



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y

CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TEMA

FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACIÓN

DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTO RÍGIDO

TUTOR

ING. JAVIER NICOLÁS ARECHE GARCÍA, PHD

AUTORES

RONNIE DANIEL JIMENÉZ MERCHÁN

KEVIN GEOVANNI ZAMBRANO VERA

GUAYAQUIL

2019



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: Fibra proveniente de sorbetes en la elaboración de hormigón para pavimento rígidos	
AUTOR/ES: Jiménez Merchán Ronnie Daniel Zambrano Vera Kevin Geovanni	REVISORES O TUTORES: Areche García Javier Nicolás
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel de Grado
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PAGS: 126
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Hormigón, Materiales de construcción, Cemento, Calidad, Temperatura	
RESUMEN: En los últimos años el sorbete plástico en nuestro país y en el mundo ha causado daños tanto en lo marítimo como en lo ambiental, por esta razón se optó a reutilizar los sorbetes plásticos para darle un tratamiento y utilizarlo como fibra para la elaboración de hormigones para pavimentos rígidos, utilizando esta fibra de sorbetes plásticos se está evitando el daño al medio ambiente y marítimo y mejorando el ecosistema, siendo así una nueva metodología de construcción en pavimentos rígidos. Ya que el sorbete plástico tiene un tiempo de degradación de 100 años y tiene una alta resistencia a la compresión es así una gran ayuda para realizar dichos trabajos de hormigón para pavimentos rígido. Para tener una buena resistencia a la flexión y compresión de hormigones para pavimento rígido utilizando fibras de sorbetes plásticos, se realizó varias pruebas tanto de cilindros como vigas utilizando ciertas cantidades de fibra y la dosificación del hormigón las cuales	

son más comunes en pavimentos rígidos, para encontrar la dosificación óptima y necesaria costo/beneficio en la elaboración de hormigones para pavimento rígido utilizando las fibras de sorbetes plásticos la cual ayudara a darle mayor resistencia a la flexión y compresión de dichos hormigones.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Jiménez Merchán Ronnie Daniel Zambrano Vera Kevin Geovanni	Teléfono: 0987178222 0985098857	E-mail: ronydjm@outlook.com kevinzamve@gamil.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Ing. Mg. Alex Bolívar Salvatierra Espinoza Decano facultad ingeniería, industria y construcción Teléfono: 0992175083 E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUDES

SEGUNDA ENTREGA

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%	4%	0%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	1%
3	lafotoolidadadeayer.blogspot.com Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1%
5	arqzon.com Fuente de Internet	<1%
6	constestconitvh.jimdo.com Fuente de Internet	<1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
8	prezi.com Fuente de Internet	<1%



9	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
11	myslide.es Fuente de Internet	<1 %
12	puentescolgantesingenieriacivilunet12.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
13	www.arqhys.com Fuente de Internet	<1 %
14	www.udes.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Atlantic International University Trabajo del estudiante	<1 %
16	documents.tips Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Korea Advanced Institute of Science and Technology Trabajo del estudiante	<1 %
18	www.youblisher.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.astinave.com.ec Fuente de Internet	<1 %

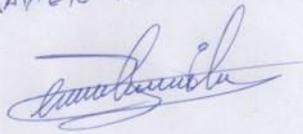
[Handwritten signature]

20	Submitted to Universidad EAFIT Trabajo del estudiante	<1 %
21	www.cienciaperu.org Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to UNAPEC Trabajo del estudiante	<1 %
25	Submitted to Corporación Universitaria del Caribe Trabajo del estudiante	<1 %
26	html.rincondelvago.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Católica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	<1 %
29	buscatextual.cnpq.br Fuente de Internet	<1 %

runachayecuador.com

30	Fuente de Internet	<1 %
31	Submitted to Colegio Alemán Trabajo del estudiante	<1 %
32	catarina.udlap.mx Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
34	Submitted to Uniagustiniana Trabajo del estudiante	<1 %
35	Submitted to Universidad Santo Tomas Trabajo del estudiante	<1 %

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 14 words
 Excluir bibliografía Activo

JAVIER N. ARECAE G.


DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

Los estudiantes/egresados RONNIE DANIEL JIMÉNEZ MERCHÁN Y KEVIN GEOVANNY ZAMBRANO VERA, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación, corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y de titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar Fibras provenientes de sorbetes en la elaboración de hormigón para pavimento rígidos.

Autores

Firma:



RONNIE DANIEL JIMÉNEZ MERCHÁN

C.I. 0931408900

Firma:

Kevin Zambrano V.

KEVIN GEONNY ZAMBRANO VERA

C.I. 0924313943

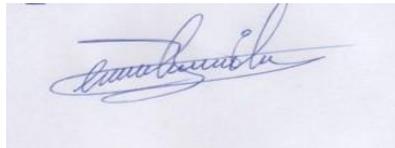
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTO RÍGIDO, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de ingeniería, industria y construcción de la Universidad LAICA VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGÓN PARA PAVIMENTO RÍGIDO”, presentado por los estudiantes **RONNIE DANIEL JIMENEZ MERCHAN Y KEVIN GEONNI ZAMBRANO VERA** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose apto para su sustentación

Firma:



JAVIER NICOLAS ARECHE GARCÍA

C.I. 0962174165

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la sabiduría y el conocimiento, guiándome por el camino correcto, dándome las fuerzas necesarias para superar los obstáculos a lo largo de toda la carrera.

Agradezco a mis padres que son mi motor para salir delante de cualquier obstáculo que se me presente, por la confianza que han brindado hacia mí, sabiéndome corregir todos mis errores y no juzgarme, celebrando mis triunfos, logros cumplidos y sé que están orgullosos por la persona que me he convertido.

A mi tutor de tesis, por ser la persona que siempre estuvo ahí guiándonos y compartiendo sus conocimientos.

Gracias a las personas que de algún otro modo de forma directa o indirecta me ayudador a realizar este proyecto.

RONNIE DANIEL JIMÉNEZ MERCHÁN

Quiero darle gracias a Dios por iluminarme y brindarme la oportunidad de terminar este proyecto de titulación, a mi madre por siempre ser mi guía, mi mayor inspiración y la persona que siempre me otorga su confianza, agradezco a mi tutor por ser un gran apoyo durante este proceso, sin duda alguna debo agradecer a mi padre y abuelos que siempre estuvieron en esta etapa de mi vida.

KEVIN GEOVANNI ZAMBRANO VERA

DEDICATORIA

Principalmente a Dios sobre todas las cosas, por la fe y fortaleza que me da día a día para salir delante de todas las adversidades que se presentan y he podido salir delante de cada una de ellas, por la humildad que me cataloga, este trabajo se lo dedico a Dios.

De esta misma manera esta tesis es dedicada a mis padres por creer en mí, por saber formarme, inculcándome principios y valores, los cuales me han llevado a salir adelante y ser una persona del bien, por estar en los momentos difíciles en los cuales ellos estuvieron para levantarme y no dejarme caer.

A mis profesores por su tiempo y dedicación, por compartir sus conocimientos para ser un buen profesional, al tutor de tesis por su apoyo incondicional y consejos para realización de la misma.

