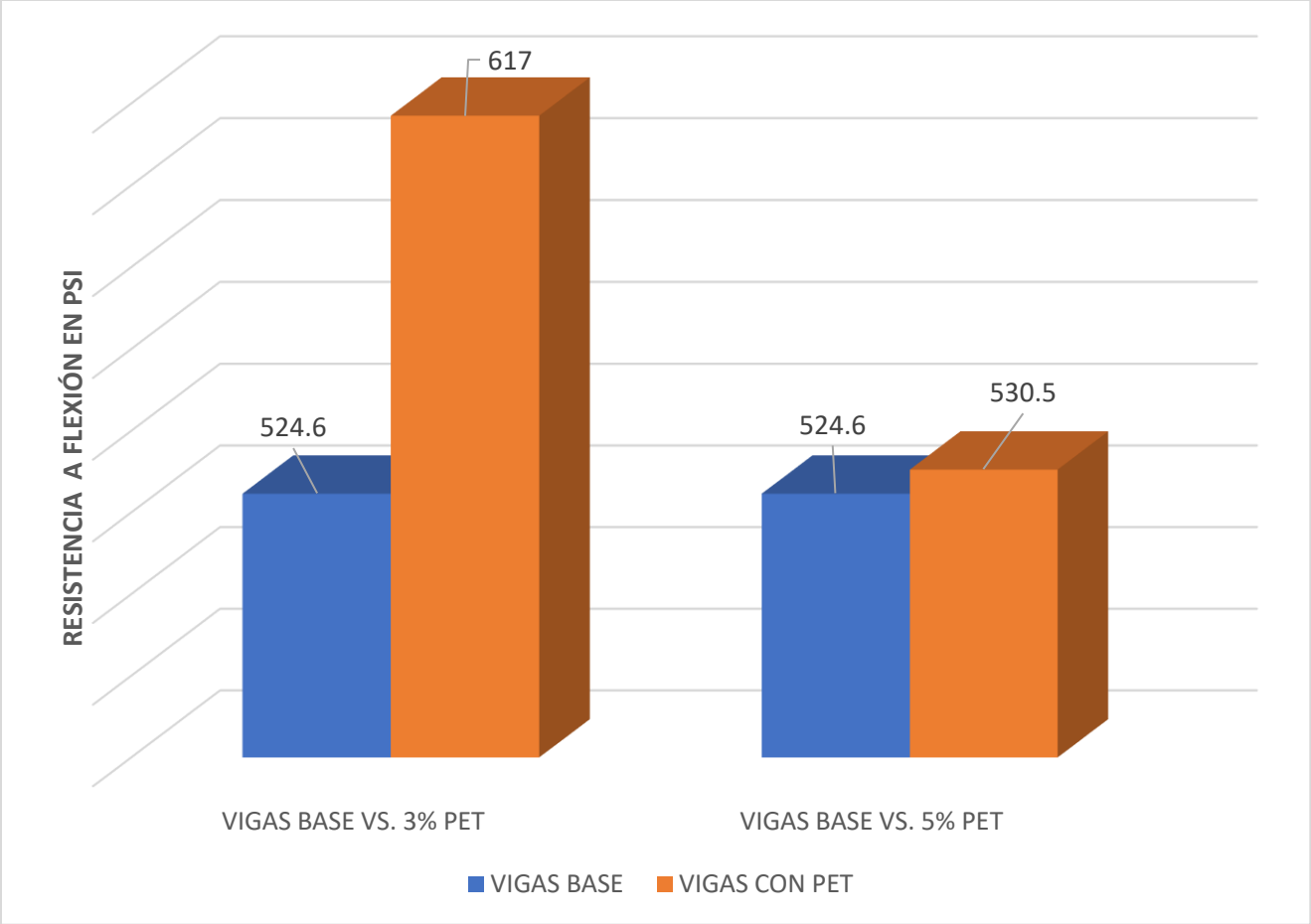


Figura 12 Comparación de vigas base vs vigas PET F´C de 5000 a los 7 días.

Dentro de la figura 12 se muestra una comparación de mezcla base vs las mezclas con PET con porcentajes 3% y 5%, Teniendo en cuenta que es con un diseño de mezcla de 5000 psi. Los resultados de las vigas a flexión.

5.7.1 ANALISIS DE COMPARACION A 28 DIAS.

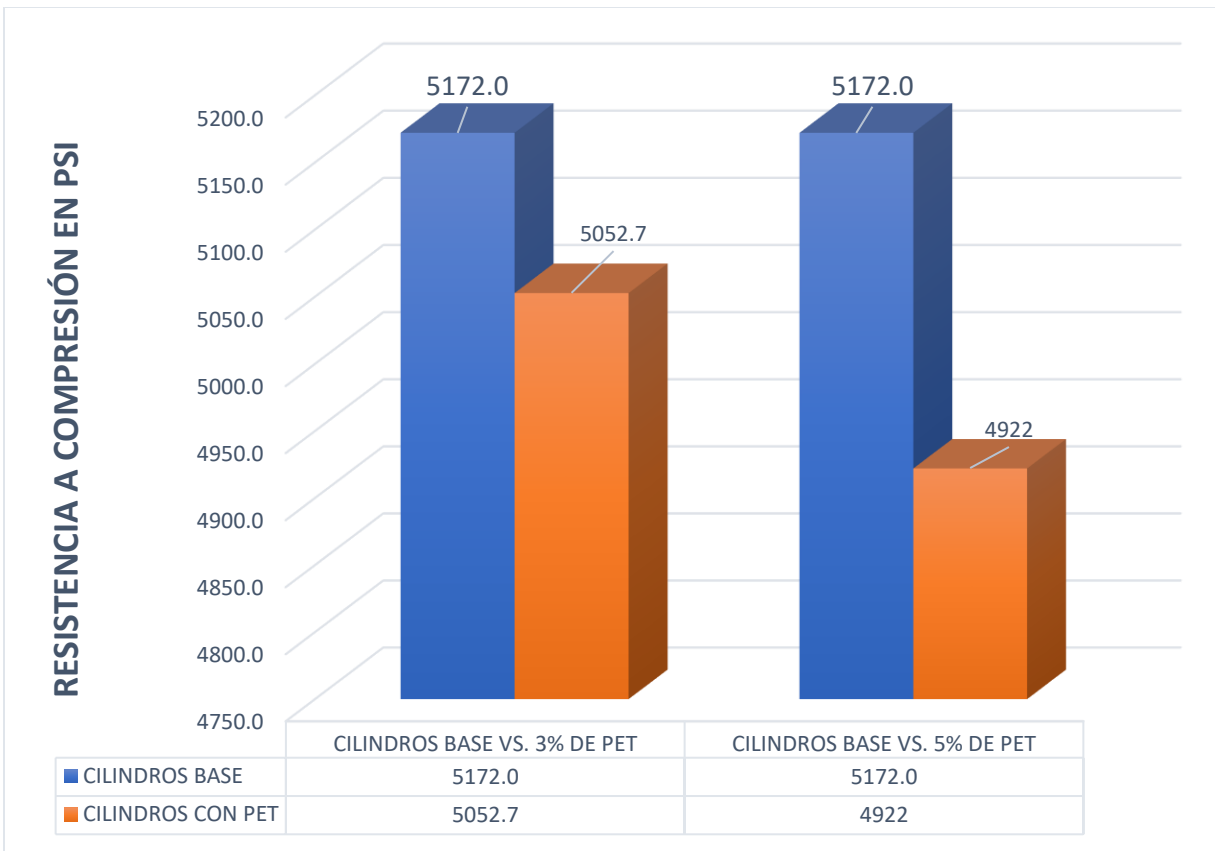


Figura 13. Comparación cilindros base VS. cilindros con PET de F'C 5000 PSI a los 28 días

Según el grafico de barras en la figura 13. Se hace una comparación de mezcla base vs las mezclas con PET con porcentajes 3% y 5% Teniendo en cuenta que es con un diseño de mezcla de 5000 psi. Los resultados de los cilindros a compresión.

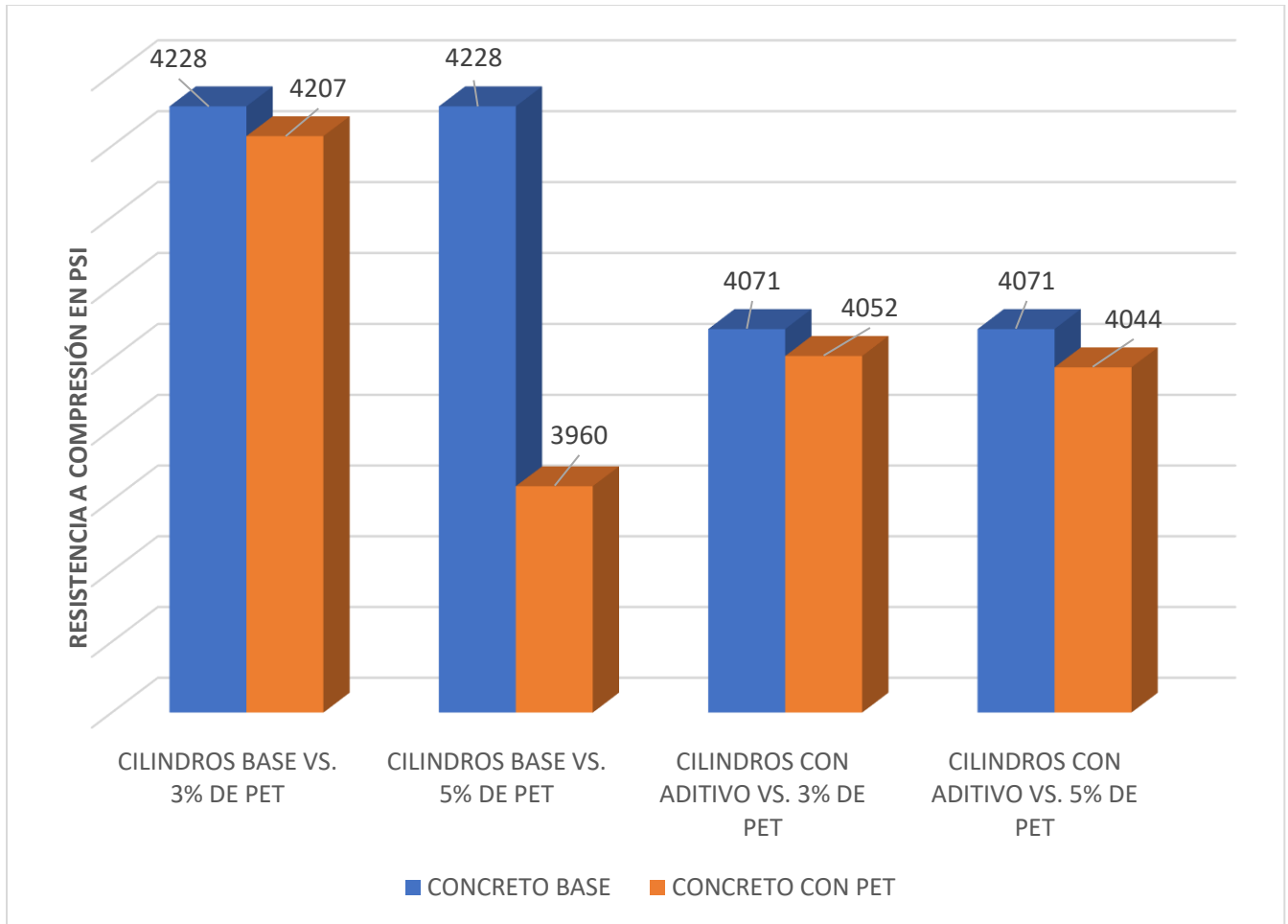


Figura 14 Comparación cilindros base VS. cilindros con PET de F’C 4000PSI a los 28 días

En el gráfico de barras mostrada en la figura 14 se hace una comparación de mezcla base vs las mezclas con PET con porcentajes 3% y 5%. Teniendo en cuenta que es con un diseño de mezcla de 4000 psi. Asimismo, se observan dos gráficos en la parte derecha de la imagen en la cual se compara el concreto base con aditivo contra el concreto PET con aditivo en las mismas proporciones de fibra.

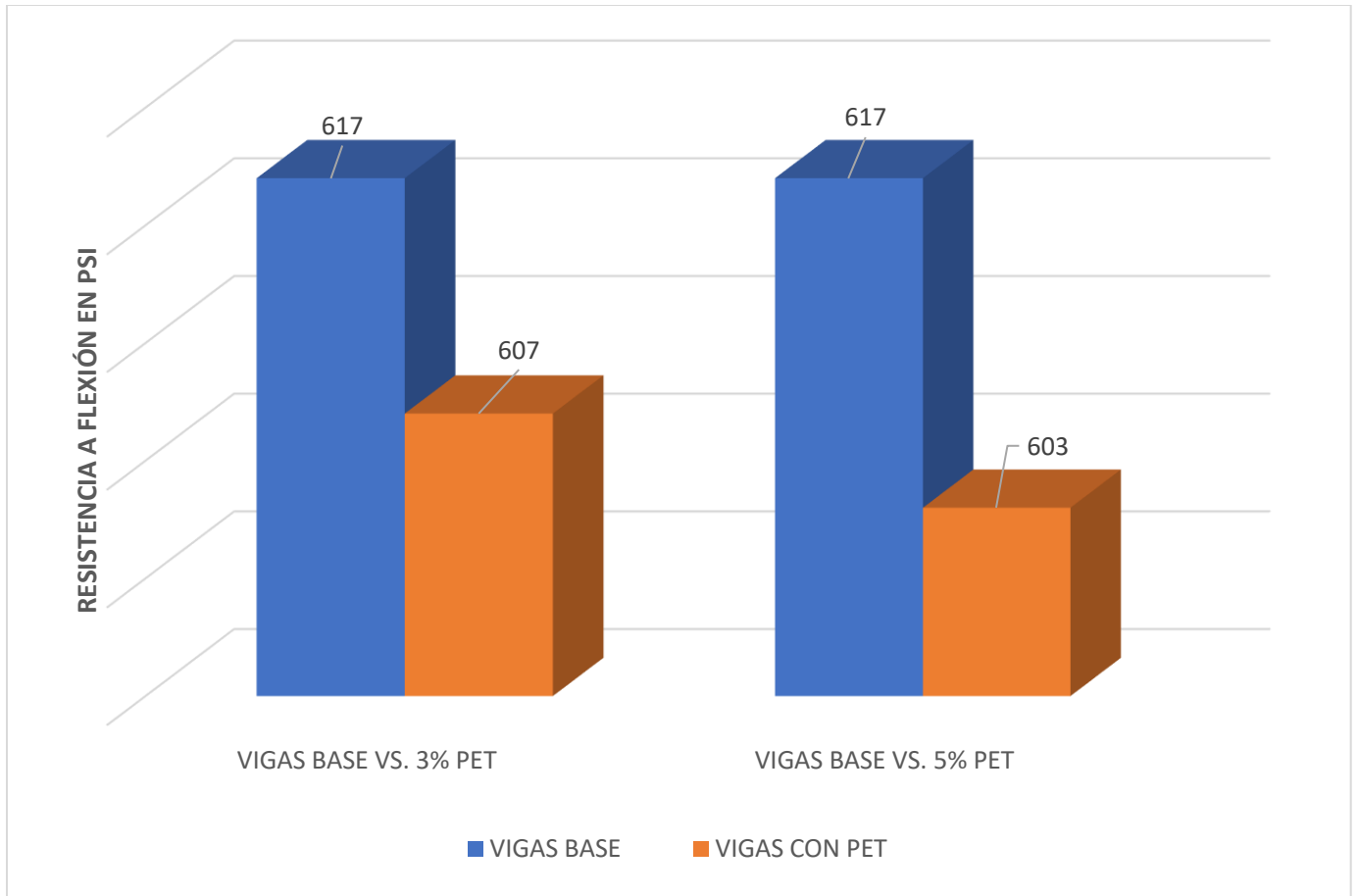


Figura 15 Comparación de vigas base VS. vigas PET, de F´C 5000 PSI a los 28 días.

Según el gráfico de barras en la figura 15. Se hace una comparación de mezcla base vs las mezclas con PET con porcentajes 3% y 5% Teniendo en cuenta que es con un diseño de mezcla de 5000 psi. Los resultados de los cilindros a compresión a la edad de 28 días.

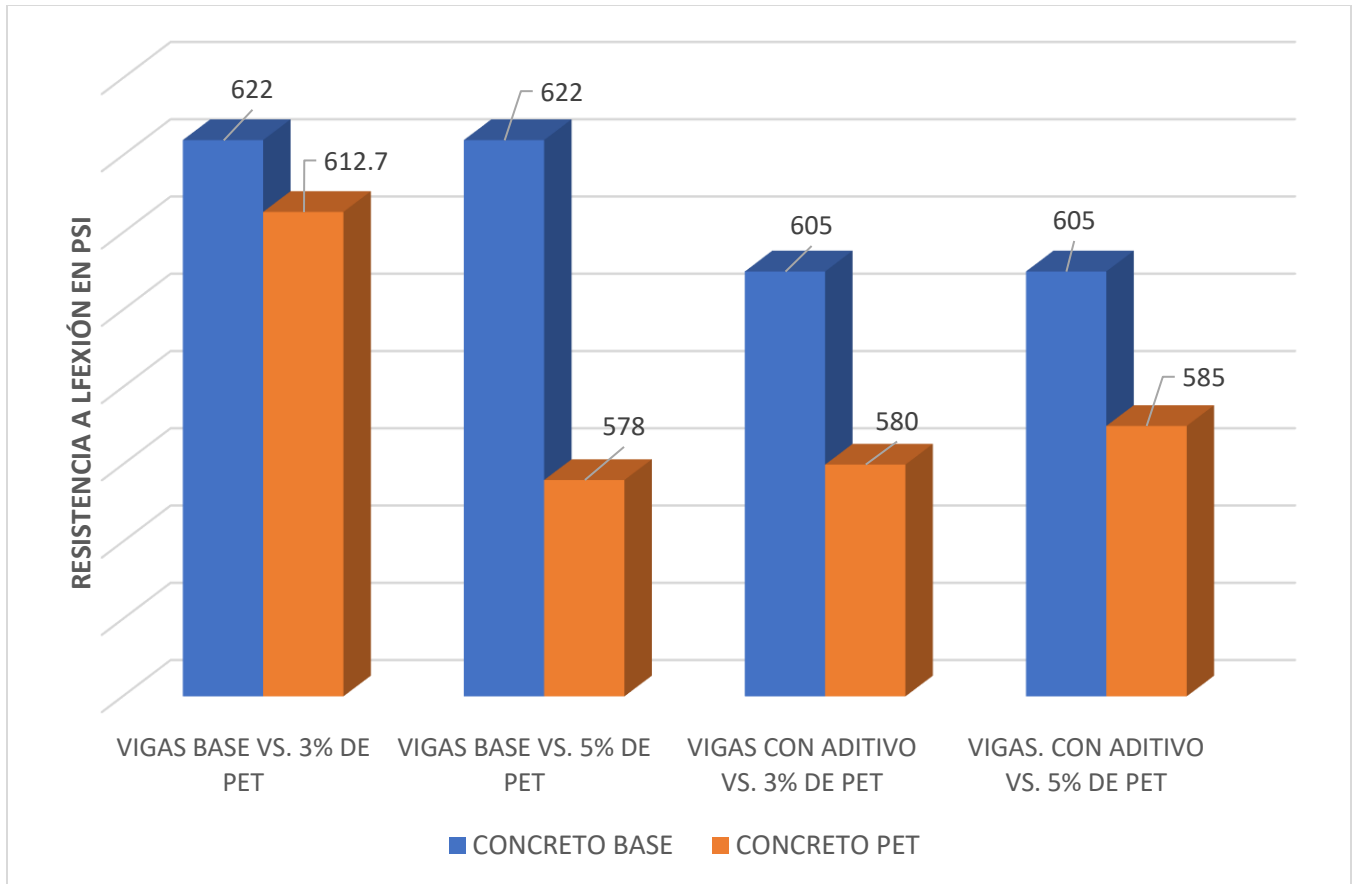


Figura 16 Comparación de vigas base VS. vigas PET, de F' C 4000 PSI a los 28 días

En el gráfico de barras mostrada en la figura 14 se hace una comparación de mezcla base vs las mezclas con PET con porcentajes 3% y 5%. Teniendo en cuenta que es con un diseño de mezcla de 4000 psi. Asimismo, se observan dos gráficos en la parte derecha de la imagen en la cual se compara el concreto base con aditivo contra el concreto PET con aditivo en las mismas proporciones de fibra. Obtenido de los resultados de las vigas a fuerzas de flexión después de 28 días.

5.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.8.1 PRUEBA DE NORMALIDAD

Esta prueba extrae observaciones de las poblaciones distribuidas según la Normal para cada grupo, que son conocidas también como pruebas de bondad de ajuste.

Los resultados de la prueba indican si usted debe rechazar o no puede rechazar la hipótesis nula de que los datos provienen de una población distribuida normalmente. Puede realizar una prueba de normalidad y producir una gráfica de probabilidad normal en el mismo análisis. La prueba de normalidad y la gráfica de probabilidad suelen ser las mejores herramientas para evaluar la normalidad.

Esta prueba, además, determina si es posible realizar una prueba paramétrica a los datos o en caso de no serlo, se emplean las pruebas no paramétricas.

5.8.2 PRUEBA DE NORMALIDAD DE KOLMOGÓROV-SMIRNOV

“Dada la aproximación asintótica que se hace a una normal, es requisito que el tamaño muestral sea lo suficientemente grande como para que, junto con la condición de n_i pequeña se cumpla que $n_i \geq 5$, en todos y cada uno de los intervalos. Esto quiere decir que n ha de ser relativamente grande y que sería necesario un número de clases de agrupamiento mínimamente razonable. Y esto, a su vez, como se acaba de comentar, hace que este contraste asintótico tienda a rechazar la hipótesis nula si su especificación no es muy buena.” (Morillas, s.f,pg 40)

5.8.3 PRUEBAS PARAMÉTRICAS

1. Requieren conocer la distribución de la muestra para poder realizar inferencias sobre la población.
2. Se conoce el modelo de distribución de la población objeto de estudio y se desconoce un número finito de parámetros de dicha distribución que hay que estimar con los datos de la muestra.

5.8.4 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

1. Se utilizan estadísticos cuya distribución se determina con independencia de cuál sea la distribución de la población.
2. Son métodos de distribución libre. No requieren conocer la distribución de la muestra.

5.8.5 RESULTADOS ESTADÍSTICOS

Previamente a realizar todas las pruebas se determinó que el Valor P, que podríamos decir el es error, para todos los resultados debe ser menor al 5% (0.05), lo cual nos da un 95% de confiabilidad de los datos para poder determinar las decisiones basados en los resultados que se obtengan.

En la presente investigación se realizaron las pruebas de normalidad para los siguientes casos:

Cilindros

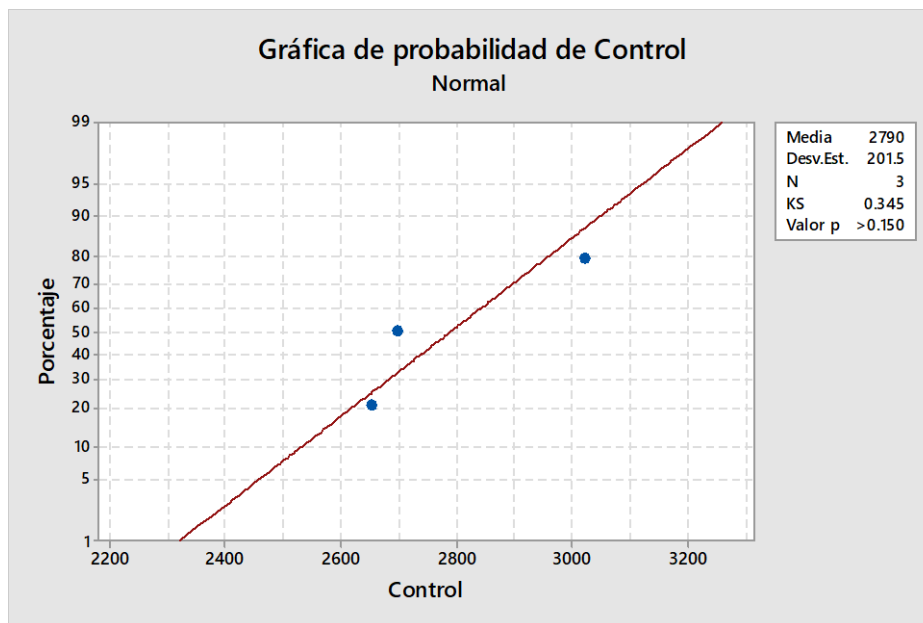


Figura 17 Grafica de probabilidad para compresión $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 7 días.

La grafica anterior, el valor a destacar es el valor p, ya que este es mayor al 0.05 que se ha definido para las pruebas, podemos inferir que los datos son normales y por lo tanto se puede realizar una prueba paramétrica con las muestras.

Esta misma prueba, se realizó para todos los demás casos, siendo en todos los valores p mayor al 5% (0.05), que se determinó para la prueba.

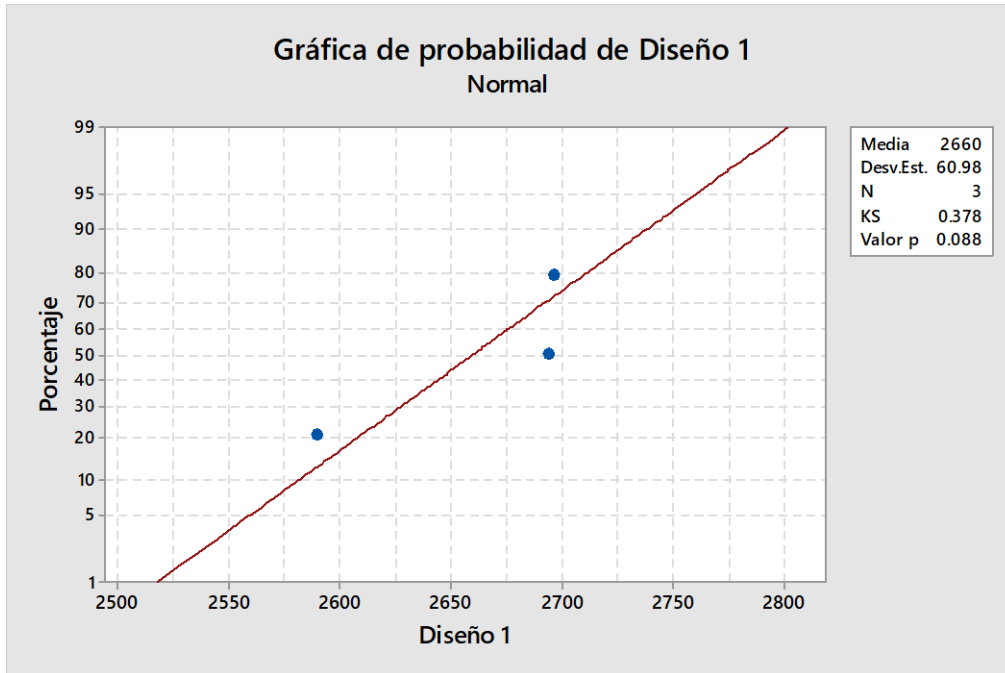


Figura 18 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo, PET 3% a 7 días.

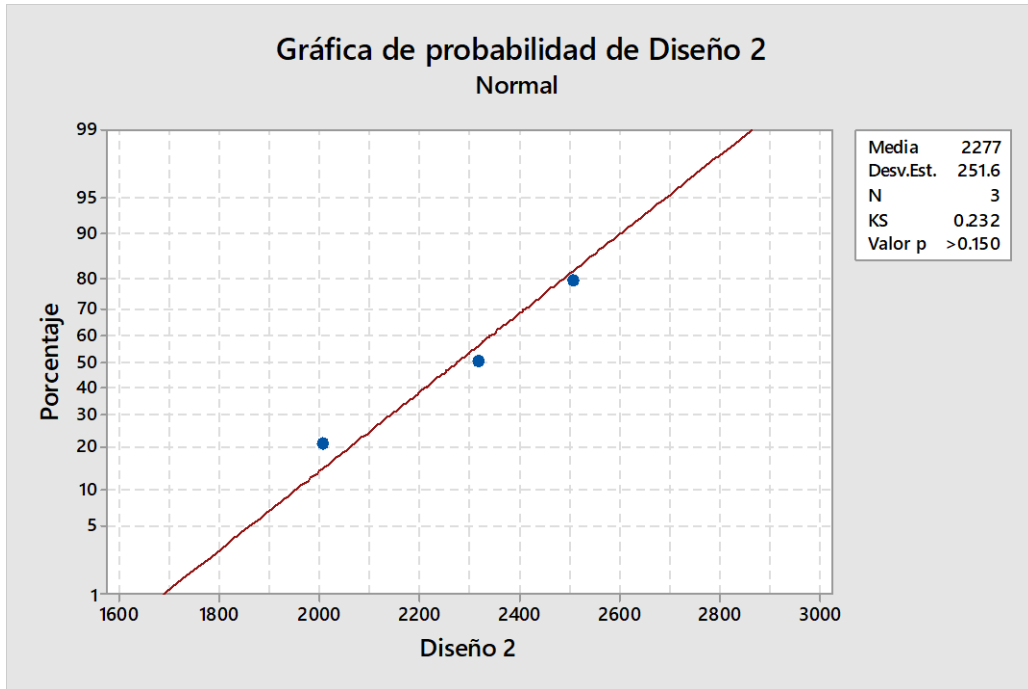


Figura 19 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo, PET 5% a 7 días.

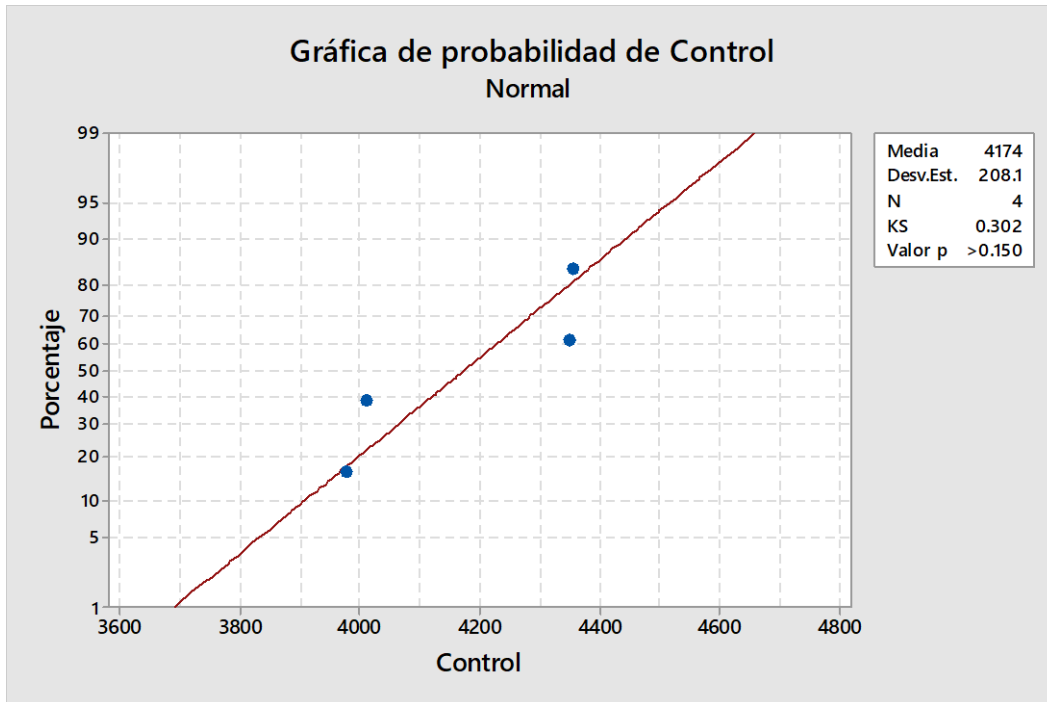


Figura 20 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo a 7 días.

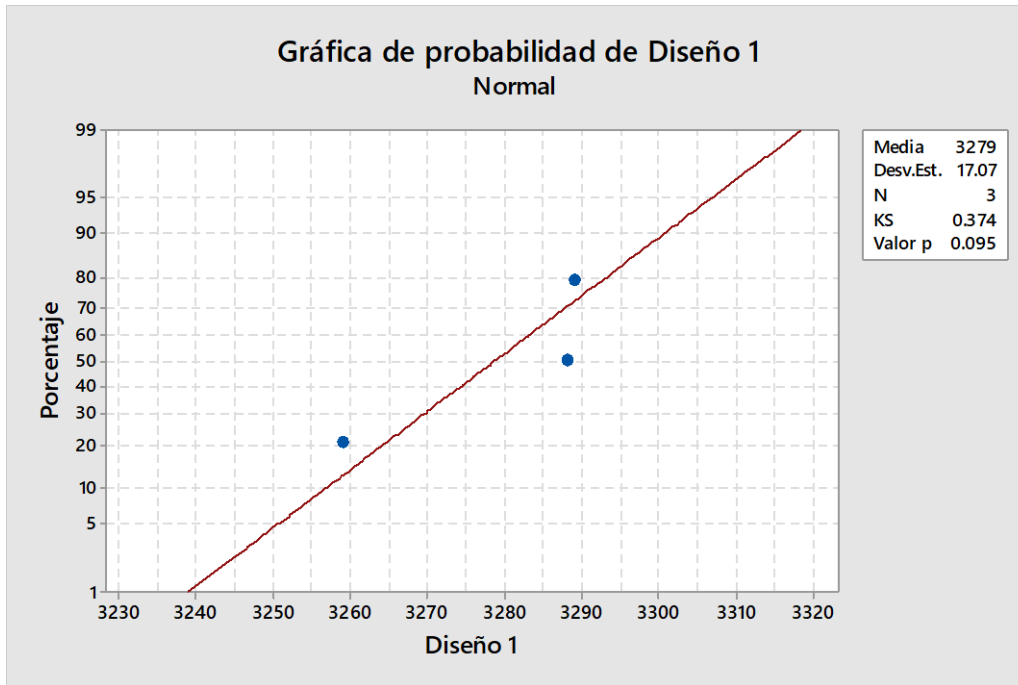


Figura 21 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo, PET 3% a 7 días.

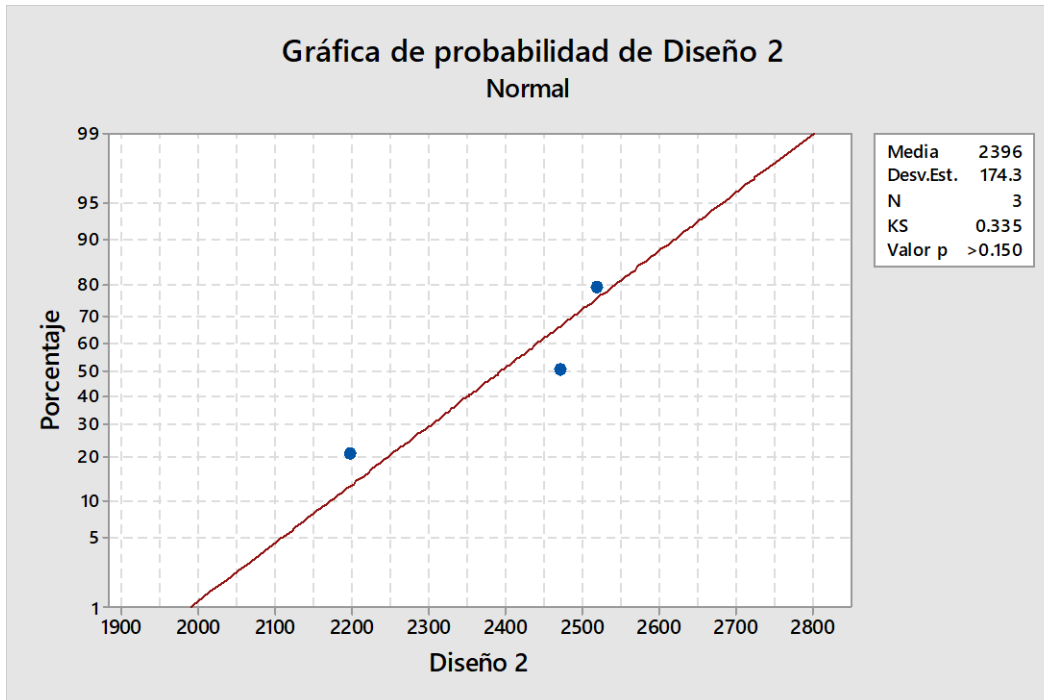


Figura 22 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo, PET 5% a 7 días.

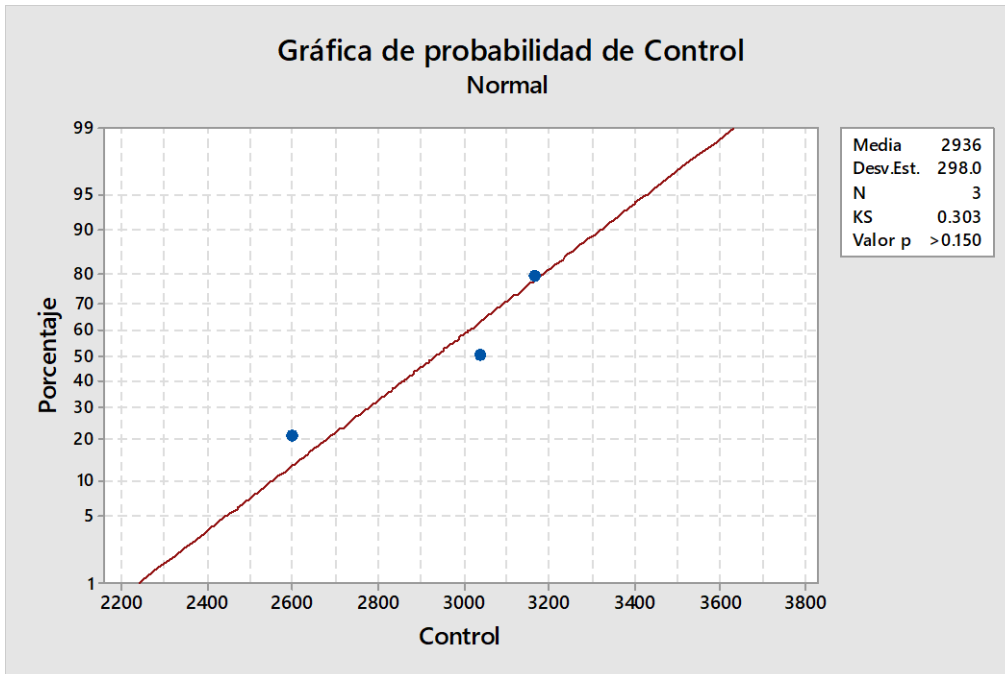


Figura 23 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo a 7 días.

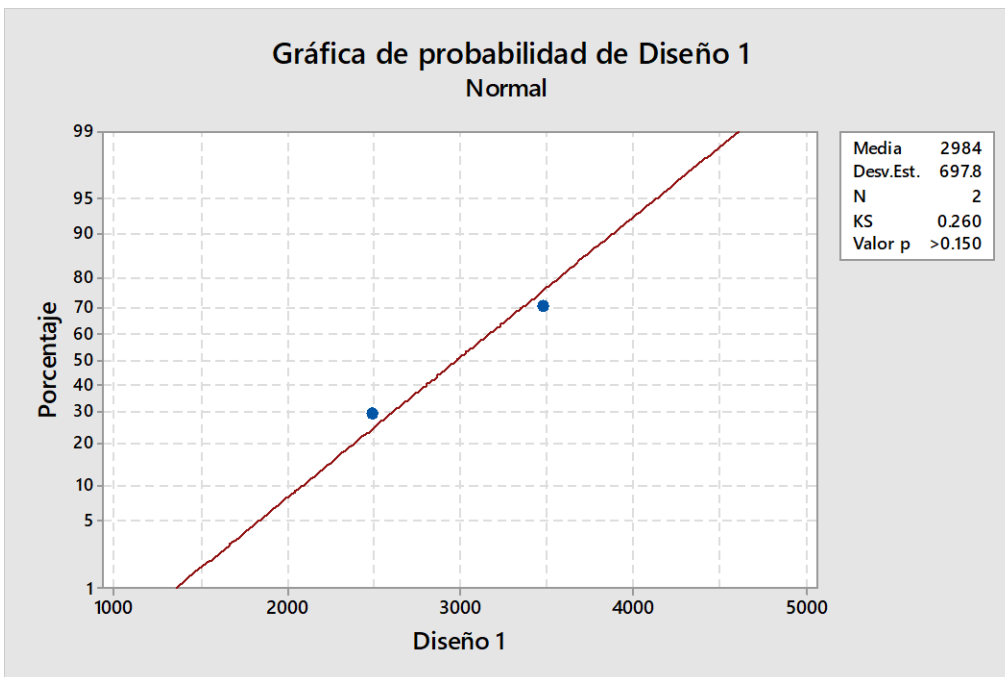


Figura 24 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo, PET 3% a 7 días.