RONNIE DANIEL JIMÉNEZ MERCHÁN

Le dedico este proyecto de titulación a Dios, a mi madre y hermano, a quienes a mis 16 años les prometí llegar a ser un gran profesional, a mis abuelos y novia que son pilares importantes en mi vida y siempre están en todo momento, también a mi padre, familiares y amigos más cercanos que día a día me daban consejos para ser una gran persona.

KEVIN GEOVANNI ZAMBRANO VERA

ÍNDICE GENERAL

CARATULA	i
REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iv
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	
PATRIMONIALES	viii
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
ABREVIATURAS	xxi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1. Tema.....	2
1.2. Planteamiento del Problema.....	2
1.3. Formulación del Problema	5
1.4. Sistematización del Problema	5
1.5. Objetivos de la Investigación	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Justificación de la investigación.....	6
1.7. Delimitación de la investigación	7
1.8. Hipótesis.....	7
1.9. Línea de investigación de la institución	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEORICO.....	8
2.1. Marco Teórico.	8
Marco de referencia	8
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.2.1. Conceptos Generales.....	13
2.2.1.1. El Cemento.	13
2.2.1.2. Los Agregados.....	14
2.2.1.3. Agregado Grueso.....	14
2.2.1.4. Agregado fino (Arena).....	15
2.2.1.5. Agregado Artificial.....	16
2.2.1.6. Agregado Pesado.....	16
2.2.1.7. Agua de Mezcla.	16
2.2.1.8. Granulometría.....	16
2.2.1.9. Aditivos.....	17

2.2.1.10.	Aditivos Minerales.....	17
2.2.1.11.	Aditivos Químicos.....	17
	Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Hormigón Fresco.	18
2.2.1.12.	Consistencia.....	18
2.2.1.13.	Homogeneidad.....	18
2.2.1.14.	Cohesión	18
2.2.1.15.	Segregación.....	18
2.2.1.16.	Exudación.....	19
	Propiedades Físicas y Mecánicas del hormigón endurecido.....	19
2.2.1.17.	Densidad.....	19
2.2.1.18.	Permeabilidad.....	19
2.2.1.19.	Compacidad.....	20
2.2.1.20.	Resistencia a la compresión.....	20
	Efecto de la velocidad de aplicación de la carga.....	22
2.2.1.21.	Relación Agua-Cemento.....	23
2.2.1.22.	Tamaño Y Esbeltez De La Probeta.....	24
2.2.1.23.	Tipo De Agregado.....	25
2.2.1.24.	Calidades Del Concreto.....	25
	Módulo De Elasticidad Del Concreto	26
2.2.1.25.	Módulo de Poisson.....	27
2.2.1.26.	Módulo de Corte.....	27
2.2.1.27.	Resistencia A La Tensión Del Concreto O Módulo De Rotura....	28
2.2.1.28.	Prueba Brasileira O Split-Test.....	28
2.2.1.29.	Prueba A Flexión Simple.....	28
2.2.1.30.	Variación En El Volumen Del Concreto	29
2.2.1.31.	Variación De Volumen Por Contracción De Fragua	29
2.2.1.32.	Deformación Plástica O Creep	31
2.2.1.33.	Variación De Volumen Por Temperatura	32
	Cargas.....	32
2.2.1.34.	Cargas Muertas.....	33
2.2.1.35.	Cargas Vivas.....	33
2.2.1.36.	Cargas Ambientales.....	33
	Tipos De Falla De Los Elementos Sometidos A Flexión.....	34
2.2.1.37.	El Despertar De Una Ciencia.....	37
2.2.1.38.	La Edad de los Polímeros	40
2.2.1.39.	Clasificación de los polímeros.....	41
2.2.1.40.	Arquitectura Molecular.....	43
2.2.1.41.	Aplicaciones De Los Polímeros.....	45
2.2.1.42.	Utilidad de Los Polímeros	45
2.2.1.42.1.	Características Mecánicas Y Transformación.....	46
2.2.1.42.2.	Aplicaciones Generales.....	49
	Materiales De Altas Prestaciones Para Aplicaciones Avanzada.....	50
2.2.1.43.	Fibras De Altas Prestaciones	50

2.2.2. Conceptos Técnicos.....	53
□ Aplicación	53
□ Reciclaje	53
□ Desecho	53
□ Contaminación.....	53
□ Residuos	53
□ Dosificación.....	53
□ Resistencia.....	54
□ Compresión	54
□ Flexión.....	54
□ Analizar	54
□ Ecosistema.....	54
□ Rigurosidad	55
□ Modificar	55
□ Variables.....	55
□ Renovables	55
□ Innovación	55
□ Establecer	56
□ Concreto	56
□ Elaboración.....	56
□ Estimaciones.....	56
2.3. Marco Legal	57
2.3.1. Normas Vigentes.....	57
CAPÍTULO III.....	61
3.1. Diseño de la investigación.....	61
3.2. Enfoque	62
3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos	63
3.3.1. Técnica	63
3.3.2. Instrumento	63
3.3.3. Procedimiento de recolección de datos	63
3.3.4. Universo	64
3.3.5. Muestra.....	66
3.3.6. Validez y confiabilidad	66
3.3.6.1. Validez.....	66
3.3.6.2. Confiabilidad	67
CAPÍTULO IV.....	68
4.4.1. ANALISIS DE RESULTADOS.....	68
Discusión de los resultados	84
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	90
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Requisitos granulométricos del agregado grueso	15
Tabla 2 Requisitos granulométricos del agregado fino.....	15
Tabla 3 Límites granulométricos según norma ASTM C33	17
Tabla 4 Estructura de los polímeros.....	44
Tabla 5 Clasificación De Algunos Plásticos Según Las Propiedades Que Exhiben En Ensayos Esfuerzo-Deformación.....	47
Tabla 6 Módulo de Rotura	68
Tabla 7 Diferencias	68
Tabla 8 Diferencias	69
Tabla 9 Módulo de Rotura	69
Tabla 10 Módulo de Rotura	70
Tabla 11 Diferencias	70
Tabla 12 Módulo de Rotura	71
Tabla 13 Diferencias	71
Tabla 14 Módulo de Rotura	72
Tabla 15 Diferencias	72
Tabla 16 Módulo de Rotura	73
Tabla 17 Diferencias	73
Tabla 18 Módulo de Rotura	74
Tabla 19 Diferencias	74
Tabla 20 Módulo de Rotura	75
Tabla 21 Diferencias	75
Tabla 22 Módulo de Rotura	76
Tabla 23 Diferencias	76
Tabla 24 Módulo de Rotura	77
Tabla 25 Diferencias	77
Tabla 26 Módulo de Rotura	78
Tabla 27 Diferencias	78
Tabla 28 Diferencias	79
Tabla 28 Módulo de Rotura	79