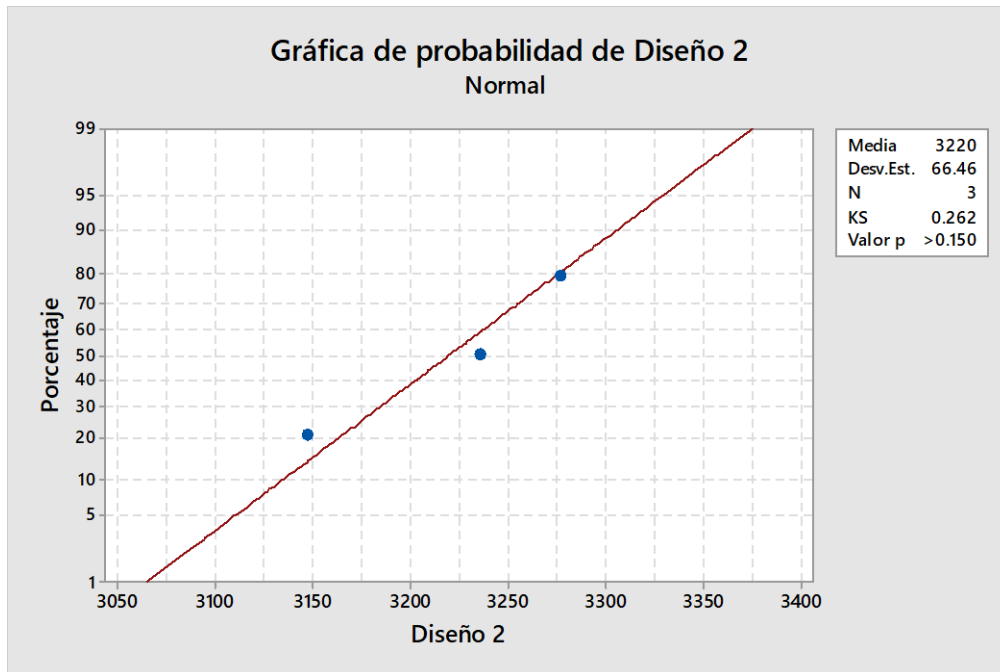


Figura 25 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo, PET 5% a 7 días

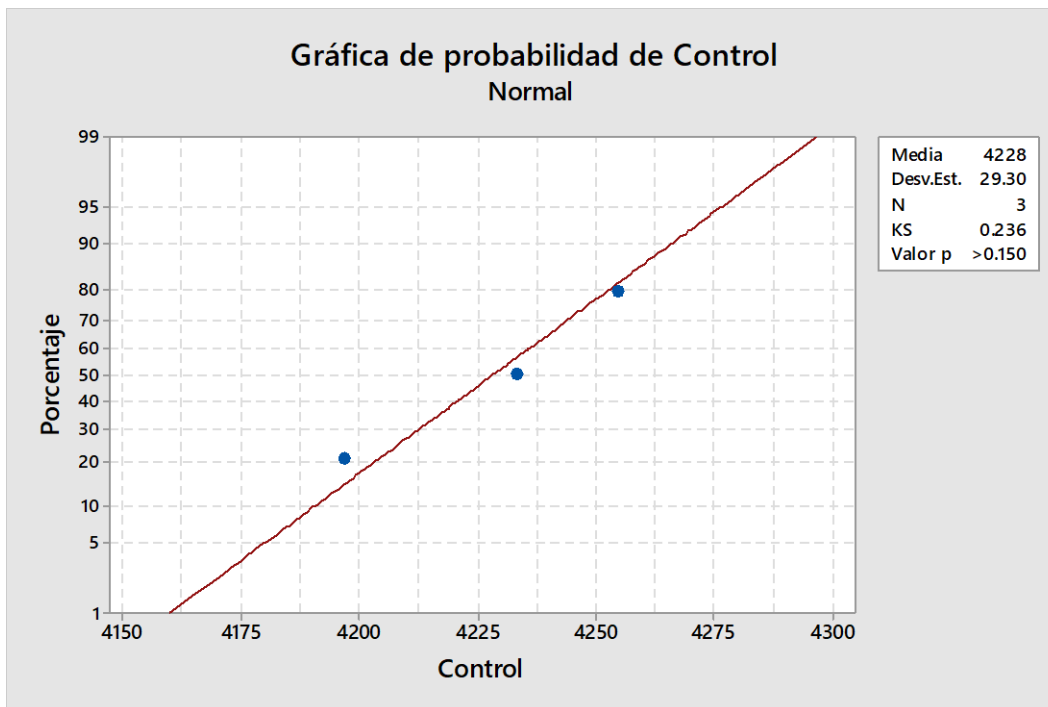


Figura 26 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi sin aditivo a 28 días.

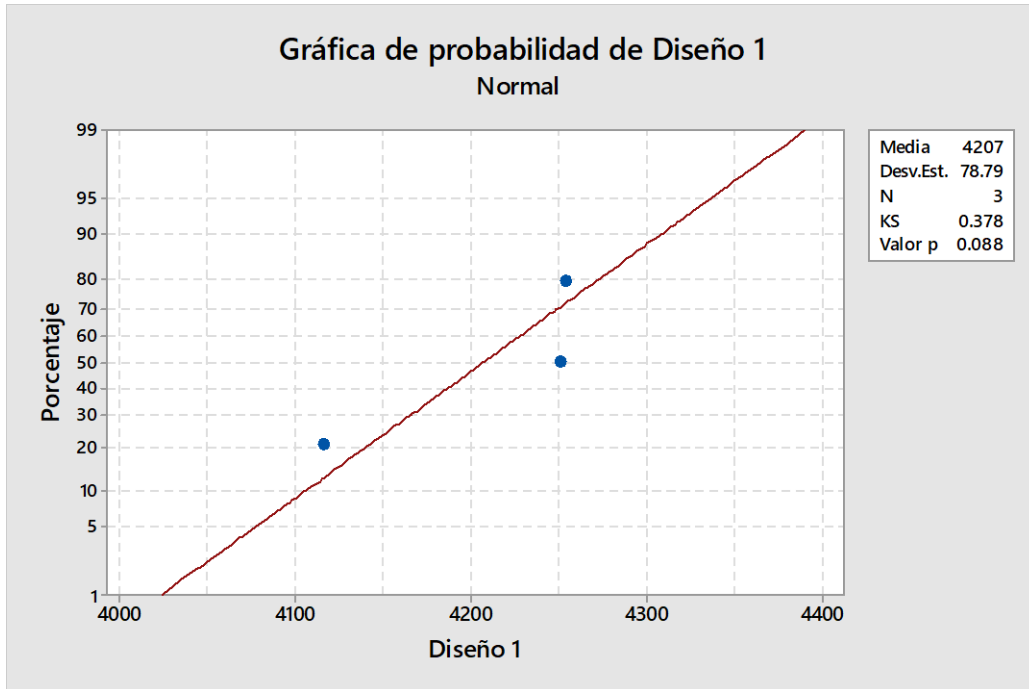


Figura 27 Probabilidad para compresión $F'c = 4000$ psi sin aditivo, PET 3% a 28 días.

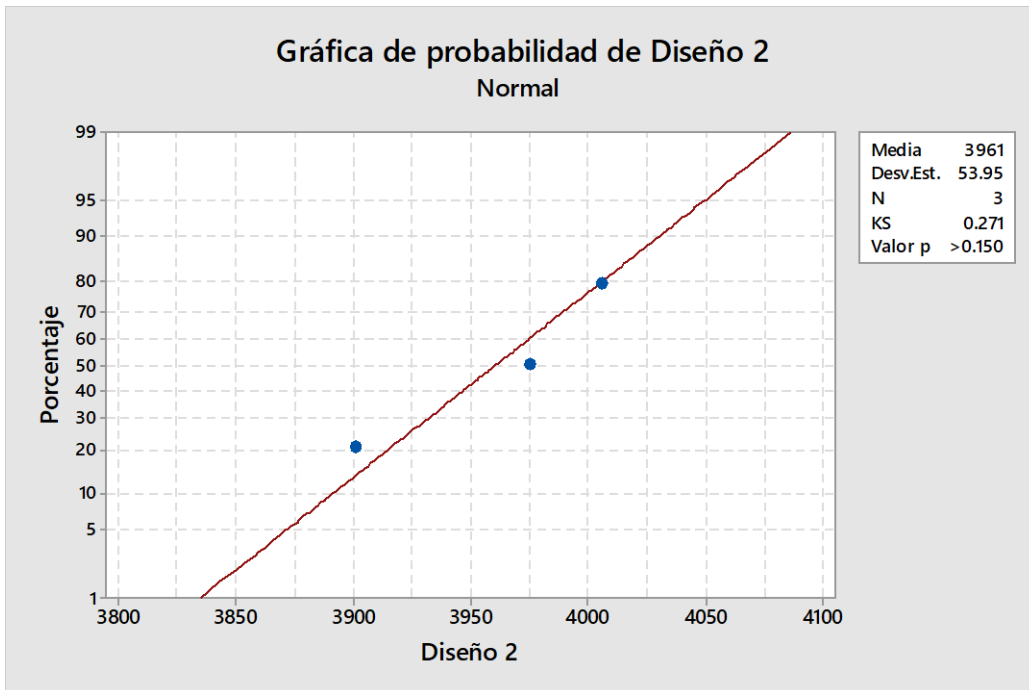


Figura 28 Probabilidad para compresión $F'c = 4000$ psi sin aditivo, PET 5% a 28 días.

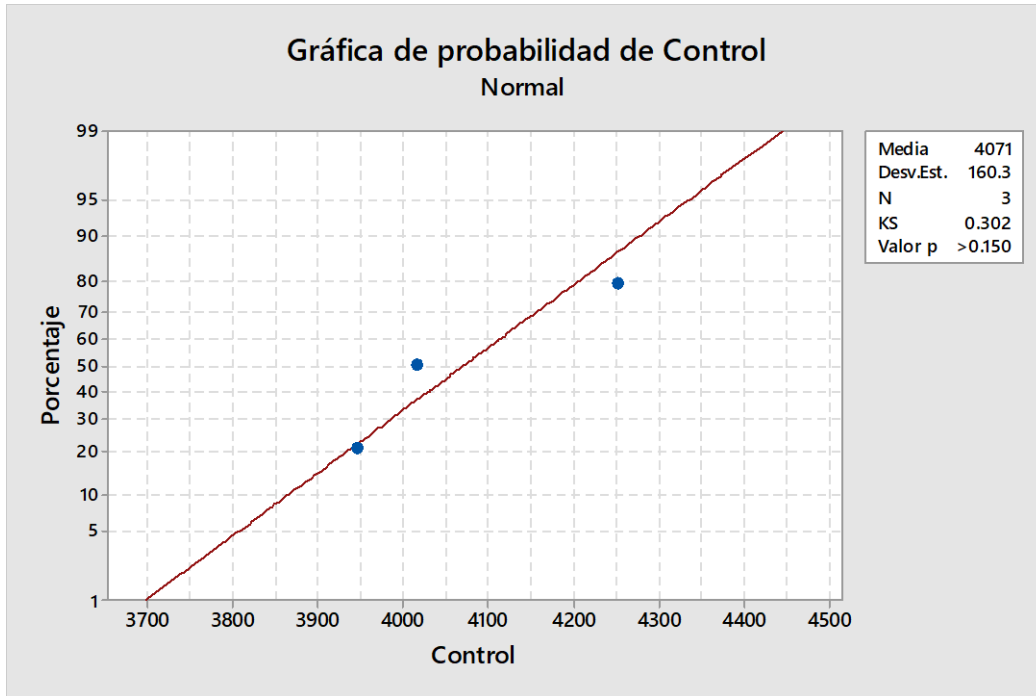


Figura 29 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo a 7 días.

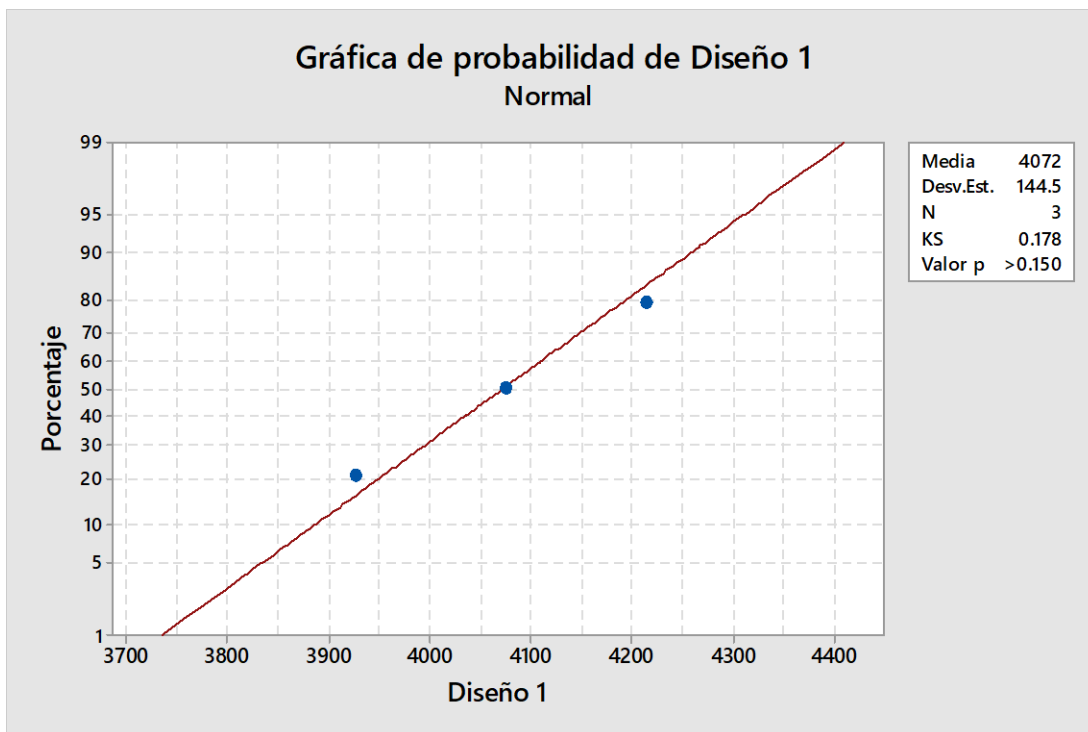


Figura 30 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo, PET 3% a 28 días.

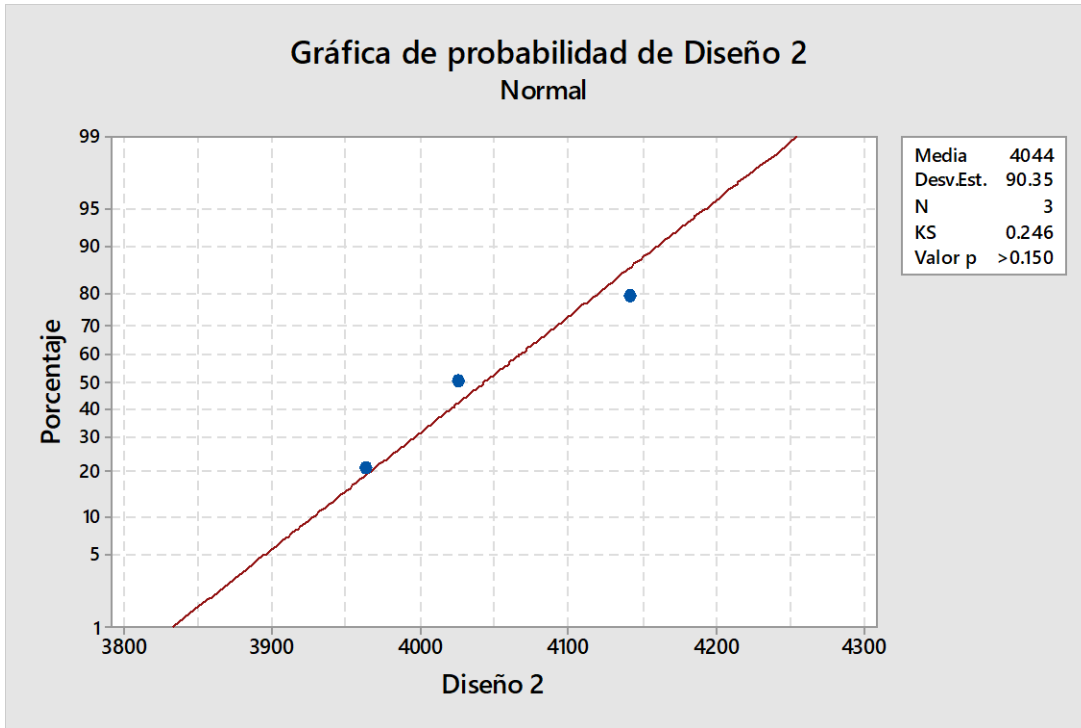


Figura 31 Probabilidad para compresión F'c= 4000 psi con aditivo, PET 5% a 28 días.

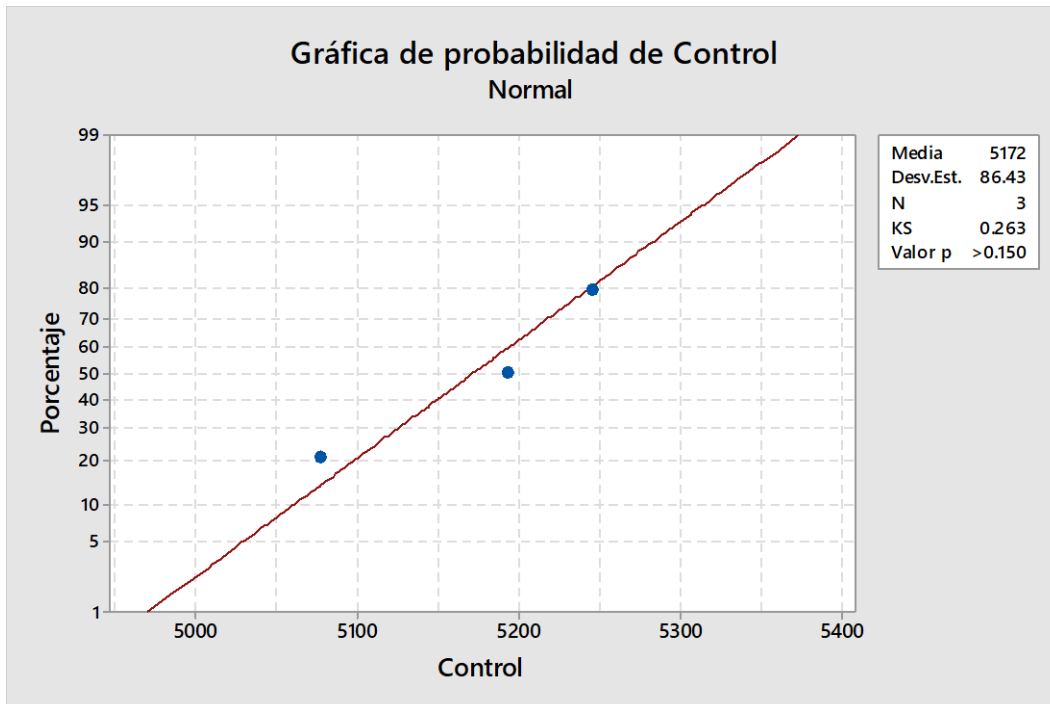


Figura 32 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo a 28 días.

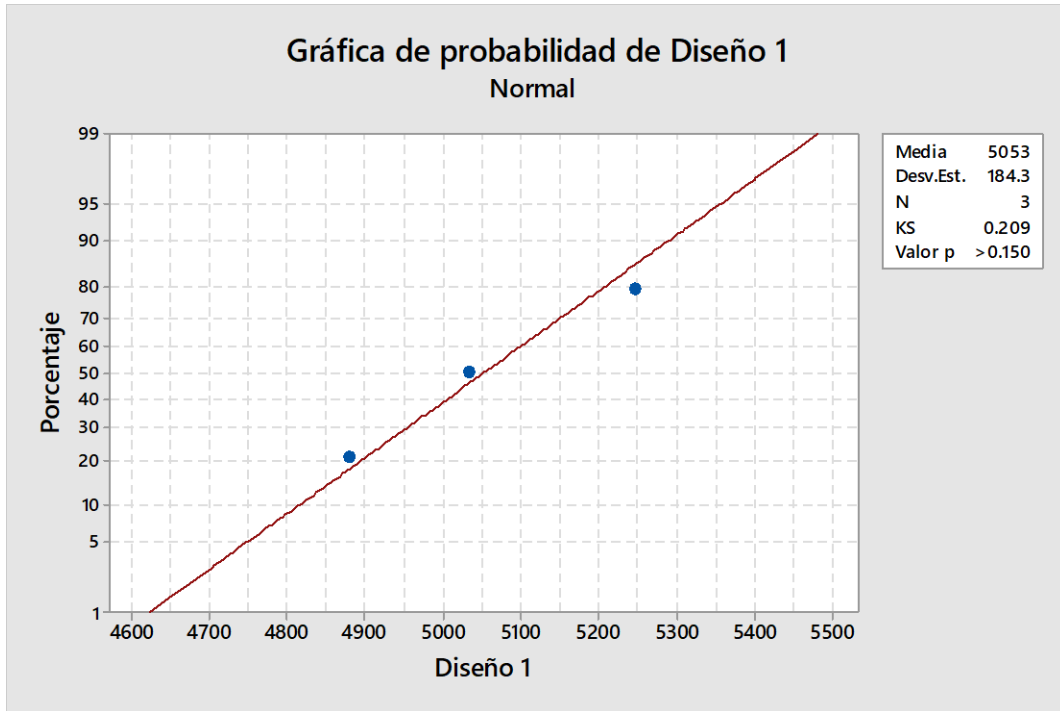


Figura 33 Probabilidad para compresión F'c= 5000 psi sin aditivo, PET 3% a 28 días.