Tabla 30 Módulo de Rotura	80
Tabla 31 Diferencias	80
Tabla 32 Módulo de Rotura	81
Tabla 33 Diferencias	81
Tabla 34 Módulo de Rotura	82
Tabla 35 Diferencias	82
Tabla 36 Módulo de Rotura	83
Tabla 37 Diferencias	83
Tabla 38 Dosificación del hormigón de $f'c280\text{kg/cm}^2$	87
Tabla 39 Dosificación del hormigón de $f'c 300 \text{ kg/cm}^2$	88

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Gráfico 1: Gramos vs Modulo de Rotura.....	68
Gráfico 2:Gramos vs Modulo de Rotura.....	69
Grafico 3: Gramos vs Modulo de Rotura.....	70
Gráfico 4: Gramos vs Modulo de Rotura.....	71
Gráfico 5: Gramos vs Modulo de Rotura.....	72
Gráfico 6:Gramos vs Modulo de Rotura.....	73
Gráfico 7: Gramo vs Esfuerzo.....	74
Gráfico 8: Gramo vs Modulo de Rotura	75
Gráfico 9: Gramos vs Modulo de Rotura.....	76
Gráfico 10: Gramos vs Modulo de Rotura.....	77
Gráfico 11: Gramos vs Esfuerzos	78
Gráfico 12: Gramos vs Esfuerzo	79
Gráfico 13: Gramos vs Esfuerzo	80
Gráfico 14: Gramo vs Esfuerzo.....	81
Gráfico 15: Gramos vs Esfuerzos	82
Gráfico 16:gramos vs Esfuerzo	83
Gráfico 17:gramos vs Esfuerzo	83

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Máquina trituradora de sorbetes	92
Anexo 2 Peso de fibra	92
Anexo 3 Materiales para la elaboración de hormigón de 280 (kg/cm ²) y 300 (kg/cm ²)	93
Anexo 4 Elaboración de hormión de 280 (kg/cm ²) y 300 (kg/cm ²).....	93
Anexo 5 Adición de fibra de sorbete plástico en el hormigón	94
Anexo 6 Recolección de probetas cilíndricas	95
Anexo 7 Recolección de viguetas	95
Anexo 8 Prueba de resistencia a la compresión axial ASTM C39	96
Anexo 9 Resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.....	97
Anexo 10 Prueba a la compresión.....	98
Anexo 11 Prueba a la compresión.....	99
Anexo 12 Prueba a la compresión.....	100
Anexo 13 Prueba a la compresión.....	101
Anexo 14 Prueba a la flexión.....	102
Anexo 15 Prueba a la flexión.....	103
Anexo 16 Prueba a la flexión.....	104
Anexo 17 Prueba a la flexión.....	105

ABREVIATURAS

Módulo de rotura	fr
Cal	Cao
Transformador diferencial de variación lineal	(LVDT)
Resistencia a la compresión	F'c

INTRODUCCIÓN

La Presente investigación estudia los efectos de la adición de fibra de sorbetes plásticos con la finalidad de observar el alcance máximo de resistencia a la flexión y compresión de dichos hormigones con ciertas cantidades de fibra, la industria de la construcción requiere mayor explotación de recursos naturales ya que en el país y en el mundo entero los sorbetes están causando daño al ecosistema es por esta razón que se opta por dar un tratado a dichos sorbetes hacerlo fibra e incluirlo al ámbito de la construcción.

Al aumentar cierta cantidad de fibra de sorbetes plásticos en hormigón para pavimentos rígidos convencionales tenemos que las resistencias a la compresión como a la flexión, aumentan en dicha resistencia en un valor máximo adecuado costo/beneficio.

Según los estudios realizados, la resistencia a la flexión obtuvo una variación sustancial al aumentar fibra de sorbetes de 1,17 kg a 1,76kg, sin embargo, a partir de ahí cada vez que se aumentaba la misma cantidad de fibra de sorbetes plásticos disminuía la variación. Para la resistencia a la compresión existe cierto aumento en edades tempranas disminuyendo este incremento de la compresión a medida que el fraguado del hormigón se acerca al 100%.

La fibra de sorbete plástico ayudara en gran magnitud para obtener mejores resultados en sus resistencias tanto como a la compresión y flexión siendo así por su gran propiedad de resistencia a la flexión que tiene dicho plástico ya que tiende a degradarse en 100 años por esta razón es muy útil la colocación de fibra de sorbetes plásticos en hormigones para pavimentos rígidos.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema

Fibra Proveniente de Sorbetes en la Elaboración de Hormigón para Pavimento Rígido.

1.2. Planteamiento del Problema

De los 8 millones de toneladas de desechos plásticos que ingresan cada año en los océanos del mundo, el sorbete plástico para bebidas no es el mayor contribuyente. Sin embargo, este pequeño tubo, la mayoría del cual no es necesario para el consumo de bebidas, está en el centro de una creciente campaña ambiental para convencer a las personas de que dejen de usar sorbetes para salvar los océanos.

Los sorbetes, pequeños y ligeros, a menudo no llegan a los contenedores de reciclaje: se puede encontrar evidencia de esto claramente en cualquier playa. Y, aunque constituyen una pequeña fracción del plástico en los océanos, su tamaño los convierte en uno de los contaminantes más traicioneros porque se enredan en los animales marinos y son consumidos por los peces.

Cada día en todo el mundo se utilizan unos mil millones de sorbetes, 500 millones sólo en los EE.UU., según el Servicio Nacional de Parques. Se consumen y eliminan de inmediato en unos 20 minutos, mientras que lleva cientos de años para que sean absorbidos por el medio ambiente. Son una de las 10 categorías de objetos que más contaminan el mar.

Por otro lado, 1.5 millones de animales marinos mueren cada año después de tomar plástico. Según los informes, en 2050 habrá más plástico que peces en el mar.

La explosión de la popularidad de los sorbetes de plástico, coloradas y fiesteras, se remonta a los años 60, la época dorada del plástico, pero desde hace unos años su uso ha aumentado notablemente. “Hace diez años, los sorbetes no estaban en todas partes. Si pedías un cocktail igual te daban una, pero ahora pides un maldito vaso de agua

helada y te ponen un sorbete”, asegura al National Geographic Douglas Woodring, fundador de Ocean Recovery Alliance.

Se estima que cada año se liberan en los océanos hasta 13 millones de toneladas de desechos plásticos que afectan la biodiversidad marina y la salud humana. Por esta razón, varios países del mundo, así como cientos de compañías, prohíben los plásticos desechables, incluidos los sorbetes. Los sorbetes, según algunas estimaciones, representarían solo el 0.025% del volumen total de basura marina, de los cuales una cuarta parte son redes y aparejos de pesca pesados. Pero la cantidad de sorbetes que consumimos en nuestra vida diaria es inmensa. Solo en los EE. UU., Se estima que 500 millones se usan diariamente en restaurantes, hoteles y casas particulares.

Lo fácil que es dejar de usarlo ha seducido a miles de consumidores en todo el mundo. En 2015, cuando un video se volvió viral sobre el sufrimiento de una tortuga y dos biólogos intentaron sacar un sorbete de la nariz, muchas personas reconocieron el problema y rechazaron a las cañitas para contribuir a la salud del planeta.