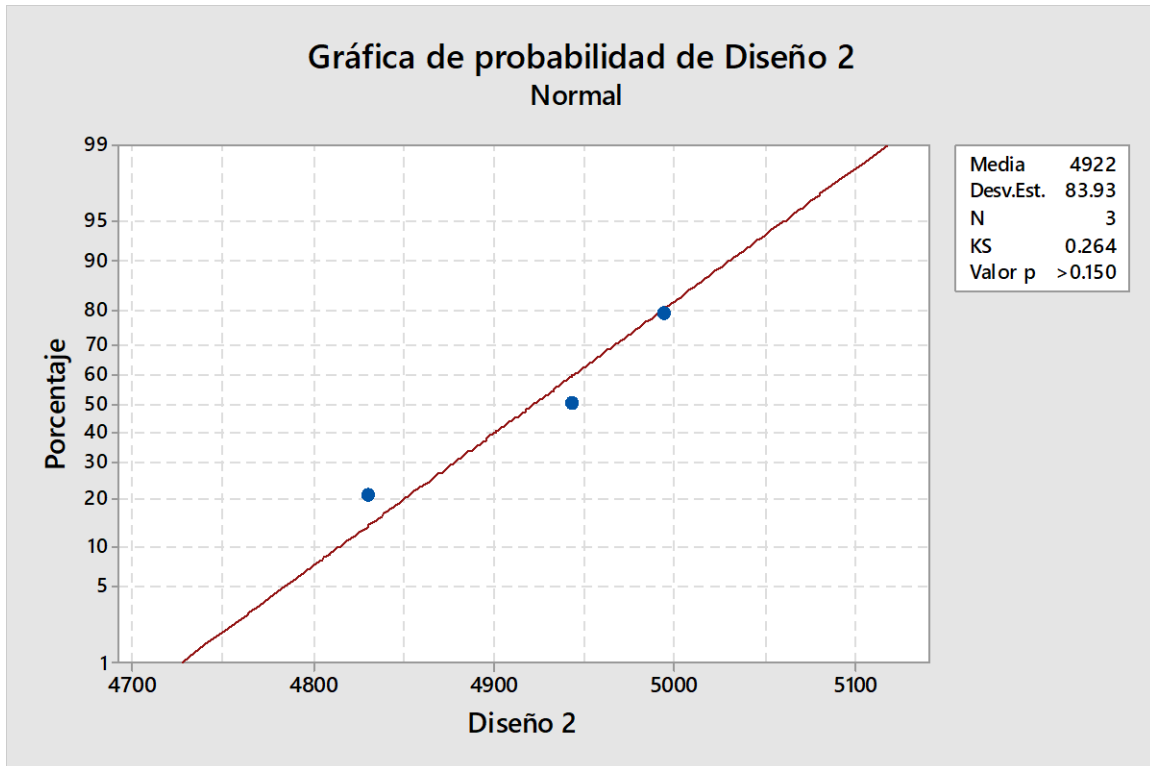


Figura 34 Probabilidad para compresión $F'c= 5000$ psi sin aditivo, PET 5% a 28 días.

En todas las gráficas anteriores, se puede observar que el valor p, siempre es mayor a 0.05, lo cual permite emplear las pruebas paramétricas a todos los casos ya que se consideran que las muestras son normales.

Dado que en todos se emplean solamente 3 muestras (valor N), no es factible utilizar estas pruebas paramétricas, por lo cual se decide utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis que permite obtener datos más concretos con este tipo de muestras pequeñas.

Los resultados obtenidos para la prueba Kruskal-Wallis son los siguientes:

- Control: $F'c= 4000$ psi sin aditivos, Ruptura a 7 días
- Diseño 1: $F'c= 4000$ psi sin aditivo, Pet 3%, Ruptura a 7 días
- Diseño 2: $F'c= 4000$ psi sin aditivos, Pet 5%, Ruptura a 7 días

Prueba de Kruskal-Wallis: Resistencia vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en Resistencia

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Control a 7 Dias	3	2697	7.3	1.81
Diseño 1 a 7 Dias	3	2694	5.7	0.52
Diseño 2 a 7 Dias	3	2318	2.0	-2.32
General	9		5.0	

H = 5.96 GL = 2 P = 0.051

Figura 35 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi sin aditivo a 7 días.

- Control: F'c= 4000 psi con aditivos, Ruptura a 7 días.
- Diseño 1: F'c= 4000 psi con aditivo, Pet 3%, Ruptura a 7 días.
- Diseño 2: F'c= 4000 psi con aditivos, Pet 5%, Ruptura a 7 días.

Prueba de Kruskal-Wallis: Resistencia vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en Resistencia

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Control a 7 Dias	4	4182	8.5	2.56
Diseño 1 a 7 Dias	3	3288	5.0	-0.34
Diseño 2 a 7 Dias	3	2472	2.0	-2.39
General	10		5.5	

H = 8.02 GL = 2 P = 0.018

Figura 36 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi con aditivo a 7 días.

- Control: F'c= 5000 psi sin aditivos, Ruptura a 7 días
- Diseño 1: F'c= 5000 psi sin aditivo, Pet 3%, Ruptura a 7 días
- Diseño 2: F'c= 5000 psi sin aditivos, Pet 5%, Ruptura a 7 días

Prueba de Kruskal-Wallis: Resistencia vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en Resistencia

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Control a 7 Dias	3	3040	4.3	-0.15
Diseño 1 a 7 Dias	2	2484	1.5	-2.00
Diseño 2 a 7 Dias	3	3236	6.7	1.94
General	8		4.5	

H = 5.36 GL = 2 P = 0.069

Figura 37 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 5000 psi sin aditivo a 7 días.

- Control: F'c= 4000 psi sin aditivos, Ruptura a 28 días
- Diseño 1: F'c= 4000 psi sin aditivo, Pet 3%, Ruptura a 28 días
- Diseño 2: F'c= 4000 psi sin aditivos, Pet 5%, Ruptura a 28 días.

Prueba de Kruskal-Wallis: Resistencia vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en Resistencia

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Control a 7 Dias	3	4233	6.7	1.29
Diseño 1 a 7 Dias	3	4251	6.3	1.03
Diseño 2 a 7 Dias	3	3975	2.0	-2.32
General	9		5.0	

H = 5.42 GL = 2 P = 0.066

Figura 38 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi sin aditivo a 28 días.

- Control: F'c= 4000 psi con aditivos, Ruptura a 28 días
- Diseño 1: F'c= 4000 psi con aditivo, Pet 3%, Ruptura a 28 días
- Diseño 2: F'c= 4000 psi con aditivos, Pet 5%, Ruptura a 28 días

Prueba de Kruskal-Wallis: Resistencia vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en Resistencia

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Control a 7 Dias	3	4016	5.0	0.00
Diseño 1 a 7 Dias	3	4076	5.0	0.00
Diseño 2 a 7 Dias	3	4026	5.0	0.00
General	9		5.0	

H = 0.00 GL = 2 P = 1.000

Figura 39 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi con aditivo a 28 días.

- Control: F'c= 5000 psi sin aditivos, Ruptura a 28 días
- Diseño 1: F'c= 5000 psi sin aditivo, Pet 3%, Ruptura a 28 días
- Diseño 2: F'c= 5000 psi sin aditivos, Pet 5%, Ruptura a 28 días

Prueba de Kruskal-Wallis: Resistencia vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en Resistencia

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Control a 7 Dias	3	5193	7.2	1.68
Diseño 1 a 7 Dias	3	5033	5.2	0.13
Diseño 2 a 7 Dias	3	4943	2.7	-1.81
General	9		5.0	

H = 4.07 GL = 2 P = 0.131

H = 4.10 GL = 2 P = 0.129 (ajustados para los vínculos)

Figura 40 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 5000 psi sin aditivo a 28 días.

Con los resultados anteriores se puede determinar que todos los valores p son mayores al 5%, con excepción de los diseños de concreto f'c=4000 sin aditivos a 7 días en todas las variantes

(diferentes porcentajes de PET), pero este valor p pasa el 5% establecido una vez llegada a los 28 días.

Dado que el valor $p > 0.05$ en todos los resultados de los distintos diseños a 28 días, se puede inferir que no existe diferencia en la resistencia media de los diseños, lo cual se traduce en que no hay ninguna diferencia significativa en la resistencia de los especímenes entre el diseño base con los diseños que incluyen las fibras PET.

Basados en el valor p, el diseño que podría dar mejor desempeño serían los diseños de concreto $f'c=4000$ sin aditivos, pero para asegurarse de esto se debería de realizar un análisis estadístico con mayor número de muestra, ya que solamente se consideraron 3 muestras para los 7 y 28 días.

Vigas

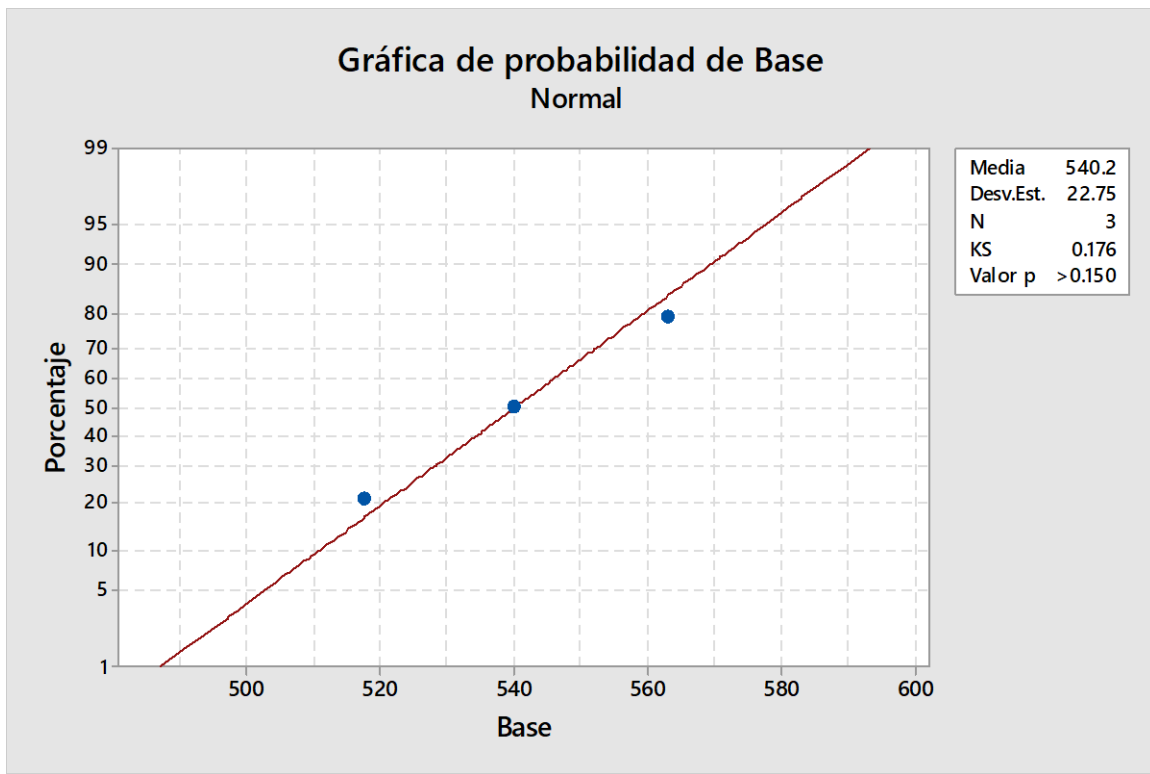


Figura 41 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo a 7 días.

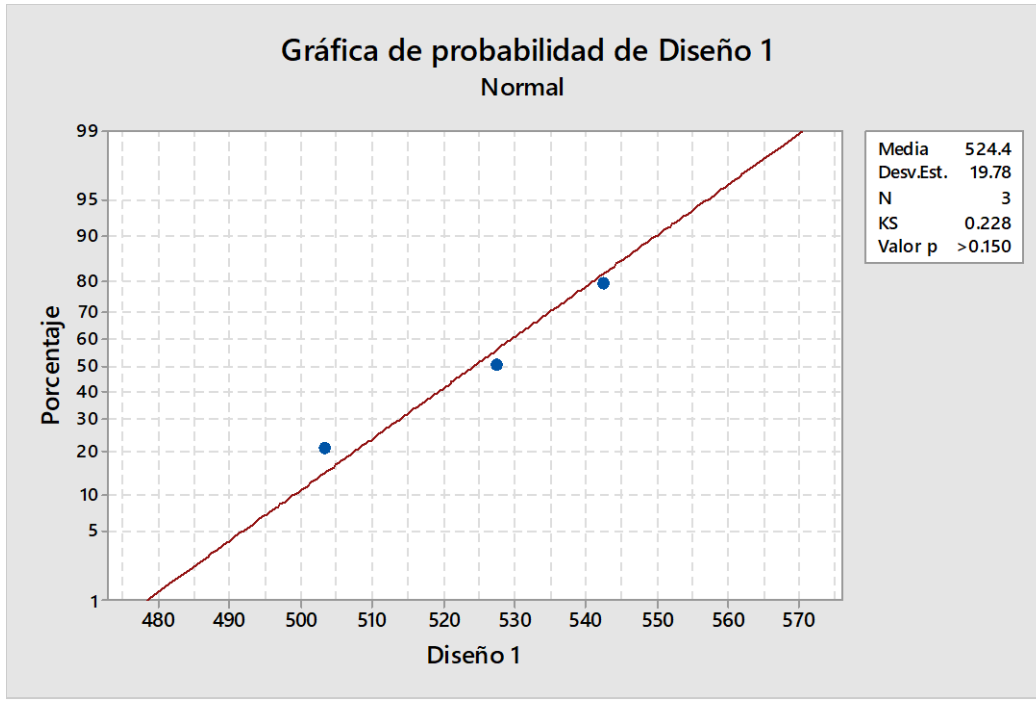


Figura 42 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 3% a 7 días.

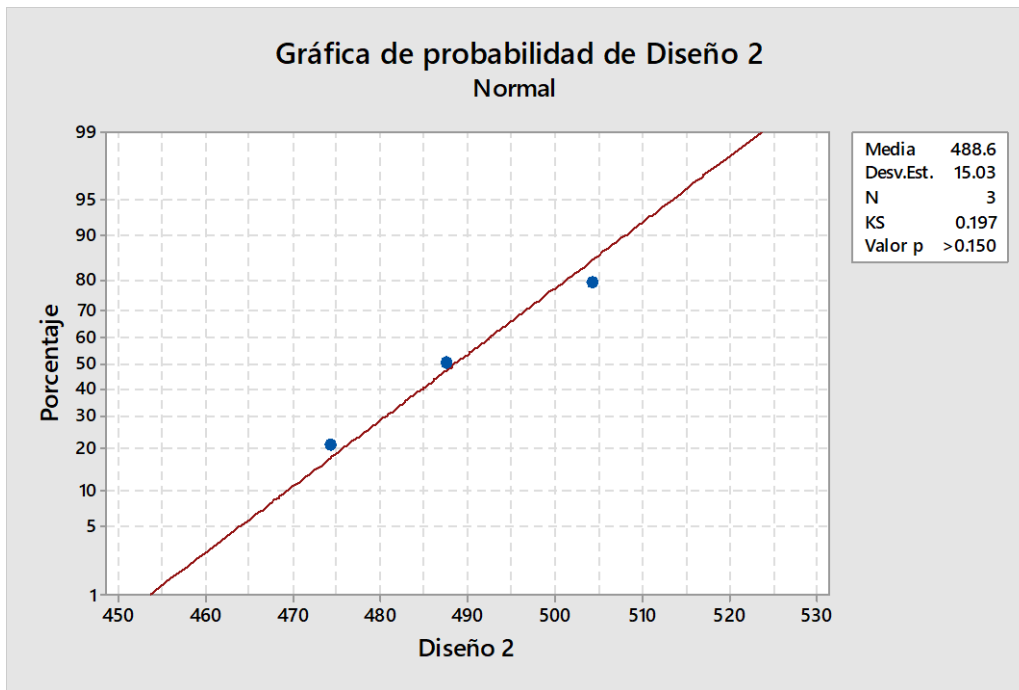


Figura 43 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 5% a 7 días.

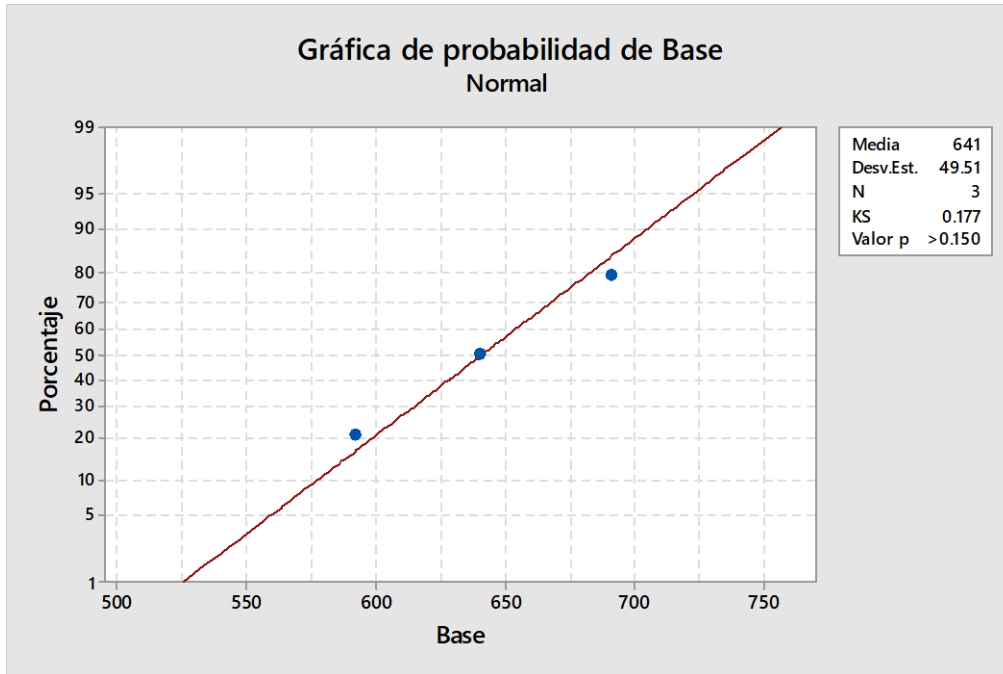


Figura 44 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo a 7 días.

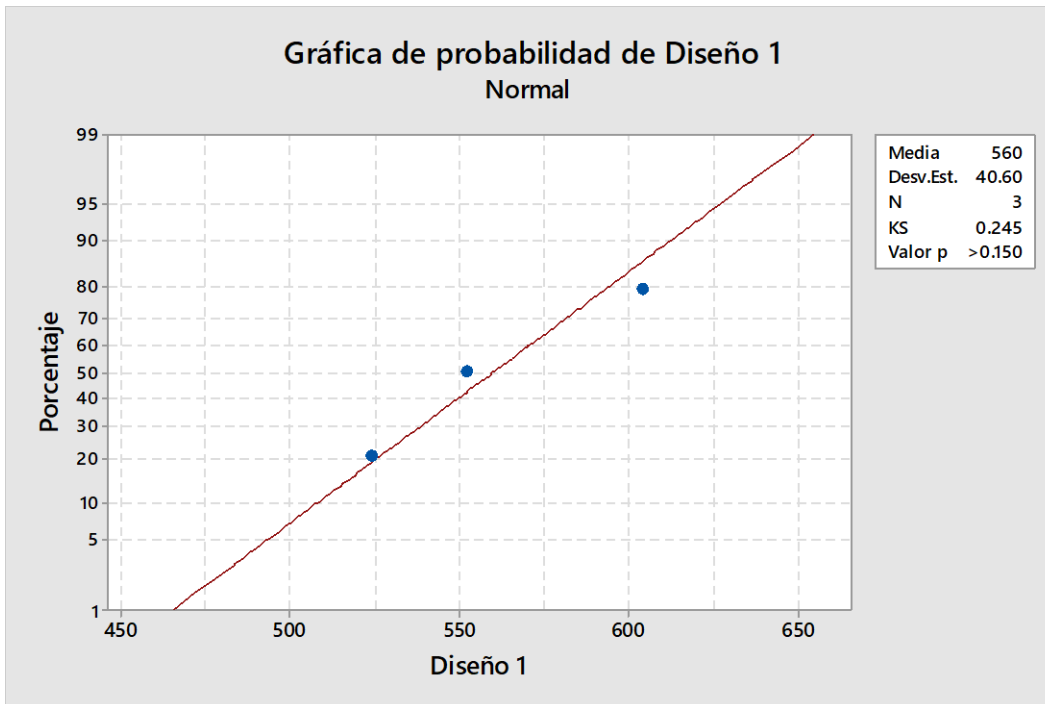


Figura 45 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 3% a 7 días.

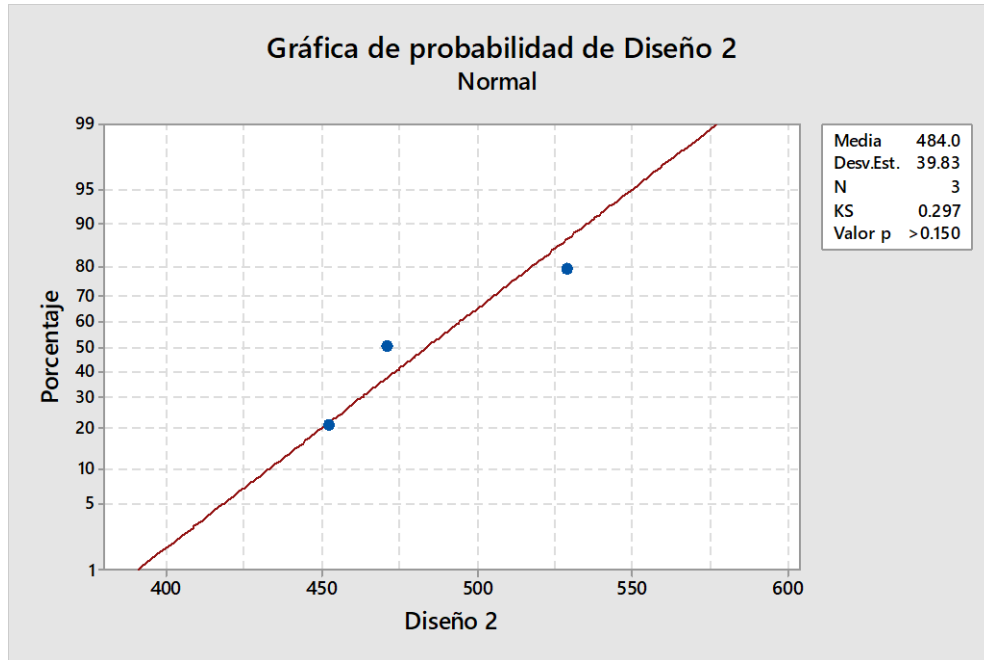


Figura 46 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c = 4000$ psi con aditivo, PET 5% a 7 días.

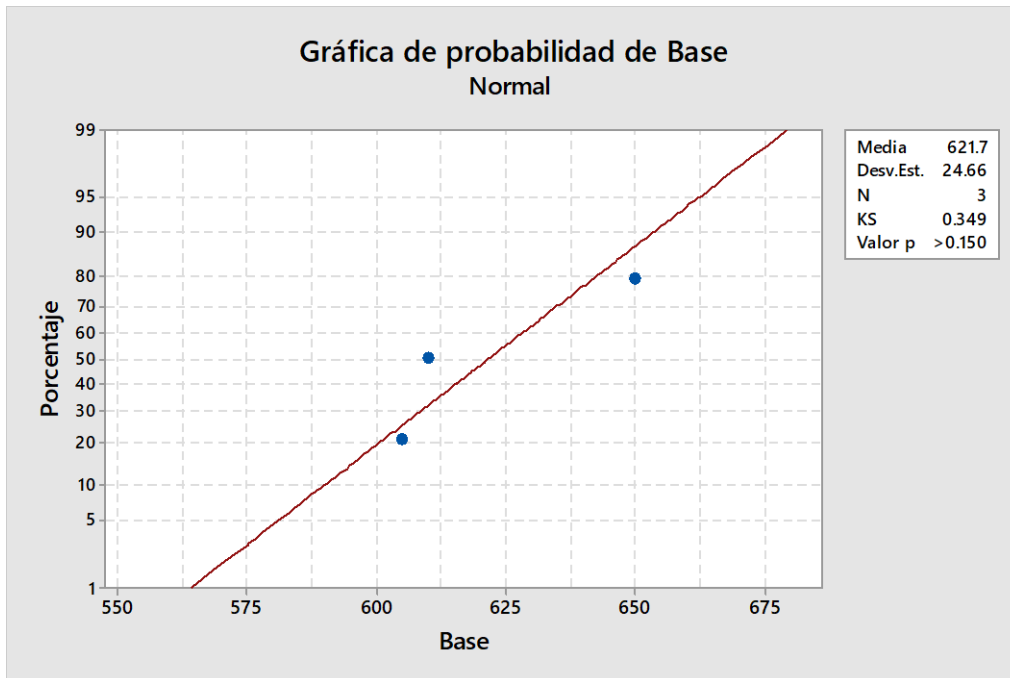


Figura 47 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c = 4000$ psi sin aditivo a 28 días.

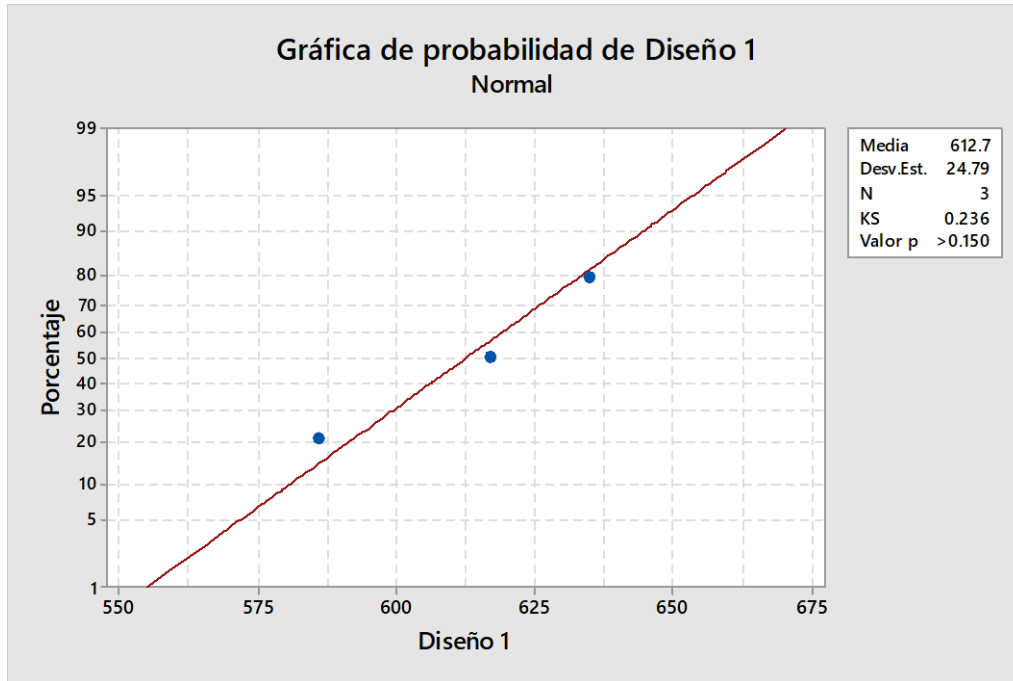


Figura 48 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 3% a 28 días.

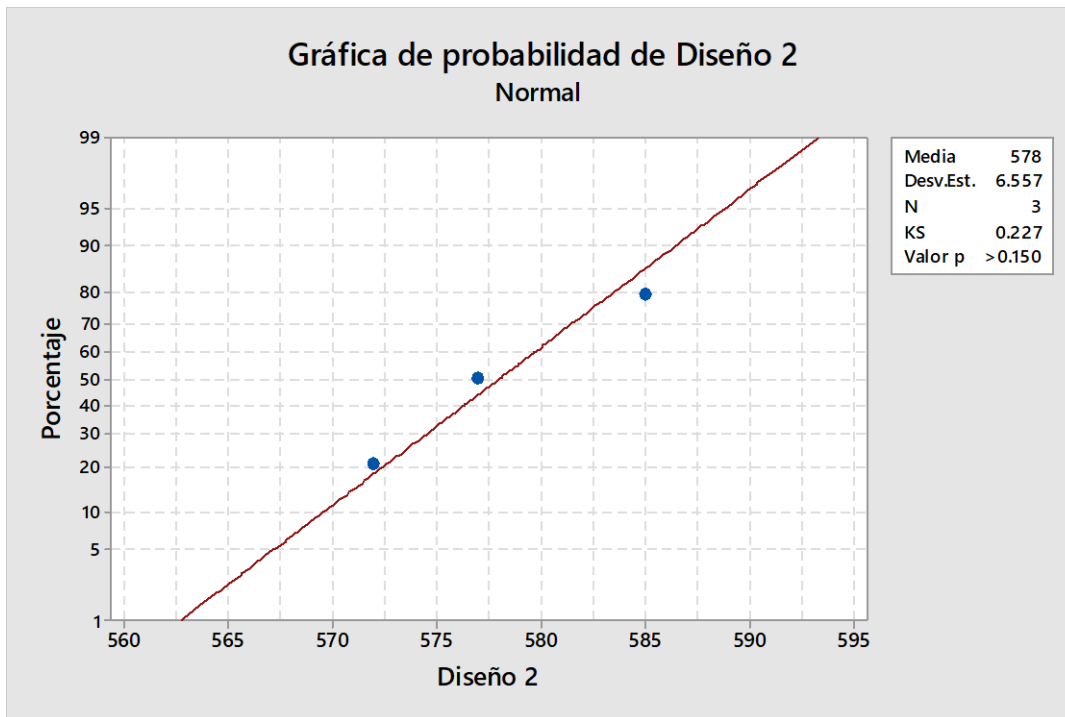


Figura 49 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi sin aditivo, PET 5% a 28 días.

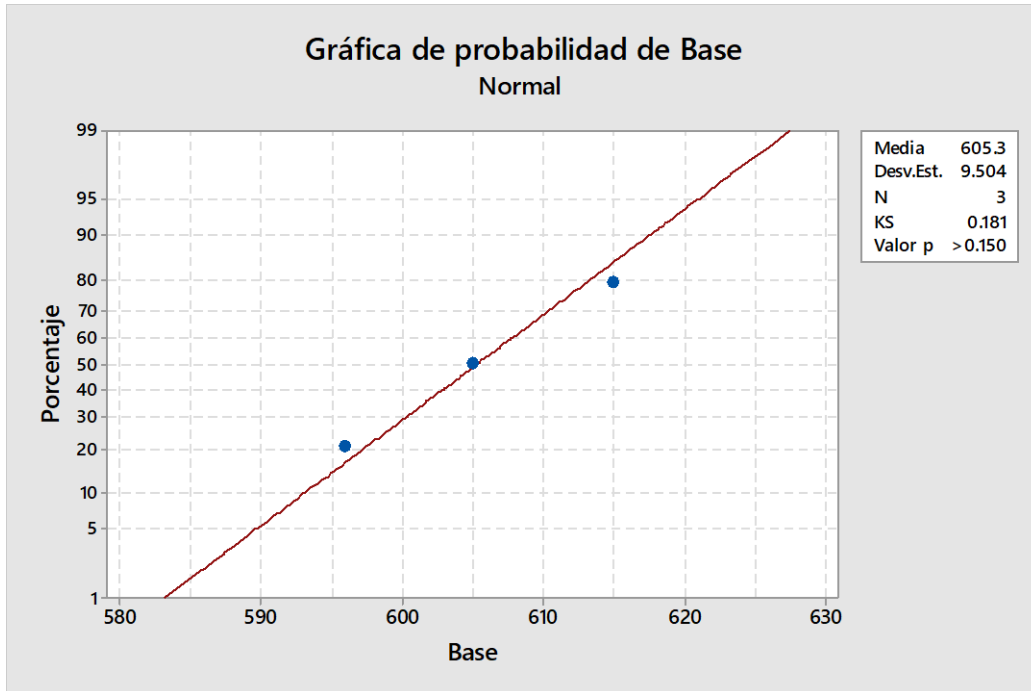


Figura 50 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c = 4000$ psi con aditivo a 28 días.

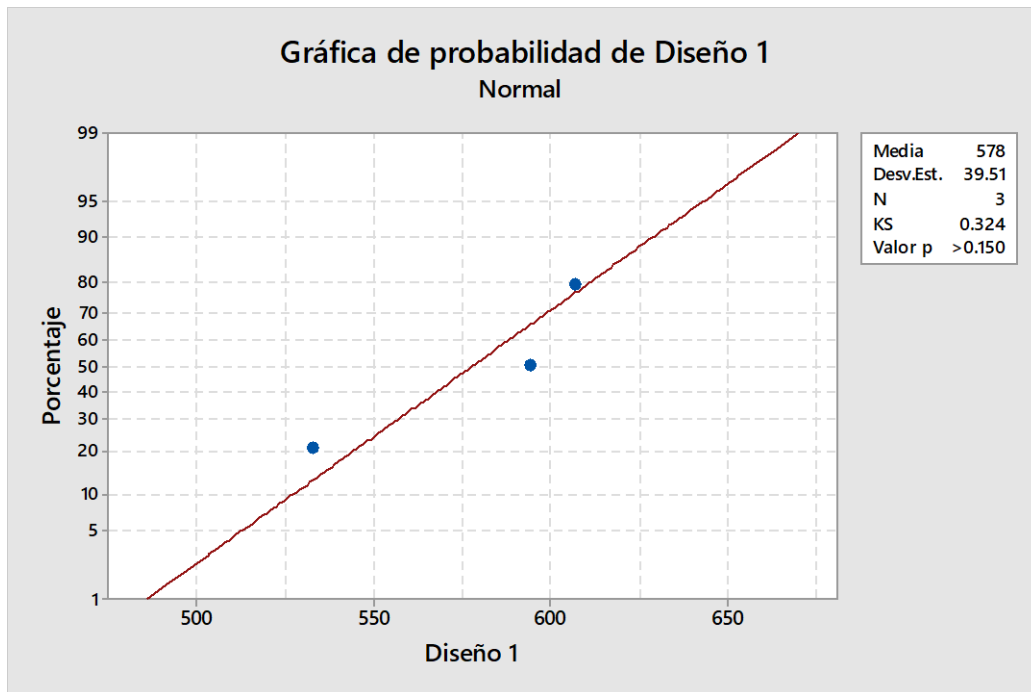


Figura 51 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c = 4000$ psi con aditivo, PET 3% a 28 días.

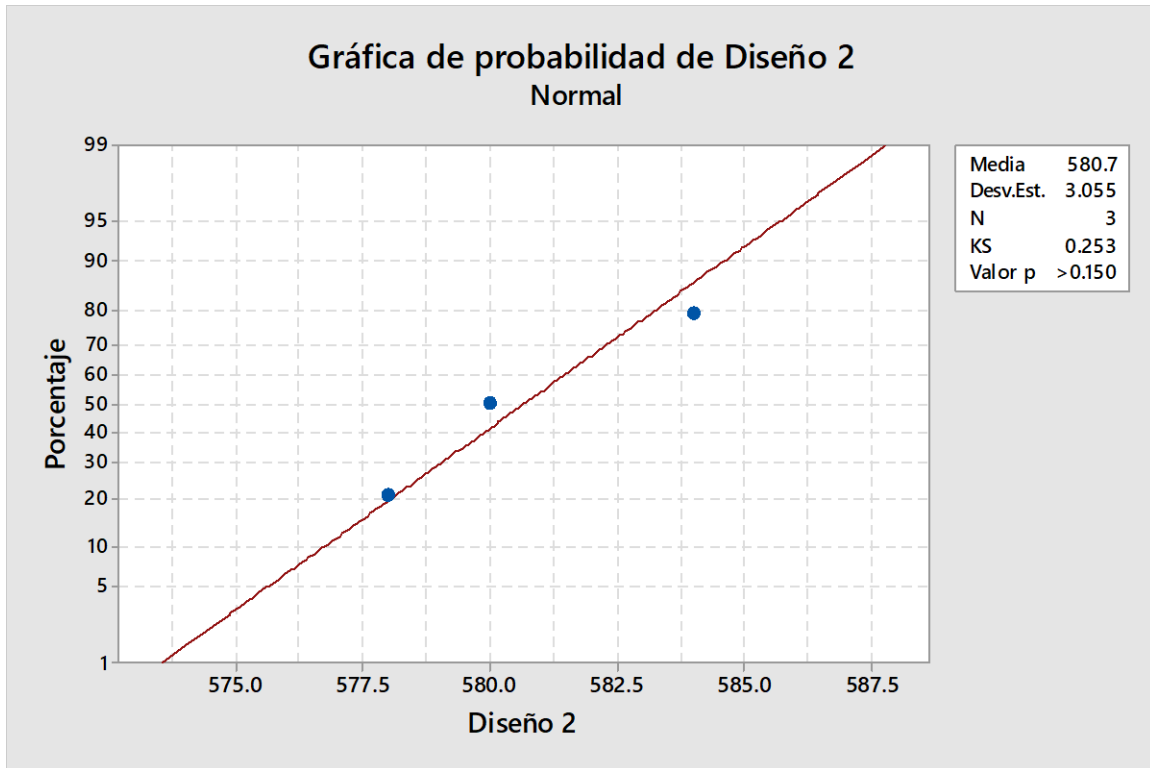


Figura 52 Gráfica de probabilidad para flexión $F'c= 4000$ psi con aditivo, PET 5% a 28 días.

En todas las gráficas anteriores, se puede observar que el valor p , siempre es mayor a 0.05, lo cual permite emplear las pruebas paramétricas a todos los casos ya que se consideran que las muestras son normales.

Dado que en todos se emplean solamente 3 muestras (valor N), no es factible utilizar estas pruebas paramétricas, por lo cual se decide utilizar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis que permite obtener datos más concretos con este tipo de muestras pequeñas.

Los resultados obtenidos para la prueba Kruskal-Wallis son los siguientes:

- Control: F'c= 4000 psi sin aditivos, Ruptura a 7 días
- Diseño 1: F'c= 4000 psi sin aditivo, Pet 3%, Ruptura a 7 días
- Diseño 2: F'c= 4000 psi sin aditivos, Pet 5%, Ruptura a 7 días

Prueba de Kruskal-Wallis: MR vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en MR

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Base a 7 Dias	3	540.0	7.0	1.55
Diseño 1 a 7 Dias	3	527.5	5.7	0.52
Diseño 2 a 7 Dias	3	487.5	2.3	-2.07
General	9		5.0	

H = 4.62 GL = 2 P = 0.099

Figura 53 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi sin aditivo a 7 días.

Control: F'c= 4000 psi con aditivos, Ruptura a 7 días

- Diseño 1: F'c= 4000 psi con aditivo, Pet 3%, Ruptura a 7 días
- Diseño 2: F'c= 4000 psi con aditivos, Pet 5%, Ruptura a 7 días

Prueba de Kruskal-Wallis: MR vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en MR

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Base a 7 Dias	3	640.0	7.7	2.07
Diseño 1 a 7 Dias	3	552.0	5.0	0.00
Diseño 2 a 7 Dias	3	470.8	2.3	-2.07
General	9		5.0	

H = 5.69 GL = 2 P = 0.058

Figura 54 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi con aditivo a 7 días.

- Control: F'c= 4000 psi sin aditivos, Ruptura a 28 días
- Diseño 1: F'c= 4000 psi sin aditivo, Pet 3%, Ruptura a 28 días
- Diseño 2: F'c= 4000 psi sin aditivos, Pet 5%, Ruptura a 28 días

Prueba de Kruskal-Wallis: MR vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en MR

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Base a 28 Dias	3	610.0	6.7	1.29
Diseño 1 a 28 Dias	3	617.0	6.3	1.03
Diseño 2 a 28 Dias	3	577.0	2.0	-2.32
General	9		5.0	

H = 5.42 GL = 2 P = 0.066

Figura 55 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi sin aditivo a 28 días.

- Control: F'c= 4000 psi con aditivos, Ruptura a 28 días
- Diseño 1: F'c= 4000 psi con aditivo, Pet 3%, Ruptura a 28 días
- Diseño 2: F'c= 4000 psi con aditivos, Pet 5%, Ruptura a 28 días

Prueba de Kruskal-Wallis: MR vs. Muestra

Prueba de Kruskal-Wallis en MR

Muestra	N	Mediana	Clasificación del promedio	Z
Base a 28 Dias	3	605.0	7.3	1.81
Diseño 1 a 28 Dias	3	594.0	4.7	-0.26
Diseño 2 a 28 Dias	3	580.0	3.0	-1.55
General	9		5.0	

H = 3.82 GL = 2 P = 0.148

Figura 56 Comparación de Resistencias vs Muestras, F'c= 4000 psi con aditivo a 28 días.

Con los resultados anteriores se puede determinar que todos los valores p son mayores al 5% establecido para estas pruebas. Dado que el valor $p > 0.05$ en todos los resultados de los distintos diseños a 28 días, se puede inferir que no existe diferencia en la resistencia media de los diseños, lo cual se traduce en que no hay ninguna diferencia significativa en la resistencia de los especímenes entre el diseño base con los diseños que incluyen las fibras PET.

Basados en el valor p, el diseño que podría dar mejor desempeño serían los diseños de concreto f'c=4000 sin aditivos y los diseños f'c=4000 con aditivos, pero para asegurarse de esto se debería de realizar un análisis estadístico con mayor número de muestra, ya que solamente se consideraron 3 muestras para los 7 y 28 días.

5.9 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 34 Presupuesto comercial para concreto base con F'C de 4000PSI por metro cubico.

1. Costo Comercial del concreto F'C 4000 PSI							
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total
1. Materiales Directos							
MAT 1.1	Cemento Portlando Tipo LH	Bolsa	7.85	1.03	L 175.00	L 1,414.96	L 1,627.21
MAT 1.2	Arena Proviniente de la Jutosa	m3	0.53	1.02	L 450.00	L 243.27	L 279.76
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2"	m3	0.61	1.02	L 450.00	L 279.99	L 321.99
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05	L 7.50	L 39.71	L 45.67
Total de Mat.							L 2,274.63
2. Costos de herramientas y equipo							
HER 2.1	Mezcladora	hrs.	0.25	1	L 53.57	L 13.39	L 13.39
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1	L 227.46	L 227.46	L 227.46
HER 2.3	% de Consumibles	GLB	1	1	L 90.99	L 90.99	L 90.99
Total de her. Y equ.							L 331.84
Utilidad							10% L 260.65
Precio total por metro cubico							L 2,867.11

Tabla 35 Presupuesto comercial para concreto base con F'C de 5000PSI por metro cubico.

Costo comercial concreto base F'C 5000 PSI							
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total
1. Materiales Directos							
MAT 1.1	Cemento portland tipo LH	Bolsa	9.66	1.03	L 175.00	L 1,741.22	L 2,002.40
MAT 1.2	Arena proviniente de la Jutosa	m3	0.54	1.02	L 450.00	L 247.86	L 285.04
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2"	m3	0.59	1.02	L 450.00	L 270.81	L 311.43
MAT 1.4	Agua	Galones	4.44	1.05	L 7.50	L 34.97	L 40.21
Total Mat.							L 2,639.08
2. Costos de herramientas y equipo							
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1	L 53.57	L 13.39	L 13.39
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1	L 263.91	L 263.91	L 263.91
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1	L 105.56	L 105.56	L 105.56
Total her y equ.							L 382.86
Utilidad							10% L 302.19
Precio total por metro cubico							L 3,324.13

5.9.1 PRESUPUESTO PARA CONCRETO F'C 4000 PSI CON AGREGADO PET.

Tabla 36 Presupuesto de concreto F'C 4000PSI con 3% de PET por metro cubico.