"Se ha creado una conciencia de la amenaza de las cañas para los océanos, se harán en un minuto, se usarán menos de 20, pero tomará una eternidad disolverse, son menos necesarios de lo que pensamos", dice la fundadora Sandra Álvarez. De la ONG panameña Tortuguías y promotora de "¡Por favor, no cañas!" Campaña, que ha permitido que 150 restaurantes panameños dejen de vender más de medio millón de sorbetes desde agosto de 2018.

Actualmente, Antigua y Barbuda es el único país de América Latina y el Caribe donde los plásticos desechables, incluidos los sorbetes, están prohibidos a nivel nacional. Belice aprobó una medida similar que entrará en vigencia en 2019, y Costa Rica ha propuesto ser un país no desechable para 2021.

La Cámara de Diputados de México aprobó una reforma legislativa para detener el uso de plásticos desechables, incluidos sorbetes, una medida discutida por el Senado, y el Congreso peruano está trabajando en una ley al respecto.

La campaña ecuatoriana "Sin sorbete, por favor" tiene como objetivo evitar el uso de sorbetes y cubiertas de plástico e implementar el servicio de alimentos para vajillas desechables en restaurantes. Quito, la capital de Ecuador; Declaró la guerra a los

plásticos al lanzar su campaña "Sin sorbete, por favor", con la que quiere reducir este material.

La sugerencia de la capital ecuatoriana se suma al trabajo en las Islas Galápagos, que en mayo pasado restringió la importación y el consumo de sorbetes, bolsas de plástico y botellas desechables en las islas, que fueron declaradas reserva mundial de las islas por la biosfera y la naturaleza. La campaña "Sin sorbete, por favor" tiene como objetivo "evitar el uso de sorbetes, cubiertas de plástico y la implementación del servicio de alimentos en vajillas reutilizables" en los restaurantes, según un comunicado del municipio de Quito.

Al menos 22 empresas en Ecuador ya han dejado de suministrar sorbetes y envases de plástico a sus clientes y reemplazarlos con cajas de cartón o envases de vidrio. En Quito, donde viven 2.5 millones de personas, se recolectan más de 1,200 toneladas de basura cada día y se genera un promedio de 277 toneladas de desechos plásticos por día.

En 2017, la Compañía Metropolitana de Inodoros Públicos de Quito recolectó 2.847 toneladas de desechos reutilizables, como cartón, plástico, papel y metal, la idea es que la gente de Quito sea "la primera en rechazar objetos plásticos", dijo el alcalde de Quito, Mauricio Rodas. En su lucha para expulsar el plástico del archipiélago de Galápagos, el consejo de gobierno de esta provincia retiró 147.988 sorbetes el pasado julio, declarando a las islas Isabela y Floreana libres de sorbetes de plástico.

Países como Chile, Colombia, Panamá, Perú y Costa Rica han tomado medidas para restringir el uso de bolsas de plástico. Estos consisten principalmente en polietileno, un polímero derivado del petróleo cuya degradación lleva al menos 500 años.

Según la Agencia Federal del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, 13 millones de toneladas de plásticos se vierten al océano cada año. Se estima que 5 mil millones de bolsas de este material se consumen anualmente en todo el mundo.

Se puede tomar una bebida por hasta un minuto, pero el sorbete utilizado tarda hasta mil años en descomponerse. Los sorbetes están hechos de polipropileno, que se divide en partículas microscópicas que ingresan a los océanos y afectan los ecosistemas marinos. Por lo tanto, aumenta la conciencia sobre los artículos de plástico

desechables, como sorbetes, cobertores, bañeras, vasos, cucharas, tenedores, etc., y la campaña "Sin sorbete" ya está en marcha en Guayaquil y Samborondón.

Soluciones Ambientales Totales (Sambito) y Premios Latinoamérica Verde (PLV) están participando en la campaña para reducir el consumo de plásticos desechables y están a la vanguardia de esta campaña, que se lanzó este mes para unirse a la iniciativa Julio Nivel mundial sin plástico.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo se comporta el hormigón para pavimentos rígidos usando fibra proveniente del sorbete?

1.4. Sistematización del Problema

- ¿Cuál es la dosificación para la elaboración del hormigón para pavimento rígido con fibra de sorbetes plásticos?
- ¿Cómo se comporta la resistencia a flexión en hormigones elaborados con fibras provenientes de sorbetes plásticos?
- ¿Cómo se comporta la resistencia a la compresión en hormigones elaborados con fibras provenientes de sorbetes plásticos?

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación de fibras provenientes de sorbetes en la elaboración de hormigón para pavimentos rígidos.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la dosificación para la elaboración del hormigón en pavimentos rígidos con fibra de sorbetes plásticos.
- Analizar el comportamiento a flexión en hormigones elaborados con fibras provenientes de sorbetes plásticos.
- Caracterizar el comportamiento de la resistencia a la compresión en hormigones elaborados con fibras provenientes de sorbetes plásticos.

1.6. Justificación de la investigación

Utilizar la fibra de sorbetes plásticos es una alternativa con la cual podemos aportar para la disminución de la contaminación del ecosistema marino e impacto ambiental que provocan los mismos, incluyendo en este proceso la fibra de sorbete como agregado la elaboración de hormigón para pavimento rígido, lo que genera en esta más resistencia a la compresión y flexión.

Desde el punto de vista metodológico este trabajo de investigación se justifica debido a que se aplicarán importantes técnicas experimentales que permitirán obtener los datos deseados, dentro de la rigurosidad científica

La justificación practica de esta investigación se fundamenta en el uso del sorbete como material que puede abaratar los costos de hormigones para pavimento rígido, a la vez que mejora el comportamiento de resistencia a la flexión del mismo, de tal manera que su uso se pudiera masificar en la construcción mejorando las condiciones tanto económicas como estructurales de las mezclas de hormigones más usadas en la actualidad.

La justificación ambiental de esta investigación, está basada en la búsqueda de un sitio de deposición final del sorbete plástico, es decir, se plantea reciclar los sorbetes usados, de todos los locales y llevarlos a un centro de acopio, donde serán limpiados y cortados en pequeñas tiras, de tal manera que desde ahí se puedan usar como material de construcción y así ya no contaminar el ambiente, especialmente los mares que en los últimos años se han visto particularmente afectados por el plástico y para ello se dictó la siguiente ordenanza municipal:

Miércoles 19 de septiembre de 2018 Suplemento - Registro Oficial N° 330 Que, la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil es Autoridad Ambiental de aplicación responsable, según resolución de renovación de acreditación del Ministerio de Ambiente No. 035 del 12 de abril de 2018. (APEL, 2018).

En ejercicio de la facultad legislativa que confieren los artículos 240 y 264 de la Constitución de la República en armonía con lo establecido en los artículos 7 y 57 letra a) del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización,

Expide:

la "ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso y específicamente de sorbetes plásticos, envases, tarrinas, cubiertos, vasos, tazas de plástico y de foam y fundas plásticas tipo camiseta, inclusive oxobiodegradables, en el cantón Guayaquil"

Esta investigación coadyuva con la ordenanza antes planteada en el saneamiento del ambiente dado que plantea una forma de utilizar los sorbetes plásticos para la construcción.