Costo comercial concreto con 3% de fibra PET F'C 4000 PSI							
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total
1. Materiales Directos							
MAT 1.1	Cemento portland tipo LH	Bolsa	7.85	1.03 L	175.00 L	1,414.96	L 1,627.21
MAT 1.2	Arena proviniente de la Jutosa	m3	0.53	1.02 L	450.00 L	243.27	L 279.76
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2"	m3	0.61	1.02 L	450.00 L	279.99	L 321.99
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05 L	7.50 L	39.71	L 45.67
MAT 1.5	Hojues de plastico PET procesadas	Lbs.	0.0159	1.02 L	3.50 L	0.06	L 0.07
						Total Mat.	L 2,274.69
2. Costos de herramientas y equipo							
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1 L	53.57 L	13.39	L 13.39
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1 L	227.47 L	227.47	L 227.47
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1 L	90.99 L	90.99	L 90.99
						Total her. Y equ.	L 331.85
						Utilidad	10% L 260.65
						Precio total por metro cubico	L 2,867.20

Tabla 37 presupuesto concreto de F'C 4000PSI con 5% de PET por metro cubico.

Costo comercial del concreto con 5% de fibra PET F'C 4000 PSI							
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total
1. Materiales Directos							
MAT 1.1	Cemento portland tipo LH	Bolsa	7.85	1.03 L	175.00 L	1,414.96	L 1,627.21
MAT 1.2	Arena proviniennte de la Jutosa	m3	0.55	1.02 L	450.00 L	252.45	L 290.32
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2 "	m3	0.61	1.02 L	450.00 L	279.99	L 321.99
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05 L	7.50 L	39.71	L 45.67
MAT 1.5	Hojuelas de plastico PET procesadas	Lbs	0.0275	1.02 L	3.50 L	0.10	L 0.11
						Total de mat.	2285.2964
2. Costos de herramientas y equipo							
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1 L	428.57 L	107.14	L 107.14
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1 L	228.53 L	228.53	L 228.53
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1 L	91.41 L	91.41	L 91.41
						Total her y equ	L 427.08
						Utilidad	10% L 271.24
						Precio total por metro cubico	L 2,983.62

Dentro de la tabla anterior se realizó un desglose de la ficha técnica del concreto con resistencia de 4000psi y con un 3 Y 5% fibras de plástico

Tabla 38 Presupuesto de concreto base F'C 4000PSI con aditivo DX por metro cubico.

1. Costo Comercial del concreto F'C 4000 PSI									
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total		
1. Materiales Directos									
MAT 1.1	Cemento Portlando Tipo LH	Bolsa	7.85	1.03	L 175.00	L 1,414.96	L 1,627.21		
MAT 1.2	Arena Proviniente de la Jutosa	m3	0.53	1.02	L 450.00	L 243.27	L 279.76		
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2"	m3	0.61	1.02	L 450.00	L 279.99	L 321.99		
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05	L 7.50	L 39.71	L 45.67		
MAT 1.6	Aditivo DX	Galones	0.87	1.03	L 850.57	L 762.20	L 876.53		
Total mat.							L 3,151.15		
2. Costos de herramienta y equipo									
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1	L 53.57	L 13.39	L 13.39		
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1	L 315.12	L 315.12	L 315.12		
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1	L 126.05	L 126.05	L 126.05		
Total de her. Y equ.							L 454.55		
								L 3,605.71	
Utilidad							10%	L 360.57	
Precio total por metro cubico								L 3,966.28	

Tabla 39 Presupuesto de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 3% de PET por metro cubico.

Costo comercial concreto con 3% de fibra PET F'C 4000 PSI y Aditivo DX									
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total		
1. Material Directo									
MAT 1.1	Cemento Portlando Tipo LH	Bolsa	7.85	1.03	L 175.00	L 1,414.96	L 1,627.21		
MAT 1.2	Arena Proviniente de la Jutosa	m3	0.53	1.02	L 450.00	L 243.27	L 279.76		
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2"	m3	0.61	1.02	L 450.00	L 279.99	L 321.99		
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05	L 7.50	L 39.71	L 45.67		
MAT 1.5	Hojuelas de PET procesadas	Lbs	0.0159	1.02	L 3.50	L 0.06	L 0.07		
MAT 1.6	Aditivo DX	Galones	0.87	1.03	L 850.57	L 762.20	L 876.53		
Total mat							L 3,151.22		
2. Costos de herramientas y equipo									
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1	L 53.57	L 13.39	L 13.39		
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1	L 315.12	L 315.12	L 315.12		
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1	L 126.05	L 126.05	L 126.05		
Total her y equi							L 454.56		
								L 3,605.78	
Utilidad							10%	L 360.58	
Precio total por metro cubico								L 3,966.36	

Tabla 40 Presupuesto concreto de F'C 4000PSI con 5% de PET y Aditivo por metro.

Costo comercial concreto F'C 4000 PSI con 5% de Fibra PET y Aditivo								
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total	
1. Material Directo								
MAT 1.1	Cemento Portlando Tipo LH	Bolsa	7.85	1.03 L	175.00 L	1,414.96	L	1,627.21
MAT 1.2	Arena Proviniente de la Jutosa	m3	0.55	1.02 L	450.00 L	252.45	L	290.32
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2"	m3	0.61	1.02 L	450.00 L	279.99	L	321.99
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05 L	7.50 L	39.71	L	45.67
MAT 1.5	Hojuelas de PET procesadas	Lbs	0.0275	1.02 L	3.50 L	0.10	L	0.11
MAT1.6	Aditivo DX	Galones	0.87	1.03 L	850.57 L	762.20	L	876.53
							Total mat.	L 3,161.82
2. Costos de herramienta y equipo								
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1 L	428.57 L	107.14	L	107.14
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1 L	316.18 L	316.18	L	316.18
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1 L	126.47 L	126.47	L	126.47
							Total her y equ	L 549.80
								L 3,711.62
							Utilidad	10% L 371.16
							Precio total por metro cubico	L 4,082.78

5.9.2 TABLA DE PRESUPUESTO PARA CONCRETO F'C 5000 PSI CON AGREGADO PET.

Tabla 41 Presupuesto concreto de F'C 5000PSI con 3% de PET por metro cubico.

COSTO COMERCIAL CONCRETO CON 3% DE FIBRA PET F'C 5000 PSI								
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total	
1. Materiales Directos								
MAT 1.1	Cemento portland tipo LH	Bolsa	9.66	1.03 L	175.00 L	1,741.22	L	2,002.40
MAT 1.2	Arena proviniennte de la Jutosa	m3	0.54	1.02 L	450.00 L	247.86	L	285.04
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2 "	m3	0.59	1.02 L	450.00 L	270.81	L	311.43
MAT 1.4	Agua	Galones	4.44	1.05 L	7.50 L	34.97	L	40.21
MAT 1.5	Hojuelas de plastico PET procesadas	Lbs	0.0162	1.02 L	3.50 L	0.06	L	0.07
							Total mat	2639.144
2. Costos de herramientas y equipo								
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1 L	53.57 L	13.39	L	13.39
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1 L	263.91 L	263.91	L	263.91
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1 L	105.57 L	105.57	L	105.57
							Total her y equ	L 382.87
								L 3,022.02
							Utilidad	10% L 302.20
							Precio total por metro cubico	L 3,324.22

Tabla 42 Presupuesto concreto de F'C 5000 con 5% de PET por metro cubico.

Costo comercial de concreto F'C 5000PSI con 5% de fibra PET								
Item	Descripción	Unidad	Rendimiento	Desperdicio	PU	SubTotal	Total	
1. Materiales Directos								
MAT 1.1	Cemento portland tipo LH	Bolsa	9.66	1.03	L 175.00	L 1,741.22	L 2,002.40	
MAT 1.2	Arena proviniennte de la Jutosa	m3	0.55	1.02	L 450.00	L 252.45	L 290.32	
MAT 1.3	Grava con tamaño de 1 1/2 "	m3	0.61	1.02	L 450.00	L 279.99	L 321.99	
MAT 1.4	Agua	Galones	5.043	1.05	L 7.50	L 39.71	L 45.67	
MAT 1.5	Hojuelas de plastico PET procesadas	Lbs	0.0275	1.02	L 3.50	L 0.10	L 0.11	
						Total mat	2660.4868	
2. Costos de herramientas y equipo								
HER 2.1	Mezcladora	Hrs.	0.25	1	L 428.57	L 107.14	L 107.14	
HER 2.2	Herramienta menor	GLB	1	1	L 266.05	L 266.05	L 266.05	
HER 2.3	% de consumibles	GLB	1	1	L 106.42	L 106.42	L 106.42	
						Total her y equ	L 479.61	
								L 3,140.10
						Utilidad	10%	L 314.01
						Precio total por metro cubico		L 3,454.11

Dentro de las tablas anteriormente mostradas, se calculó el precio comercial del concreto base, el concreto con fibras PET, concreto base con aditivo y el concreto PET con aditivo esto tomando en cuenta que la resistencia es de 5000PSI.

Los precios de dichas tablas fueron obtenidos mediante cotizaciones realizadas en establecimientos que actualmente están dentro del rubro de la construcción.

CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y mostrados en el capítulo anterior y siguiendo los objetivos establecidos en el inicio de este informe se concluye lo siguiente:

1. Se determinó la relación entre las resistencias a compresión en los cilindros de concreto F'C de 4000 PSI con aditivo al 3% de hojuelas PET, con la cual disminuyo su resistencia un 21.45% a la edad de 7 días, en cambio a los 28 días tuvo un leve aumento en su resistencia del 0.02%. Asimismo, cuando se le aumento a 5% de fibras PET, la resistencia a compresión del cilindro disminuyo un 42.59%, en cambio a los 28 días la disminución fue del 0.67%.

Igualmente, los resultados a flexión fueron negativos con una disminución del 14% con 3% de PET y 32% con el 5% de PET; a 28 días esta tendencia de que la muestra con PET es menos resistente que la muestra base se mantiene, el diseño con 3% de PET es un 1.5% más bajo y al 5% de PET la muestra es un 7% menor a la base.

2. Se determinó la relación entre las resistencias a compresión en los cilindros de concreto con F'C de 5000 PSI al 3% de hojuelas PET aumentó su resistencia un 18.4%, a los 28 días la resistencia del concreto con PET es un 2.3% menor a la muestra base. En la resistencia a flexión la viga con PET mostró un aumento del 17% a la edad de 7 días. Sin embargo, esta relación cambia un 2.27% menos que la muestra base.

3. Se determinó que a una resistencia de F'C 4000 psi disminuyo un 4% a la compresión y 3% a flexión con adición del 3% de PET; a 28 días la resistencia a compresión fue un 0.5% menor en comparación a la base y un 1.5% menor en flexión.

Aumentando la cantidad de PET a un 5% la resistencia a compresión disminuyó un 23% a compresión y un 11% a flexión a 7 días; en cambio la resistencia fue 6.33% menor en compresión y un 7% más baja en flexión en comparación a la muestra base a 28 días.

4. Con referencia a los resultados en las tablas de comparación mostradas anteriormente, se comprueba que en la mayoría de los casos la fibra de PET dentro del concreto suele disminuir ambas resistencias tanto a compresión como en el módulo de ruptura.
5. Según los datos obtenidos durante las pruebas realizadas variaron levemente con respecto a las tesis consultadas, siendo en el caso de esta tesis el mejor porcentaje es 3% de PET en los diseños de mezcla, mientras las tesis consultadas el valor de 5% fue el óptimo en todos los concretos.
6. Conforme al fisuramiento del concreto, las fibras PET en forma de hojuelas no mostraron ninguna adherencia entre las partículas del concreto. Por ende, se concluye que el PET no mostro ninguna oposición al fisurarse.
7. En comparación a los informes de referencia utilizados anteriormente, se concluye que el PET en hojuelas no favorece la resistencia del concreto como el PET en hilachas utilizado en dichos informes. Finalmente se concluye para la primera y segunda fase, que la incorporación de fibras y micropartículas (hojuelas) de botellas PET recicladas no mejora las propiedades Físico - mecánicas del concreto hidráulico. Cabe destacar que esta investigación fue realizada con la fibra en forma de hojuelas de platico PET, mientras que en las tesis consultadas utilizaron la fibra en forma de hilachas. De esta manera, se comprobó la hipótesis negativa en el proyecto.
8. Según los resultados estadísticos no hay ninguna diferencia significativa a la adición de fibra PET al concreto.
9. En cuanto al presupuesto, se concluye que agregando las hojuelas de plástico PET dentro del concreto no tiene ningún sobre costo. Teniendo esto en cuenta, se podría describir como un producto eficaz en precio.

6.2 RECOMENDACIONES

1. Partiendo de las conclusiones dadas se recomienda el uso de PET en forma de hilachas para futuras investigación. Con el fin de probar la adherencia de la fibra en el concreto y si de esta manera muestra oposición al fisuramiento.
2. Realizar una investigación haciendo uso de un PET no tratado en fabrica. Teniendo en cuenta si aumenta o disminuye el costo del concreto con plástico PET.
3. Se recomienda realizar un mayor número de cilindros y vigas en cada diseño para obtener un mejor resultado en el análisis estadístico.
4. Dado a que las conclusiones con forme al análisis estadístico de los diseños de mezcla para el concreto F´C 4000 PSI con y sin aditivo son cercanos al valor P, se recomienda indagar más en estos diseños teniendo un mayor número de muestras.
5. Tomando en consideración las conclusiones anteriores hace constar que el concreto con F´C de 5000PSI y un 3% de hojuelas PET obtuvo los mejores resultados, mientras que aumentaba el porcentaje de hojuelas disminuía la resistencia. A raíz de esta observación se sugiere intentar realizar pruebas a flexión y compresión con porcentajes menores a este.

CAPITULO VII APLICABILIDAD

Partiendo de las conclusiones obtenidas, se deben considerar los aspectos prácticos en los cuales este tipo de material puede ser empleado. Siendo este un estudio descriptivo, son varios usos los que se le podrían dar a los datos obtenidos a través de los ensayos realizados.

Uno de los usos de este documento puede ser como base para investigaciones similares que empleen el uso de algún tipo alternativo de PET o de plástico; en la actualidad en el país, no se encuentran investigaciones referentes al uso de fibras plásticas en los concretos hidráulicos, por lo cual este documento puede ser utilizado como apoyo en estas investigaciones.

Los datos obtenidos son de importancia para las empresas productoras de concreto hidráulico, ya que el comportamiento del concreto con adiciones de fibras PET, será similar a los concretos con baja resistencia.

Conociendo el comportamiento del concreto hidráulico con adición de fibras PET, este puede emplearse en obras como ser calles peatonales, ciclovías y otros elementos que no requieran requisitos estructurales.

El utilizar las fibras de PET en estos concretos ayudarían a una reducción de los desechos de este material, ya que la mayoría de este material no se aprovecha y contamina el medio ambiente.

Al darle continuidad a la investigación es posible verificar si empleando otro tipo de fibras puede aportar un aumento a las propiedades físico – mecánicas o bien determinar si agregar el PET no mejoran las propiedades independientes del tipo de fibra de PET se utilice.

CAPITULO VIII EVOLUCIÓN DEL TRABAJO ACTUAL

8.1 BIBLIOGRAFÍA

Secretaria del Medio Ambiente . (2015). *Que es Polietileno-tereftalato?* Obtenido de Secretaria de Medio Ambiente del Estado de Mexico:
http://sma.edomex.gob.mx/que_es_polietilenotereftalato

ACI Commitee 544. (1999). *Design Considerations for Steel Fiber Reinforced Concrete*. ACI Commitee Reports.

American Concrete Institute . (2010). *Report on the Physical Properties* . ACI.

Anonimo. (2006). *Cristalizacion polimeros cristalinos*. Obtenido de <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Anexo1.Tema1.Cristalinidad.POLIMEROS.pdf>

Baldenebro Lopez, F. J. (Febrero de 2015). Estudio Numerico-Experimental de fibras de PET y su comportamienti en una matriz de concreto. *Tesis de Doctorado en materiales* . Chihuahua, Mexico : Centro de Investigacion de Materiales Avanzados Departamento de estudios de postgrado.

Baquero Ramirez, A., Barbosa Moreno, R., & Olarte , S. (2013). Concreto Hidraulico Adicionado con botellas plasticas de PET recicladas. *Tesis de Pregrado* . Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia .

Centro nacional de producción mas limpia de Honduras. (2008). *inventario de 16 residuos industriales para Honduras*. san pedro sula: centro nacional de produccion mas limpia de honduras.

Destephen, L. (12 de agosto de 2016). 800 toneladas de basura se generan a diario en Tegucigalpa. *Noticias en Honduras* .

Diario Roatan. (10 de agosto de 2017). Honduras cuenta con la primera calle de plástico reciclado en Utila. *Diario Roatan*.

FLUIDICA S.A . (2008). *Plantas para reciclaje* . Obtenido de Plantas para Reciclaje : <http://www.fluidica.com/r-planta-reciclaje.html>

Fumero, M. (23 de Julio de 2010). *LOS EMBASES PLASTICOS Y LOS PROBLEMAS DE SALUD*. Obtenido de Contra la Apostasia: <https://contralaapostasia.com/2010/07/23/los-embases-plasticos-y-los-problemas-de-salud/>

Industrias JQ S.A. (Julio de 2016). Ficha Tecnia PET. Buenos Aires, Argentina.

International Union of Laboratories and Experts in construction materials. (2004). 6th International RILEM Symposium on Fibre-Reinforced Concretes (BEFIB'2004). *Fibre-Reinforced Concretes*, 1544.

INVEMA. (2017). Obtenido de Tecnologia de los Plasticos: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>

Mancias , J. A., Artola, M. d., & Hernandez, P. J. (2000). *Concreto Online*. Obtenido de Utilizacion de Fibras en Hormigones: http://www.concretonline.com/pdf/00hormigon/art_tec/utilizacion_fibras_en_hormigones.pdf

Nervi, L. P. (2011). *Masters of World ARCHITECTURE* . Literary Licensing .

Nilson, A. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto*. McGRAW-HILL.

Ojeda, M. (30 de mayo de 2011). *Tecnologia de los Plasticos*. Obtenido de Tecnologia de los Plasticos: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/pet.html>

Plastics Europe. (2016). *Plastics- the Facts 2016*. Bruselas: PlasticsEurope Deutschland.

Romualdi, P. R., & Pohlman, C. J. (1964). *Estados Unidos Patente n° 4242851*.

Sossa, J. (2007). ¿QUÉ ES CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS? *BLOG 360° EN CONCRETO*.
Colombia.

Valencia, I. P. (4 de Julio de 2017). Fibras de PET para la construcción. *Conacy Prensa Mexico*.

Weissermel, K. (1981). *Química Orgánica Industrial*. Barcelona: Editorial REVERTE, S.A. .

Zarco, N. G. (Junio de 2002). *Un concreto con fibra* . Obtenido de IMCYC :
<http://www.imcyc.com/cyt/junio02/fibra.htm>

8.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 43 Planificación de las actividades de la semana 3 hasta la semana 6

Item	Semana 3							Semana 4							Semana 5							Semana 6						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Asignación de grupos de trabajo			■																									
Asignación de proyecto										■																		
Recopilación de información												■	■															
Recolección de material															■	■	■	■	■	■								
Pruebas de agregados en laboratorio																												
Diseño de mezcla																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI base sin aditivo																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 3% de fibras PET																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 5% de fibras PET																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 3% de fibras PET sin aditivo																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 5% de fibras PET sin aditivo DX																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 3% de fibras PET																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 5% de fibras PET																												
Desarrollo del capítulo I																												
Desarrollo del capítulo II																												
Desarrollo del capítulo III																												
Desarrollo del capítulo IV																												
Desarrollo del capítulo V																												
Desarrollo del capítulo VI																												
Desarrollo del capítulo VII																												
Asesoramiento con el Ing. Mario Cardenas																												
Asesoramiento en presupuesto y analisis estadisticos																												
Asesoramiento con el Ing. Angel Funez																												
Ruptura de los cilindros a los 7 días																												
Ruptura de los cilindros a los 28 días																												
Ruptura de las vigas a los 7 días																												
Ruptura de las vias a los 28 días																												

Tabla 44 Planificación de actividades de la semana 7

Item	Semana 7						
	L	M	M	J	V	S	D
Asignacion de grupos de trabajo							
Asignacion de proyecto							
Recopilación de información							
Recolección de material							
Pruebas de agregados en laboratorio							
Diseño de mezcla							
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX							
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI base sin aditivo							
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 3% de fibras PET							
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 5% de fibras PET	■						
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 3% de fibras PET sin aditivo		■					
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 5% de fibras PET sin aditivo DX				■			
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI							
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 3% de fibras PET							
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 5% de fibras PET							
Desarrollo del capítulo I							
Desarrollo del capítulo II							
Desarrollo del capítulo III							
Desarrollo del capítulo IV							
Desarrollo del capítulo V							
Desarrollo del capítulo VI							■
Desarrollo del capítulo VII							■
Asesoramiento con el Ing. Mario Cardenas				■			
Asesoramiento en presupuesto y analisis estadisticos				■			
Asesoramiento con el Ing. Angel Funez				■			
Ruptura de los cilindros a los 7 días							
Ruptura de los cilindros a los 28 días							
Ruptura de las vigas a los 7 días							
Ruptura de las vias a los 28 días							

Tabla 45 Planificación de actividades de la semana 8 hasta la semana 11

Item	Semana 8							Semana 9							Semana 10							Semana 11						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Asignación de grupos de trabajo																												
Asignación de proyecto																												
Recopilación de información																												
Recolección de material																												
Pruebas de agregados en laboratorio																												
Diseño de mezcla																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI base sin aditivo																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 3% de fibras PET																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 5% de fibras PET																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 3% de fibras PET sin aditivo																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 5% de fibras PET sin aditivo DX																												
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI		■																										
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 3% de fibras PET		■	■																									
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 5% de fibras PET					■																							
Desarrollo del capítulo I																												
Desarrollo del capítulo II																												
Desarrollo del capítulo III																												
Desarrollo del capítulo IV																												
Desarrollo del capítulo V							■	■																				
Desarrollo del capítulo VI																		■	■	■					■	■		
Desarrollo del capítulo VII																												
Asesoramiento con el Ing. Mario Cardenas o Ing. Patricia Mejia																												
Asesoramiento en presupuesto y analisis estadisticos																												
Asesoramiento con el Ing. Angel Funez																												
Ruptura de los cilindros a los 7 días		■	■																									
Ruptura de los cilindros a los 28 días		■																										
Ruptura de las vigas a los 7 días		■																										
Ruptura de las vias a los 28 días		■																										

Tabla 46 Planificación de actividades de la semana 12 y 13

Item	Semana 12							Semana 13						
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
Asignación de grupos de trabajo														
Asignación de proyecto														
Recopilación de información														
Recolección de material														
Pruebas de agregados en laboratorio														
Diseño de mezcla														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI base sin aditivo														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 3% de fibras PET														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con aditivo DX y 5% de fibras PET														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 3% de fibras PET sin aditivo														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 4000 PSI con 5% de fibras PET sin aditivo DX														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 3% de fibras PET														
Realización de especímenes para prueba cilindros (6) y vigas (6) de concreto base F'C 5000 PSI con 5% de fibras PET														
Desarrollo del capítulo I														
Desarrollo del capítulo II														
Desarrollo del capítulo III														
Desarrollo del capítulo IV														
Desarrollo del capítulo V														
Desarrollo del capítulo VI														
Desarrollo del capítulo VII														
Asesoramiento con el Ing. Mario Cardenas o Ing. Patricia Mejia														
Asesoramiento en presupuesto y analisis estadisticos														
Asesoramiento con el Ing. Angel Funez														
Ruptura de los cilindros a los 7 días														
Ruptura de los cilindros a los 28 días														
Ruptura de las vigas a los 7 días														
Ruptura de las vias a los 28 días														

8.3 ANEXOS

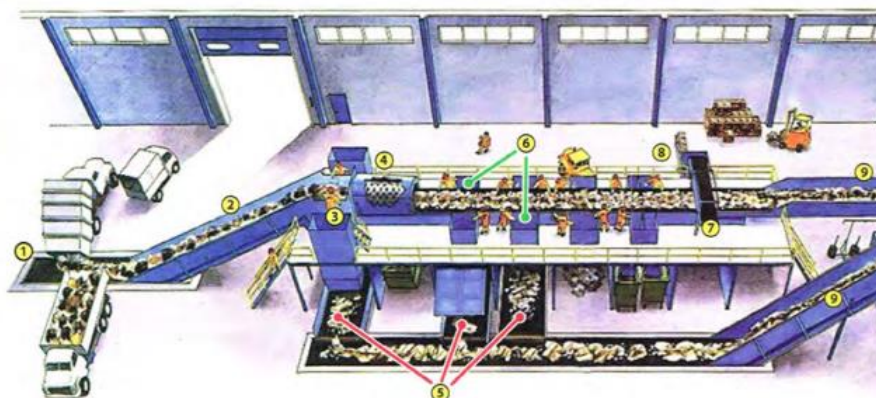


Figura 57 Proceso para la preparación del PET

Fuente: (FLUIDICA S.A , 2008)

Tabla 47 Análisis Granulométrico para PET



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
 LABORATORIO
 ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PARA FIBRAS PET

TAMIZ	EQUIV. TAMIZ (mm)	PESO RETENIDO INDIVIDUAL P.R.I.	PESO RETENIDO ACUMULADO P.R.A.	% PESO RETENIDO INDIVIDUAL	PESO RETENIDO ACUMULADO %PRA	PASADO %P	Especificaciones	
							MAX	min
3/4"	19.05	0	0	0.000	0.000	100.000		
1/2"	12.7	0	0	0.000	0.000	100.000		
3/8"	9.51	0	0	0.000	0.000	100.000	100	100
No. 4	4.76	23.77	23.77	7.931	7.931	92.069	100	95
No. 8	2.38	70.62	94.39	23.564	31.495	68.505	100	80
No. 16	1.19	164.62	259.01	54.928	86.423	13.577	85	50
No. 30	0.595	39.84	298.85	13.293	99.716	0.284	60	25
No. 50	0.297	0.78	299.63	0.260	99.977	0.023	30	5
No. 100	0.149	0.02	299.65	0.007	99.983	0.017	10	0
No. 200	0.074	0.05	299.7	0.017	100.000	0.000	3	0
Fondo		0	299.7	0.000	100.000	0.000		
			299.7		100.000			

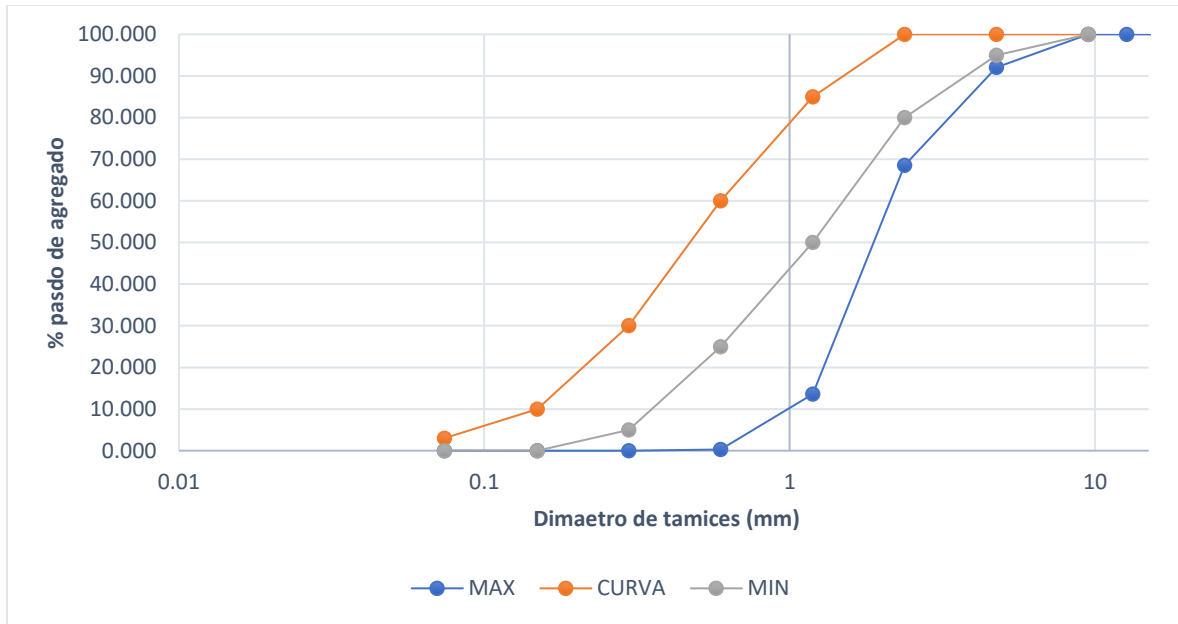


Figura 58 Curva Granulométrica para PET

Fuente: Propia

Tabla 48 Análisis Granulométrico para agregado fino.

DURA BETS		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			Código: DCCR-01			
Elaborado por: Gestor de Calidad		Aprobado por: Jefe de Control de Calidad		Página 1 de 1		Edición:02 Fecha: 23 Marzo 2010		
Tipo de Material: Arena Trituradora Jutosa		Norma: ASTM C33 07-07		Código de Trazabilidad: 3.118 26/08/2017				
PESO DE MUESTRA ORIGINAL 622.8		[REDACTED]						
PESO DE MUESTRA LAVADA SECA								
PERDIDA POR LAVADO g-%		NO SE LA MUESTRA Colorimetría: 1						
TAMIZ		PESO (GRAMOS)	PESO ACUMULADO (GRAMOS)	% RETENIDO	% PASA	% PASA CORREGIDO	ESPECIFICACION	
No.	Pulg.						L. I.	L. S.
3/8	0.3750	-	-	-	100.00	-	100	100
4	0.1870	16.80	16.80	2.70	97.30	2.70	95	100
8	0.0937	117.90	134.70	21.63	78.37	18.93	80	100
16	0.0469	144.40	279.10	44.81	55.19	23.19	50	85
30	0.0232	123.00	402.10	64.56	35.44	19.75	25	60
50	0.0117	114.60	516.70	82.96	17.04	16.40	5	30
100	0.0059	76.10	592.80	95.18	4.82	12.22	0	10
200	0.0029	27.30	620.10	99.57	0.43	4.38	0	3
Fondo	--	2.70	622.80			0.43		
Modulo de Finura		3.118						

IDENTIFICACIÓN	
Muestra N°	1
Sección:	
Localización Banco:	Trituradora Duracreto Jutosa
Estación:	
Tomada por:	Coster Amador
Fecha:	26/08/2017
Analizada por:	Marvin Villanueva
Fecha:	26/08/2017
Equivalente de Arena	No se Realizo
Observaciones:	
Arena para concreto	

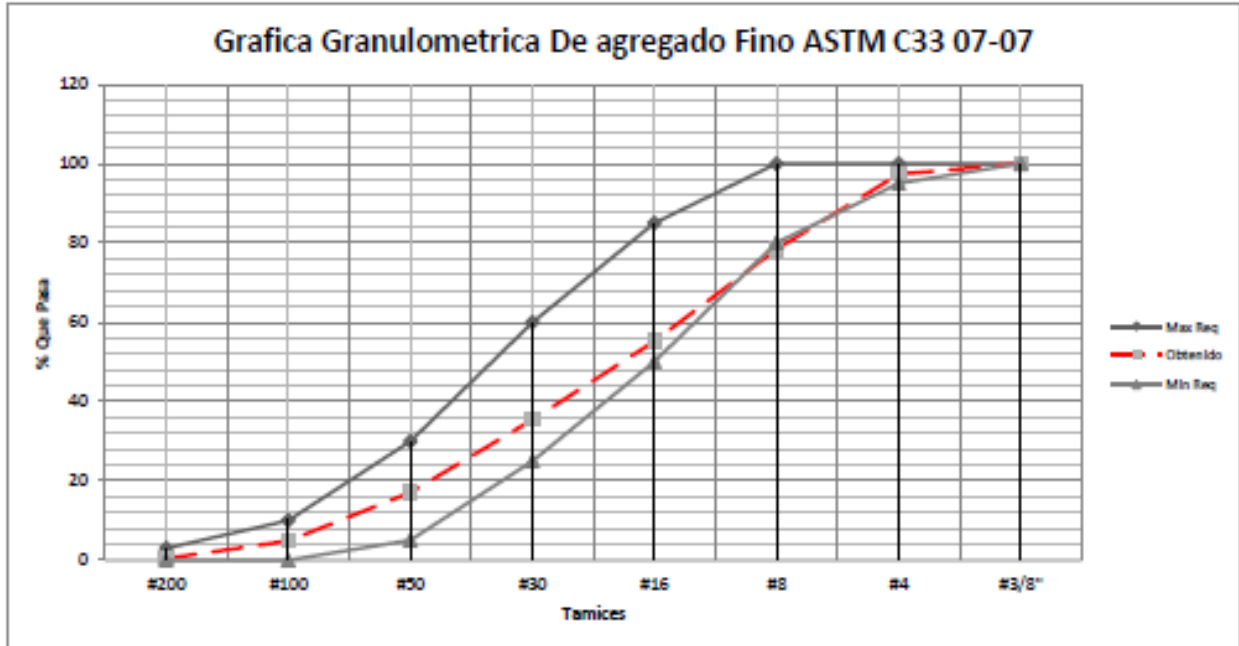


Figura 59 Curva Granulométrica para agregado fino

Tabla 49 Análisis Granulométrico para agregado grueso de 1 1/2"

DURASHITO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO			Código: DCCR-01			
Elaborado por: Gestor de Calidad		Aprobado por: Jefe de Control de Calidad		Página 1 de 1		Edición:02 Fecha: 23 Marzo 2010		
Tipo de Material: Grava 1 1/2 Trituradora Duracreto		Norma: ASTM C33 #467 - 07		Código de Trazabilidad: 7.511 26/08/2017				
PESO DE MUESTRA ORIGINAL SECA: 35								
PESO DE MUESTRA LAVADA SECA: 0								
PERDIDA POR LAVADO: No se lavó la muestra								
No.	TAMZ Pulg.	PESO (GRAMOS)	PESO ACUMULADO (GRAMOS)	% RETENIDO	% PASA	% PASA CORREGIDO	ESPECIFICACION	
							L. I.	L. S.
2	2.0000	-	-	-	100.00	-	100	
1 1/2	1.5000	-	-	-	100.00	-	95	100
3/4	1.0000	22.00	22.00	62.86	37.14	62.86	35	70
3/8	0.7500	9.30	31.30	89.43	10.57	26.57	10	30
4	0.3750	3.30	34.60	98.86	1.14	9.43	0	5
Fondo	--	0.40	35.00	100.00	-	1.14		
Modulo De Finura #467 7.511								
Grafica Granulometrica De Agregado Grueso ASTM C33-07								
Tamiz	#4	#3/8"	#3/4"	#1 1/2"	#2"	Según Especificación ASTM C33 #467 - 07		
Max Req	5	30	70	100	100			
Obtenido	1.14	10.57	37.14	100.00	100.00			
Min Req	0	10	35	95	100			

IDENTIFICACION	
Muestra N°	1
Sección:	
Localización Banco:	Trituradora Jutosa
Estación:	
Tomada por:	Coslier Amador
Fecha:	26/08/2017
Analizada por:	Marvin Villanueva
Fecha:	26/08/2017
Observaciones:	

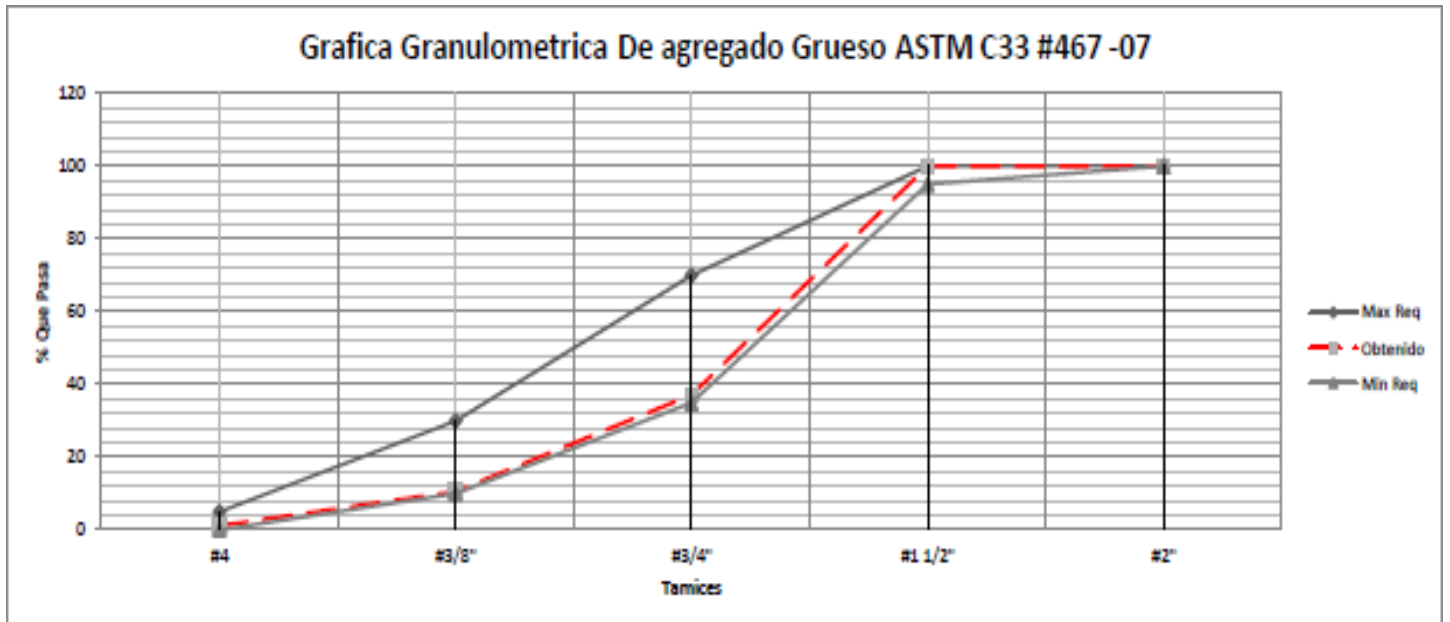


Figura 60 Curva Granulométrica para agregado grueso de 1 1/2"

Tabla 50 Ensayo de Peso Unitario en agregado fino

		PESO UNITARIO DE AGREGADOS		Código: DCCR-03
Elaborado por: Jefe de Control de Calidad y Laboratorio	Aprobado por: Representante de la Dirección	<i>Página 1 de 1</i>	Edición: 03 Fecha: 10 Abril 2010	

Código de Trazabilidad: _____ FECHA: 25/08/2017

ANALIZADA POR: COREA TIPO DE MATERIAL: Arena Jutosa

LUGAR DE MUESTREO: Planta Duracreto

PESO UNITARIO SUELTO

1. NO. DE ENSAYO	1	2	3
2. PESO MATERIAL + MOLDE	66.80	66.70	66.50
3. PESO MOLDE VACIO	18.70	18.70	18.70
4. PESO MATERIAL (2-3)	48.10	48.00	47.80
5. VOL. MOLDE PIE 3	0.50	0.50	0.50
6. PESO UNITARIO LBS/PIE 3 (4/5)	96.20	96.00	95.60

PESO UNITARIO PROMEDIO lb/ft³: 95.93 3387.85 lb/m³


1536.70 kg/m³

PESO UNITARIO COMPACTADO

1. NO. DE ENSAYO	1	2	3
2. PESO MATERIAL + MOLDE	73.50	73.50	73.60
3. PESO MOLDE VACIO	18.70	18.70	18.70
4. PESO MATERIAL (2-3)	54.80	54.80	54.90
5. VOL. MOLDE PIE ³	0.50	0.50	0.50
6. PESO UNITARIO LBS/PIE 3 (4/5)	109.60	109.60	109.80

PESO UNITARIO PROMEDIO lb/ft³ 109.67 3872.33 lb/m³
1756.46 kg/m³

Tabla 51 Ensayo de Peso Unitario en agregado grueso 1 1/2"

	PESO UNITARIO DE AGREGADOS		Código: DCCR-03
Elaborado por: Jefe de Control de Calidad y Laboratorio	Aprobado por: Representante de la Dirección	<i>Página 1 de 1</i>	Edición: 03 Fecha: 10 Abril 2010

Código de Trazabilidad: _____ FECHA: 25/09/2017
 ANALIZADA POR: COREA TIPO DE MATERIAL: Grava 1 1/2 Jutosa Duracreto
 LUGAR DE MUESTREO: Planta Duracreto

PESO UNITARIO SUELTO

1. NO. DE ENSAYO	1	2	3
2. PESO MATERIAL + MOLDE	66.90	66.95	67.00
3. PESO MOLDE VACIO	18.70	18.70	18.70
4. PESO MATERIAL (2-3)	48.20	48.25	48.30
5. VOL. MOLDE PIE 3	0.50	0.50	0.50
6. PESO UNITARIO LBS/PIE 3 (4/5)	96.40	96.50	96.60

PESO UNITARIO PROMEDIO lb/ft³ 96.50 3407.87 lb/m³
1545.78 kg/m³

PESO UNITARIO COMPACTADO

1. NO. DE ENSAYO	1	2	3
2. PESO MATERIAL + MOLDE	70.30	70.30	70.15
3. PESO MOLDE VACIO	18.70	18.70	18.70
4. PESO MATERIAL (2-3)	51.60	51.60	51.45
5. VOL. MOLDE PIE ³	0.50	0.50	0.50
6. PESO UNITARIO LBS/PIE 3 (4/5)	103.20	103.20	102.90

PESO UNITARIO PROMEDIO lb/ft³

103.10


3640.86

lb/m³

1651.79

kg/m³

Tabla 52 Ensayo de Gravedad Especifica en agregado grueso 1 1/2"

	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS		Código: DCCR-02
Elaborado por: Jefe de Control de Calidad y Laboratorio	Aprobado por: Representante de la Dirección	Página 1 de 1	Edición: 03 Fecha: 10 Abril 2010