1.7. Delimitación de la investigación

Campo:	Educación Superior. Tercer nivel
Área:	Ingeniería Civil.
Aspecto:	Investigación Experimental.
Tema:	Fibra Proveniente de Sorbetes en la Elaboración de Hormigón para Pavimento Rígido.
Delimitación espacial:	Guayaquil- Ecuador
Delimitación temporal:	6 meses

1.8. Hipótesis.

La aplicación de las fibras provenientes del sorbete en el hormigón para pavimentos Rígidos ayudará a obtener mayor resistencia a la flexión.

1.9. Línea de investigación de la institución

Línea de Investigación		
ULVR	FIIC	Sublímela
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	1. Materiales de Construcción	A. Materiales innovadores en la construcción.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Marco Teórico.

- **Marco de referencia**

Para la primera variable, hormigón rígido, utilizamos la siguiente investigación, titulada: “Evaluación de pavimento rígidos mediante la determinación de correlaciones entre el módulo de rotura a la flexión y la resistencia a la compresión para el centro el poblado San Cristóbal de Chupan-Huaraz”, realizado por: Roble Sáenz Rondolp Julián- Sánchez Medina Juan Carlos.

como requisito para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Ricardo Palma, en Lima-Perú, presentada en fecha agosto 2015. Tiene como objetivo general definir características geométricas de los materiales para elaborar el diseño de mezclas de concreto de los pavimentos rígidos del cemento, los resultados que obtuvieron con respecto al parámetro de la Resistencia a la compresión del concreto se concluye que.

los ensayos han confirmado la homogeneidad de la calidad del concreto la desviación estándar es menor al 9% para los ensayos de compresión y flexión a los 28 días. Aportando a la investigación actual importantes aspectos teóricos de la variable pavimento rígido en lo que es rotura de hormigón a flexión y compresión.

Continuando con la variable nombrada en el párrafo anterior, utilizamos como segundo antecedente la investigación que tiene como título “Proceso constructivo de una vía de hormigón desde el sector el Bimot hasta el puente de la propicia en el cantón Esmeralda, realizado por: Jaime Leopoldo Arellano Ortiz, como requisito para optar el título de ingeniero civil en la Universidad de Guayaquil, en Guayaquil-Ecuador.

presentada en fecha octubre 2014, tiene como objetivo general Realizar el proceso constructivo de una vía de hormigón de tal forma que el constructor pueda analizar y evaluar todas las actividades y etapas para ejecutar la obra. Obteniendo como resultado que la obra cumplió con todos los parámetros diseñado en el proyecto. Aportando a

nuestra investigación importantes aspectos teóricos de la variable de pavimento rígido como es el buen uso del hormigón al momento de ejecutar la obra.

Continuando con la variable hormigón rígido, utilizamos como tercer antecedente la investigación que tiene como título “Evaluación del estado actual del pavimento rígido en el Jirón Junín de la ciudad de Jaén- Cajamarca”, realizado por: Betzy Solano Jáuregui, como requisito para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca, en Jaén-Cajamarca-Perú, presentada en fecha octubre 2014 tiene como objetivo general determinar el estado actual del Pavimento rígido en Jirón Junín.

Teniendo como resultados la evaluación de 5 cuadras del jirón Junín, disponiendo un total de 202 losas, distribuidas 101 losas a cada lado de la vía. Según lo descrito en el diseño metodológico, una unidad de muestra debe estar en el rango 20 ± 8 losas, para ésta investigación se consideró 14 losas para una unidad de muestra, 7 losas de cada lado de la vía. Se consideró 11 unidades de muestreo de un total de 15. Aportando a nuestra investigación conceptos importantes de cómo se realiza la pavimentación y el tratamiento adecuado.

Para la segunda variable, fibra de sorbetes, utilizamos la siguiente investigación titulada “Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico”, realizado por: Armas Aguilar cesar Hugo como requisito para optar el título de ingeniero civil en la Universidad señor de Sipan, en Pimentel-Perú.

presentada en fecha Junio 2016 tiene como objetivo general Determinar los efectos de la adición de fibra de polipropileno (Chema Fibra Ultra fina) en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico en la Región Lambayeque. Teniendo como resultado en los parámetros, el ensayo de granulometría del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Se ensayó una muestra de 400 gr de agregado fino procedente de la cantera La Victoria, encontrándose un módulo de fineza de 2.92.

El ensayo de peso unitario del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Se utilizó un molde metálico de dimensiones, 153 mm de diámetro y 15 mm de altura. El ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se realizó teniendo en cuenta la NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado

para peso específico y absorción del agregado fino. Aportando a nuestra investigación la utilidad de textos fundamentales de lo que es el material polipropileno.

Continuando con la segunda variable, utilizamos como segundo antecedente la investigación titulada “Estudio numérico-experimental de fibras de pet y su comportamiento en una matriz de concreto”, realizado por: M.C. Francisco Javier Baldenebro López, como requisito para optar el título de doctor en materiales, en el Centro de Investigación de materiales avanzados, S.C, en Chihuahua-Chile, presentada en fecha en febrero del 2015 teniendo como objetivo general Evaluar el desempeño mecánico que presentan las fibras de PET embebidas en una matriz de concreto mediante pruebas experimentales y el modelado por elemento finito. Además, teniendo como resultado de la investigación La caracterización que se realizó a las botellas de PET para comprobar su factible utilización como material reforzante se desarrolló en las instalaciones del CIMAV, utilizando la siguiente metodología:

- Recolección de botellas de PET post-consumo
- • Lavado y tratamiento del material

Aportando a nuestra investigación en darnos a conocer las formas de la fibra con la que se pueda trabajar con el hormigón

Continuando con la variable nombrada en el párrafo anterior, utilizamos como tercer antecedente la investigación que tiene como título “Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concretos de $f'c=210$ kg/cm² en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, región Huancavelica”.”, realizado por: Villanueva Campos Edison Odón - Varanga Huatarongo Huber, como requisito para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Huancavelica , en Lircay-Perú.

presentada en la fecha Mayo 2015 teniendo como objetivo general Desarrollar un concreto con mayor resistencia a la compresión - tensión y menor tendencia a la fragmentación en un estado endurecido, que ofrece una mejor respuesta a los esfuerzos en diferentes tipos de construcciones como aceras, puertos, etc.

Determinar la influencia al incorporar las fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en la resistencia a la compresión y tensión en concretos de $F'c=210$ kg/cm², que ofrezca una mejor respuesta en diferentes tipos de construcción en el Distrito de Lircay, Provincia de Angaraes. Teniendo como resultado en la investigación que se ha demostrado con un nivel de significancia del 5% y la prueba t

de Student que el empleo de la fibra de polipropileno ha influido favorablemente y significativamente en la resistencia del concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Aportando a nuestra investigación con aspectos teóricos de fibras de plásticos para el pavimento rígido en los porcentajes especificadores de fibras.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Para la primera variable, hormigón rígido el constructo teórico se basará en lo descrito por el autor Ing. Wilber Cutimbo Choque en el año de 2016 en la ciudad de Lima, este libro habla sobre el Concreto Armado.