METODO PICNÓMETRO

Código de Trazabilidad: _____

Fecha de la prueba: 25/08/2017

Persona Encargada: Corea

Fecha de extracción de Muestra: 23/08/2017

Lugar de Extracción: PLANTEL DURACRETO

RESULTADO DE PRUEBA


ARTICULO	FORMULA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	CRITERIO
A. MASA DE MUESTRA (EXTERIOR SECA) (g)S.S.S	-	800.00	800.00	-
B. MASA DE FRASCO Y AGUA (g)	-	1447.30	1447.30	-
C. MASA DE FRASCO Y AGUA Y MUESTRA (g)	-	1941.00	1941.00	-
D. GRAVEDAD ESPECIFICA	$\frac{A}{A+B-C}$	2.61	2.61	-
E. VALOR MEDIO	$\frac{D+D}{2}$	2.61	2.61	±0.02
F. DIFERENCIA DE VALOR MEDIO	E-D	0.00	0.00	MENOS DE 0.01
G. PESO LATA +MUESTRA HUMEDAD	-	868.30	774.60	
H. PESO LATA +MUESTRA SECA	-	862.00	769.30	
I. PESO DEL AGUA CONTENIDA	G-H	6.30	5.30	
J. PESO DE LA LATA		68.30	74.90	
K. PESO DE LA MUESTRA SECA	H-J	793.70	694.40	
L. % DE ABSORCION	$I/K *100$	0.79	0.76	

S.S.S=Saturado con Superficie Seca

Tabla_1

Porcentaje de Absorción Promedio **0.78** %

Tabla 53 – Ensayo de Gravedad Especifica en agregado fino

	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS	Código: DCCR-10
Elaborado por: Jefe de Control de Calidad y Laboratorio	Aprobado por: Representante de la Dirección	Página 1 de 1
		Edición: 03 Fecha: 10 Abril 2010

METODO SHAPMAN

Código de Trazabilidad: _____

Fecha de la prueba: 25/08/2017

Persona Encargada: Corea

Fecha de extracción de Muestra: 23/08/2017

Lugar de Extracción: Plantel Duracreto

RESULTADO DE PRUEBA

ARTICULO	FORMULA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	CRITERIO
A. PESO DE LA MUESTRA S.S.S	-	500.00	500.00	-
B. VOLUMEN INICIAL DEL SHAPMAN (200 ml)	-	200.00	200.00	-
C. LECTURA DEL VOLUMEN DESPLAZADO (24 hr)	-	384.00	384.00	-
D. VOLUMEN DESPLAZADO	C-B	184.00	184.00	-
E. GRAVEDAD ESPECIFICA	A/D	2.72	2.72	
F. VALOR MEDIO	$\frac{E1+E2}{2}$	2.72	2.72	±0.02
G. DIFERENCIA DE VALOR MEDIO	E-F	0.00	0.00	MENOS DE 0.01
H. PESO LATA +MUESTRA HUMEDAD	-	568.30	334.70	
I. PESO LATA +MUESTRA SECA	-	563.10	332.25	
J. PESO DEL AGUA CONTENIDA	H-I	5.20	2.45	
K. PESO DE LA LATA		68.30	74.90	
L. PESO DE LA MUESTRA SECA	I-K	494.80	257.35	
M. % DE ABSORCION	J/L * 100	1.05	0.95	

S.S.S=Saturado con Superficie Seca

Observaciones:

Porcentaje de Absorción Promedio 1.00 %

ELABORACIÓN Y CURADO EN EL LABORATORIO DE MUESTRAS 80 DE CONCRETO PARA ENSAYOS DE LABORATORIO

MTC E 702 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 192 y AASHTO T 126, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1.OBJETIVO

1.1 Establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

2.APARATOS

2.1 Moldes en general. Los moldes para las muestras y los sujetadores de dichos moldes deben ser de acero, hierro forjado o de otro material no absorbente y que no reaccione con el concreto utilizado en los ensayos. Deben estar conforme a las dimensiones y tolerancias especificadas en el método para el cual deben ser ensayadas.

Deben ser herméticos de tal forma que no se escape el agua de la mezcla contenida. Un sellante apropiado como arcilla, parafina o grasa puede ser utilizado para impedir filtraciones por las uniones. Para fijar el molde a la base del mismo, éste debe tener medios adecuados para ello.

2.2 Moldes cilindricos reutilizables. Deben estar hechos de un metal de alta resistencia o de otro material rígido no absorbente. El plano transversal del cilindro debe ser perpendicular al eje del cilindro.

La tolerancia en la medida del diámetro exigido debe ser de ± 2.0 mm y en la altura la tolerancia será de ± 6.0 mm.

Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, deben estar de acuerdo con la especificación ASTM C-470, "Molds For Forming Concrete Test Cylinders Vertical".

2.3 Vigas y moldes prismáticos. La superficie interior del molde debe ser lisa, y las caras interiores deben ser perpendiculares entre sí y libres de torceduras u ondulaciones. La tolerancia en las dimensiones nominales de la sección transversal será de ± 3.2 mm (1/16") para dimensiones iguales a 152 mm (6") y de ± 1.6 mm (1/16") para dimensiones menores de 152 mm (6").

Excepto para muestras destinadas a ensayos de módulos de rotura, la longitud nominal de los moldes debe tener una tolerancia de 1.6 mm. Estas muestras no deberán tener una longitud inferior en 1.6 mm (1/6") con respecto a la longitud especificada, pero puede excederse dicha longitud en más del valor mencionado.

tomar pasando repetidamente un recipiente a través de la corriente de descarga, o desviando completamente la corriente para que descargue en el recipiente. El porcentaje de descarga de la tanda debe regularse por la velocidad de revolución del tambor y no por el tamaño de la abertura de la compuerta.

- a) Toma de muestras en camiones agitadores abiertos, volquetes u otros tipos de recipientes abiertos.- Se deben tomar muestras por cualquiera de los procedimientos descritos en los párrafos (a), (b) o (c) que sea más aplicable de acuerdo con las condiciones dadas.

2. MUESTRAS PARA MEZCLAR

- 2.1** La muestra debe transportarse al sitio donde se van a modelar las muestras de ensayo o donde se va a efectuar el ensayo y, para asegurar uniformidad, debe remezclarse con una pala. Debe protegerse la muestra de la luz solar y el viento en el lapso comprendido entre la toma de la muestra y su uso (máximo 15 minutos).

3. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LOS MUESTREOS

- 3.1** Las muestras pueden ser compuestas o acumulativas.
- 3.2** El tiempo total transcurrido entre la primera muestra y la última deberá ser < 15 min. En su mezclado debe asegurarse su uniformidad.
- 3.3** Los ensayos de asentamiento ó contenido de aire, deben hacerse dentro de los 5 (cinco) minutos siguientes a la determinación de las tomas individuales.
- 3.4** La elaboración de los testigos para resistencias deberán iniciarse dentro de los 20 min., siguientes a la terminación de las tomas individuales.

4. REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO	T 141
ASTM	C 172

TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO FRESCO

MTC E 701 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 172 y AASHTO T 141, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

- 1.1 Este método se refiere al procedimiento para obtener muestras de concreto fresco de mezcladoras fijas, pavimentadoras y camiones mezcladores, agitadoras o volquetas.

2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

- 2.1 La muestra debe consistir por lo menos un pié cúbico cuando se va a usar para ensayos de resistencia. Pueden admitirse muestras más pequeñas para ensayos rutinarios de contenido de aire y de slump (asentamiento) (MTC 705).

3. PROCEDIMIENTO PARA LA TOMA DE LAS MUESTRAS

- 3.1 Los procedimientos usados en la toma de las muestras deben incluir toda precaución que facilite la obtención de muestras que representan la verdadera naturaleza y condición del concreto. Se indican a continuación:
- a) Toma de muestras en Mezcladoras Fijas, exceptuando pavimentadoras.- La muestra debe obtenerse pasando un recipiente a través de la corriente de descarga del mezclador aproximadamente en la mitad de la tanda o ASTM C 172 desviando la corriente completamente para que descargue en el recipiente. Debe tenerse cuidado de no restringir el flujo del mezclador de manera que ocasione la segregación del concreto. Aplíquense estos requisitos tanto a mezcladores de volteo como a los fijos.
 - b) Toma de muestras en pavimentadoras.- Debe descargarse el contenido de la pavimentadora tomándose la muestra por lo menos en cinco partes diferentes de la pila.
 - c) Toma de muestras en el Tambor Giratorio de los Camiones Mezcladores o Agitadores. La muestra se debe tomar en tres o más intervalos regulares a través de la descarga de toda la tanda, evitando tomar muestra al principio o al final de la descarga. La muestra se debe

REFRENTADO DE TESTIGOS DE CONCRETO (CAPPING)

MTC E 703 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 617 y AASHTO T 231, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Especificar los aparatos, materiales y procedimientos necesarios para llevar a cabo el refrentado de cilindros de concreto, frescos o endurecidos, y de núcleos de concreto extraídos mediante rotación. Los cilindros de concreto frescos son refrentados con cemento puro, mientras que los cilindros endurecidos y los núcleos de concreto se refrentan con yeso de alta resistencia o con mortero de azufre.

1.2 Una capa para el refrentado debe ser al menos tan fuerte como el concreto. La superficie de los especímenes ya refrentados deberá ser plana, con una tolerancia de 0.05 mm (0.002"), a lo largo de cualquier diámetro. Durante las operaciones de refrentado, deberá verificarse que las superficies sean realmente planas, escogiendo un espécimen de cada diez (10), mediante el uso de una regla y un medidor, haciendo un número mínimo de tres (3) medidas, sobre diámetros diferentes, para asegurar que las superficies de las capas no se aparten del plano en más de 0.05 mm (0.002").

2. EQUIPO

2.1 Placas para refrentado. Las capas de refrentado con cemento puro o con yeso de alta resistencia pueden formarse contra una placa de vidrio de por lo menos 6 mm (1/4") de espesor, una placa de metal maquinado de por lo menos 13 mm (1/2 ") de espesor, o una placa pulida de granito o de diabasas de por lo menos 76 mm (3") de espesor. Las capas de refrentado con mortero de azufre deberán formarse contra placas similares de piedra o de metal.

En cualquier caso, las placas deberán tener un diámetro superior en 25 mm (1") al del espécimen que se refrenta y las superficies de trabajo no deberán separarse del plano ideal en más de 0.05 mm (0.002") en 152 mm (6"). Las superficies de placas nuevas deberán estar libres de rayaduras, hendiduras, muescas o indentaciones de cualquier tipo más allá de las causadas por la operación de terminado de la placa. Las placas de metal que han estado en uso pueden tener tales defectos, pero de profundidad no superior a 0.25 mm (0.01") o de área superficial no mayor a 0.32 cm² (0.05 pulg²).



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E 704 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 39 y AASHTO T 22, los mismos que se han adaptado, a nivel de implementación, a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

- 1.1 Determina la resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto para concretos con pesos unitarios superiores a 800 kg/m^3 (50 lbs/pe³).
- 1.2 Consiste en aplicar una carga axial de compresión a testigos preparados a una velocidad de carga prescrita, hasta que se presente la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

2. USO Y SIGNIFICADO

2.1 Los resultados son usados como control de calidad de la proporción del concreto, de su mezclado y operaciones de colocación; para el cumplimiento de especificaciones, y como control para evaluar la efectividad de la mezcla con aditivos y sus usos similares.

3. APARATOS

3.1 Máquina de ensayo, Debe ser de un tipo tal que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad descritas en el numeral 5.5.

La verificación de la calibración de la máquina de ensayo estará de acuerdo con la norma correspondiente, "Ensayo normalizado para la verificación de la carga de las máquinas de Ensayo".

Debe operar mecánicamente y aplicar la carga de una manera continua y no en forma intermitente, y sin choques.

Precisión. La precisión de la máquina de ensayo, determinada con un elemento de calibración elástico, debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) El porcentaje de error de las cargas dentro del rango propuesto para la maquina, no excederá del $\pm 1.0\%$ de la carga indicada.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO USANDO PORCIONES DE VIGAS QUEBRADAS DEL ENSAYO A LA FLEXION

MTC E 710 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 116 y AASHTO T 140, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Determinación de la resistencia a la compresión del concreto, usando porciones de vigas rotas en el ensayo de flexión.

2. USO Y SIGNIFICADO

Se usa en el laboratorio como un recurso de investigación para determinar los valores de resistencia a la compresión de diferentes mezclas de concreto. No se usará como una alternativa al ensayo MTC E704 "Resistencia a la compresión testigos cilíndricos" y los valores que se obtengan por estos dos métodos no son comparables ni intercambiables.

3. APARATOS

3.1 La máquina de ensayo puede ser de cualquier tipo, siempre y cuando tenga la suficiente capacidad para suministrar la rata de carga que se señala en el numeral 4.3.

Se ajustará a los requerimientos del anexo de la norma MTC E709 "Flexión método de la viga simple cargada en los tercios de la luz", relativos a la máquina. Debe estar equipada con dos bloques de carga de acero con superficies endurecidas, uno de los cuales se apoyará sobre una rótula que estará en contacto con el plato superior de carga descrito en el numeral 2.2, y el otro, un bloque rígido y plano que soportará el plato de carga inferior. El diámetro del bloque con apoyo esférico tendrá al menos el 75% del ancho de la muestra, B (Figura I). La superficie de apoyo no se debe desviar del plano en más de 0.025 mm (0.001") por cada 152 mm (6") para un bloque de 152 mm (6") de diámetro, o mayores, ni más de 0.025 mm en el diámetro de cualquier bloque más pequeño.

3.2 Sobre las superficies de carga de la muestra se montarán platos de carga maquinados o pulidos con un espesor mayor o igual a 19 mm (3/4"), que cumplan con los requerimientos de aplanamiento de las superficies de carga de las muestras que se señalan en el numeral 3.2.a. y los requerimientos de dureza para los bloques de carga especificados en el numeral 2.1. Los platos de carga deben ser de tales dimensiones que las caras de contacto sean primordialmente cuadradas, y tengan las

mismas dimensiones que el ancho nominal de la viga ensayada. El plato de carga superior debe colocarse directamente sobre el plato inferior. (ver Figura 1)

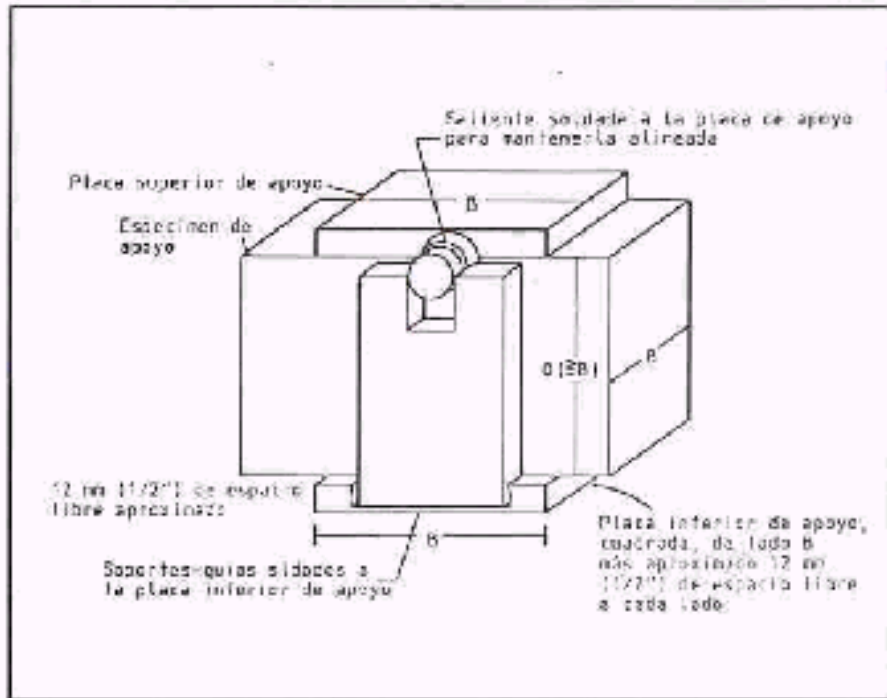


Figura 1. Dispositivo adecuado para alinear placas de soporte.

1. MUESTREO

1.1 La longitud de la porción rota de las vigas seleccionadas para el ensayo a la compresión debe ser al menos 50 mm (2") más larga que el ancho. Las muestras seleccionadas para el ensayo deben estar libres de grietas, superficies imperfectas u otros defectos obvios.

1.2 Preparación de las muestras.

- a) La superficie de carga de las muestras no tendrá desviaciones del plano en más de 0.05 mm (0.002"); las que no estén planas deben pulirse o recubrirse para satisfacer la tolerancia anterior. Los procedimientos de recubrimiento deben cumplir con los requisitos señalados en la norma MTC E703 "Refrentado de cilindro de concreto (capping)". El recubrimiento debe cubrir el ancho completo de la viga y debe tener tal longitud que permita que el plato de carga superior pueda colocarse directamente sobre el plato de carga inferior.

RESISTENCIA A LA FLEXION

VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL DE LA LUZ

MTC E 711 - 2000

Este Modo Operativo está basado en las Normas ASTM C 293 y AASHTO T 177, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este Modo Operativo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del Usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

1. OBJETIVO

1.1 Establecer los procedimientos para determinar la resistencia a la flexión de un pequeño espécimen de concreto por medio del uso de una viga simple cargada en el punto central. El método no pretende ser una alternativa al ensayo "Flexión del Concreto Método de la Viga Simple cargada en los tercios de la Luz" (AASHTO T97).

2. APARATOS

2.1 Máquina de ensayo. Debe ser acorde con el apéndice "Bases de verificación, correcciones e intervalos de tiempo entre verificaciones" de la norma citada. No serán permitidas las máquinas de ensayo operadas a mano, que tengan bombas que no suministren una carga continua hasta la falla en un recorrido. Las bombas mecánicas u operadas a mano con desplazamiento positivo que tengan un volumen suficiente en una carrera continua para completar el ensayo sin requerir recarga se aceptarán, siempre que apliquen las cargas a una velocidad uniforme sin choques o impactos.

2.2 Aparato de carga. El mecanismo debe emplear un bloque de aplicación de carga y dos bloques de soporte del espécimen que asegure que todas las fuerzas se aplican perpendicularmente a la cara del espécimen sin excentricidad. En la Figura 1 se muestra un diagrama del aparato que cumple con este propósito.

(a) Los aparatos, serán similares al de la Figura 1 y deberán mantener la longitud de luz libre y la posición del bloque central de carga con respecto a los bloques de soporte constante, con una tolerancia de $\pm 1.3 \text{ mm}$ ($\pm 0.05"$).

(b) Las reacciones deben ser paralelas a la dirección de la carga aplicada en todo momento durante el ensayo, y la relación de la distancia horizontal entre el punto de aplicación de la carga y la reacción más cercana a la altura de la viga, deberá ser de 1.5 ± 0.2

(a) Los bloques de aplicación de carga y de soporte no deben tener una altura superior a 64 mm (2.5"), medidos desde el centro o el eje del pivote, y deben extenderse al menos a través del ancho completo del espécimen. Cada superficie endurecida de carga en contacto con el espécimen no debe desviarse del plano en más de 0.051 mm (0.002") y debe ser una porción de un cilindro, el eje del cual deberá coincidir con el eje de la barra o el centro de la esfera, dependiendo sobre cuál de las dos se encuentre pivoteado el bloque.

El ángulo sustentado por la superficie curva de cada bloque debe tener al menos 45° (0.79 rad). Los bloques de aplicación de carga y de apoyo deben mantenerse en posición vertical y en contacto con la barra o la esfera por medio de un tornillo cargado con resorte, el cual los mantiene en contacto con la barra o la esfera de pivote.

La barra en el centro del bloque de aplicación de carga, Figura 1, puede omitirse cuando se use un bloque con rótula.

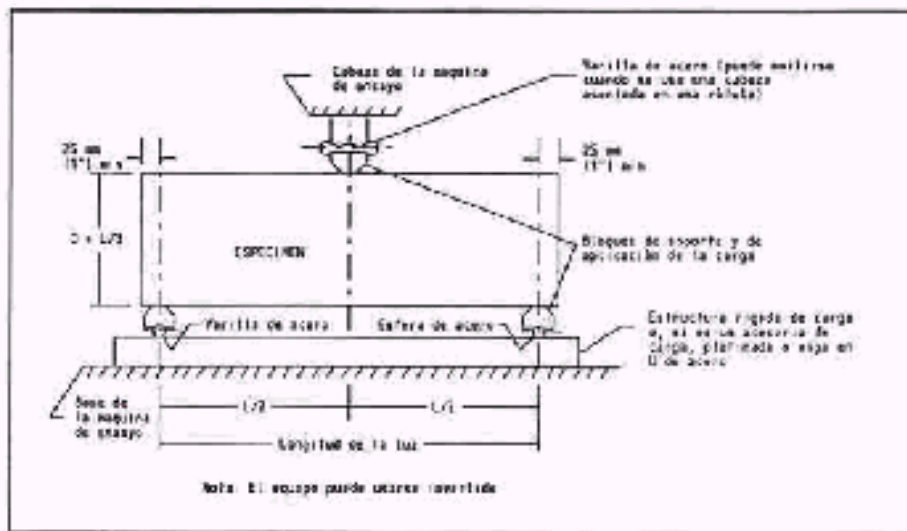


Figura 1. Esquema para un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga en el centro de la luz.

1. MUESTREO

1.1 La muestra debe tener una luz aproximada de tres veces su altura y debiendo estar húmeda hasta el momento del ensayo