El concreto se usó por primera vez en Roma alrededor del siglo III a. C. Consistía en agregados conectados por un aglutinante que consistía en una mezcla de cal y cenizas volcánicas. Este material podría sumergirse en agua, conservando sus propiedades a diferencia de los morteros de cal utilizados en la antigua isla de Creta hace siglos.

La obra más grande construida por los romanos fue el Panteón con su bóveda de 43,20 m de altura. de diámetro El uso de este material en la industria de la construcción cayó en el olvido con la caída del imperio y su uso solo se extendió nuevamente a mediados del siglo XVIII. Los primeros registros del uso del concreto datan de 1760, cuando John Smeaton descubrió en Inglaterra, durante la proyección del faro de Eddy Stone, que una mezcla de piedra caliza calcinada y arcilla resultó en un aglomerante hidráulico a prueba de agua. En 1801, F. Coig net publicó su tratado sobre los principios de construcción y reconoció la debilidad del material de tensión. En 1824, Joseph Aspdin hizo cemento al mezclar arcilla y piedra caliza de varias canteras y calentarlo en un horno.

El concreto obtenido con este aglutinante era similar a las piedras de la isla de Portland en el sur de Inglaterra, por lo que hablaron de cemento Portland, un material que desde entonces se ha producido con mayor fuerza. Ocasionalmente, la mezcla se sobrecalienta y cura y se descarta como inutilizable. En 1845, I.C. Johnson descubrió que el mejor cemento provenía de rociar esta sustancia "inútil" llamada clinker. Este es el cemento conocido hoy. El hormigón armado se utilizó desde la tercera década del siglo XIX. Entre 1832 y 1835, Sir Marc Isambard Brunel y Francois Martin Le Brun erigieron, en Inglaterra y Francia, respectivamente, estructuras de este material

tales como arcos y edificaciones. En 1848, Joseph Louis Lambot construyó un bote de concreto reforzado el cual presentó en la Exposición de Paris en 1854 y en 1855 lo patentó. En 1855, W. B. Wilkinson registró en Inglaterra un piso de concreto reforzado con cuerdas de acero desechadas en las minas.

Un año después, Francois Coignet patentó un sistema de refuerzo de piso que consiste en barras de acero incrustadas en concreto. Joseph Monier, un francés dedicado a la jardinería, hizo 1867 macetas de hormigón con refuerzo de malla de alambre. En los años siguientes patentó el uso de esta técnica para la construcción de tanques, puentes, tuberías, vigas, columnas y escaleras. Considerándolo como el creador del concreto reforzado. En 1879, G. A. Wayss, de la firma Wayss and Freitag de Alemania, compró la patente de Monier y en 1887, publicó un libro acerca de sus métodos constructivos.

Por su parte, Rudolph Schuster, de Austria, adquirió también los derechos de patente. De esta manera, el nombre de Monier se extendió como productor de hormigón armado en toda Europa. (CHOQUE, OCTUBRE, 2016)

En los Estados Unidos, el abogado e ingeniero Thaddeus Hyatt realizó experimentos en 1850 con vigas de hormigón armado. Los resultados se publicaron hasta 1877. Examinó la resistencia al fuego del hormigón y concluyó que los coeficientes de expansión térmica eran correctos. Tanto el hormigón como el acero eran muy similares. Los estudios de Hyatt establecieron los principios por los cuales se desarrolla el análisis y diseño de elementos de hormigón armado.

En Francia, el desarrollo del uso de hormigón armado se debió principalmente a Francois Hennebique, quien realizó un estudio de ingeniería y proyectó cientos de estructuras del nuevo material. En 1900, el Ministerio de Obras Públicas de Francia nombró un comité para elaborar especificaciones técnicas para el hormigón armado. Estos se publicaron en 1906. A partir de entonces, se hicieron progresos significativos, de modo que ya en 1910 se había establecido el Comité Alemán de Concreto Reforzado, el Comité Austriaco de Concreto, el Instituto Americano de Concreto y el Instituto Británico de Concreto.

En Perú, los primeros barriles de cemento llegaron en 1850. El hormigón se desarrolló para la construcción de cimientos y para mejorar las superficies de las estructuras. Posteriormente, se usó en combinación con el acero para la construcción de edificios, puentes, acueductos, etc. Ahora, el hormigón armado ha sido reconocido

como uno de los materiales más útiles e importantes en la construcción de edificios porque el hormigón puede moldearse de la manera deseada. y el hierro se puede plegar y sus aplicaciones estructurales son casi ilimitadas. Debido a esto, ha reemplazado los materiales tradicionales en la mayoría de las construcciones. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.1. Conceptos Generales

2.2.1.1. El Cemento.

El cemento Portland es un material que posee un tono gris finamente pulverizado, conformado fundamentalmente por silicatos de calcio y aluminio. Las materias primas a partir de las cuales se fabrica el cemento y que proporcionan el material básico que lo compone son:

- La arcilla y la caliza al ser sometidos al ser sometidos a un proceso de calcinación provocan reacciones químicas que dan origen a los cuatro componentes fundamentales. Estos constituyen el 90% del cemento y el 10% restante está constituido de yeso, cal libre, magnesia, álcalis y otros.
- La Cal (Cao), arcillas y esquisto que proveen el SiO₂ y el Al₂O₃ son molidos, mezclados y fundidos en hornos hasta obtener el llamado Clinker (producto principal del cemento), este producto obtenido es enfriado y molido una vez más, hasta lograr la finura requerida.

Existen diferentes tipos de cemento, los mismos que están especificados en la norma ASTM C-150-94. Estos son:

1. TIPO I, Es de uso general y sin propiedades especiales.
2. TIPO II, Es de moderado calor de hidratación y alguna resistencia al ataque de los sulfatos.
3. TIPO III, Es de resistencia temprana y elevado calor de hidratación.
4. TIPO IV, Es de bajo calor de hidratación.
5. TIPO V, Es de alta resistencia al ataque de los sulfatos.

En la norma ASTM C-595-94A se especifican las características de los cementos adicionados, los mismos que contienen, además de los compuestos antes mencionados, escoria y puzolanas que modifican el comportamiento del conjunto. Entre estos tenemos:

1. TIPO IS, cemento al que se le añade entre el 25 y 70% en peso de escoria de alto horno.
2. TIPO ISM, cemento al que se le añade menos del 25% en peso de escoria de alto horno.
3. TIPO IP, cemento al que se le añade entre el 15 y 40% en peso de puzolana.
4. TIPO IPM, cemento al que se le añade menos del 15% en peso de puzolana.

2.2.1.2. Los Agregados.

En el caso de concretos estructurales comunes, los agregados ocupan aproximadamente entre un 70 y 75 por ciento del volumen de la masa endurecida; el restante está conformado por la pasta de cemento endurecida, agua no combinada (agua no utilizada en la hidratación del cemento) y vacíos de aire. Los agregados generalmente se clasifican en finos y gruesos, tanto el agregado fino como el agregado grueso constituyen los elementos inertes del concreto, ya que no intervienen en las reacciones químicas que se generan entre cemento y agua.

2.2.1.3. Agregado Grueso.

El agregado grueso es el que se retiene en el tamiz número 4, el mismo que está constituido por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas. La piedra partida se puede usar en trituradoras o gravas sacudidas de los lechos de ríos o depósitos naturales.

Para el hormigón armado, el tamaño máximo del agregado grueso está controlado por la facilidad con la que debe entrar en las formas y en los espacios entre las barras de refuerzo. Con este objetivo, el agregado no debe ser mayor que $1/5$ de la distancia entre las paredes del encofrado, $3/4$ de la distancia libre entre los refuerzos y $1/3$ del grosor de las losas.

De la misma manera para la arena, no deben contener más del 5% de arcilla y finos, ni más del 1.5% de materia orgánica, carbón, etc., de acuerdo con ASTM C-33-93, también establece una serie de condiciones para su gradación

Tabla 1
Requisitos granulométricos del agregado grueso

REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS ASTM C-30 PARA AGREGADO GRUESO														
TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS (apertura cuadrada)	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA STANDARD												
		4"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	N° 4	N° 8	N° 16		
		100 (mm)	75 (mm)	63 (mm)	50 (mm)	37.5 (mm)	25 (mm)	19 (mm)	12.5 (mm)	9.5 (mm)	4.75 (mm)	2.36 (mm)	1.18 (mm)	
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90-100	.....	25-60	.....	0-15	.....	0-5	.....	.....	.....	.....
2	2 1/2" a 1 1/2"	.....	.....	100	90-100	35-70	0-15	.....	0-5	.....	.....	.....	.....
3	2" a 1"	.....	.....	.....	100	90-100	35-70	0-15	.....	0-5	.....	.....	.....
357	2" a N° 4	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	.....	0-5	.....
4	1 1/2" a 3/4"	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0-5	.....	0-5	.....	.....
467	1 1/2" a N° 4	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	35-70	.....	10-30	0-5	.....
5	1" a 1/2"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0-10	0-5	.....	.....
56	1" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-85	10-40	0-15	0-5	.....
57	1" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	100	95-100	.....	25-60	.....	0-10	0-5
6	3/4" a 3/8"	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	20-55	0-15	0-5	.....
67	3/4" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	.....	20-55	0-10	0-5
7	3/4" a N° 4	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	100	90-100	40-70	0-15	0-5
8	3/8" a N° 4	85-100	0-30	0-10	0-5

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

2.2.1.4. Agregado fino (Arena)

“El agregado fino debe ser duradero, firme, limpio, duro y libre de material impuro como polvo, limo, pizarra, álcalis y materia orgánica. No puede contener más del 5% de arcilla o limo o más del 1,5% de materia orgánica”. (CHOQUE, OCTUBRE, 2016)

La textura y la forma de partícula presentan efectos muy elocuentes al momento de fabricar la mezcla, ya sea por fingir de cierta forma a la resistencia que se procura obtener, o también por la afectación de la mezcla al incluir humedad o absorber agua, por lo tanto, se adquieren hormigones trabajables o muy secos.

El ACI recomienda en hormigones de alta resistencia, que el módulo de finura del agregado fino este entre el rango de 2.50 hasta 3.20, pues si el agregado es menor 2.50, la mezcla puede ser pegajosa, y no poseer la trabajabilidad esperada y necesitar cantidad de agua adicional.

Tabla 2
Requisitos granulométricos del agregado fino.

Tamiz estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
3/8"	100
# 4	95 a 100
# 8	80 a 100
# 16	50 a 85
# 30	25 a 60
# 50	10 a 30
# 100	2 a 10

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

2.2.1.5. Agregado Artificial.

Se denomina agregado artificial a la mezcla de escorias y esquisto expandido, que se utiliza con frecuencia para la elaboración de concretos ligeros. Estos son derivados de otros procesos de construcción.

2.2.1.6. Agregado Pesado.

Se denomina agregado pesado a la mezcla de punzones de acero, baritinas, magnéticas y limonitas, el mismo que es empleado para la elaboración de concretos especiales, tales como protección contra los rayos gamma, etc.

2.2.1.7. Agua de Mezcla.

El agua que se emplea en la mezcla debe ser limpia, libre de aceite, álcalis, sales y materias orgánicas. En general el agua potable es conveniente para la elaboración del concreto, su objetivo principal es hidratar el cemento, pero también se la utiliza para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. En algunos casos podrá emplearse agua no potable en la elaboración del concreto (si es demostrada su conveniencia). Es importante verificar que el agua no contenga agentes que puedan reaccionar negativamente con el refuerzo.

2.2.1.8. Granulometría.

Se denomina granulometría a la división del tamaño de las partículas de un agregado, el cual es implantado mediante un análisis de tamices. El tamaño de las partículas de los agregados es establecido mediante tamices de malla de alambre con aberturas cuadradas.

Para los agregados finos, los tamices adecuados son los siguientes: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, de los cuales las aberturas varían desde 3/8 pulgadas a 150um según la norma ASTM C 33.

Tabla 3
Limites granulométricos según norma ASTM C33

Tamiz	Porcentaje que pasa (en Masa)
9,5 mm-(3/4 pulg.)	100
4,75 mm-(No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 um-(No. 30)	25 a 60
300um-(No. 50)	5 a 30
150 um-(No.100)	2 a 10

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

2.2.1.9. Aditivos.

Se denomina aditivos a las sustancias que añadidas a la mezcla ayudan a mejorar las propiedades del hormigón. Se clasifican en aditivos minerales y aditivos químicos.

2.2.1.10. Aditivos Minerales.

Los aditivos minerales son materiales silíceos triturados muy finos, su función es reaccionar con sustancias producto de la hidratación del cemento para ayudar a optimizar su resistencia y durabilidad ante la presencia de ataques químicos, los mismos que ayudan a la manipulación del hormigón, a reducir agrietamientos, reducen la corrosión y sirven para fabricar hormigones de alta resistencia.

2.2.1.11. Aditivos Químicos.

Se denomina aditivos químicos a las sustancias químicas naturales o manufacturadas que son añadidas al hormigón para optimizar sus características. Los aditivos químicos principales utilizados son los siguientes:

- **Aditivos Plastificantes:** Son también conocidos como fluidificantes o reductores de agua y son aprovechados para obtener hormigones más trabajables y plásticos.
- **Aditivos Controladores de fraguado:** Estos pueden ser acelerantes o retardantes. Los aditivos acelerantes aumentan la velocidad del fraguado, facilitan el curado y el incremento de resistencia de mayor velocidad de fraguado, esto ayuda a que los encofrados no sean utilizados por mucho

tiempo, lo cual resulta muy favorable al reducir los costos en procesos constructivos.

Propiedades Físicas Y Mecánicas Del Hormigón Fresco.

2.2.1.12. Consistencia.

Se denomina consistencia a la facilidad que posee el hormigón fresco para descomponerse, cuando todas las partículas del cemento se han hidratado totalmente y logra cierta plasticidad.

La consistencia depende de varios factores, como son: cantidad de agua de amasado, tamaño máximo, granulometría, y forma de los áridos.

2.2.1.13. Homogeneidad.

El hormigón es catalogado como homogéneo cuando los materiales utilizados están correctamente repartidos en toda la mezcla. La homogeneidad siempre va a depender del amasado, del transporte, y la colocación. Esta puede ser afectada por segregación o decantación.

2.2.1.14. Cohesión

Se entiende por cohesión a la capacidad que tiene el hormigón fresco dentro de la mezcla, tanto en estado de movimiento como en reposo en moldes y encofrados para mantenerse sin pérdida de homogeneidad.

2.2.1.15. Segregación

La segregación se puede producir cuando los componentes del hormigón se separan después de ser amasado. Esto se presenta cuando los hormigones no tienen cohesión, es decir, la mezcla no es homogénea. La cantidad de agua es muy importante en esta propiedad debido a que, en el hormigón seco, el agregado grueso se retrae del agregado fino y si la cantidad de agua es excesiva, el mortero se separa de la mezcla teniendo

segregado el agregado grueso, esto también se puede presentar en hormigones dóciles, ásperos, cuando tienen exceso de alguno de sus componentes, o cuando no ha sido manejado correctamente.

2.2.1.16. Exudación.

La exudación se estimula en el hormigón fresco en el tiempo de fraguado por el ascenso del agua de amasado. El hormigón está formado por varios materiales con densidad desigual y en estado fresco los materiales que tienen mayor peso específico desarrollan descenso (decantación) por este motivo el agua que es el material más liviano sube y se recolecta en la superficie del hormigón formando una capa muy delgada, al acumularse el agua de amasado se evapora muy precipitadamente y va formando canales capilares.

Propiedades Físicas y Mecánicas del hormigón endurecido.

2.2.1.17. Densidad.

La densidad del hormigón se establece como la masa por unidad de volumen, esta propiedad en estado fresco como endurecido se modifica acorde a la naturaleza y granulometría de los agregados y al método de compactación, cuando el hormigón presenta un buen proceso de compactación será mayor su densidad. En estado fresco nos permite saber las cargas que se acontecerán en la colocación y compactación sobre los encofrados, y en estado endurecido nos permite conocer las cargas que se van a concebir sobre la estructura.

2.2.1.18. Permeabilidad.

La permeabilidad es la propiedad que nos presenta el hormigón al ser atravesado por un líquido, ya sea por la porosidad que tiene la pasta hidratada, los áridos, o inadecuada compactación e inclusive la exudación. El hormigón es un material que por su estructura es permeable, el agua puede penetrar en el hormigón de dos formas: por presión y por capilaridad. La determinación del coeficiente de permeabilidad se la hace mediante ensayos de laboratorio, regularmente el hormigón tiene un coeficiente de permeabilidad que oscila entre 10^{-6} , y 10^{-10} cm/s.

2.2.1.19. Compacidad.

Esta propiedad siempre va a depender de los mismos factores que la densidad, especialmente del método de compactación que se utilice. Estos procesos consisten en introducir la mayor cantidad de hormigón en un volumen determinado, tratando de que permanezca el menor número de burbujas de aire. Con una buena compacidad se puede lograr mejores resistencias mecánicas, físicas, y químicas, ya que al conseguir menos burbujas de aire los efectos de agentes exteriores agresivos serán inapreciables.

2.2.1.20. Resistencia a la compresión.

El hormigón se utiliza principalmente en prensado, por lo que la investigación de la relación tensión-deformación es de fundamental importancia. Esta propiedad se obtiene mediante pruebas de laboratorio con muestras estándar cilíndricas con un diámetro de 15 cm y un diámetro de 12 cm y 30 cm de altura. La muestra debe permanecer en el molde durante 24 horas después del vaciado y luego curarse con agua hasta el momento de la prueba. El agregado fino debe ser duradero, firme, limpio, duro y libre de material impuro como polvo, limo, pizarra, álcalis y materia orgánica suya. No puede contener más del 5% de arcilla o limo o más del 1,5% de materia orgánica.

El procedimiento estándar requiere que la probeta tenga 28 días de vida para ser ensayada en la prensa hidráulica, sin embargo, este periodo puede alterarse si es necesario. Durante la prueba, el cilindro se carga a una velocidad constante de 2,45 kg / cm y la carga axial se distribuye uniformemente en la sección transversal del cilindro desde cero hasta el tamaño que causa la falla. La resistencia a la compresión (f'_c) se puntualiza como el promedio de la resistencia, como mínimo, dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días.

En ocasiones, un periodo de 28 días para determinar la resistencia del concreto puede resultar muy largo, por lo que se suele efectuar ensayos a los 7 días.

Relación entre la resistencia obtenida a los 7 días y la resistencia a los 28 días.

$$f'_{c7} \approx 0.67 f'_{c28}$$

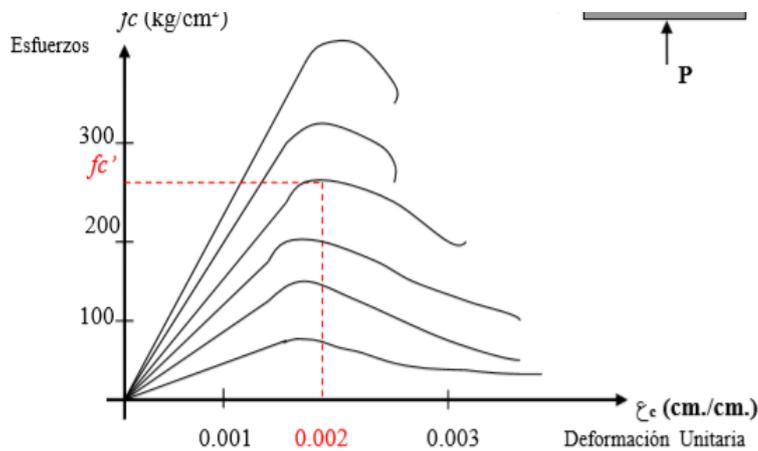


Figura 1: Curva Esfuerzo Vs. Deformación Del Concreto, Para Diferentes Calidades

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

Donde:

$\sigma = P/A = f_c$: Esfuerzo del concreto.

$\xi_c = \Delta / h$: Deformación unitaria del concreto

De estas curvas esfuerzo-deformación para concreto normales de diversas resistencias a la compresión se puede decir que, las gráficas tienen una rama ascendente casi lineal cuya pendiente varía según la resistencia y se extiende hasta aproximadamente $1/3$ a $1/2$ de $f'c'$; entonces tienen la forma de una parábola invertida cuyo vértice corresponde al esfuerzo de compresión máximo.

La deformación correspondiente a este punto es mayor para el hormigón más resistente. Para aquellos con menos resistencia, sin embargo, es casi constante e igual a 0.002. Las ramas descendentes del grafeno tienen una longitud y una pendiente que varían según el tipo de hormigón para concreto de baja resistencia tiende a ser más corto y más largo que para concreto de mayor resistencia. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

El hormigón desarrolla su fuerza máxima a partir de un alargamiento de 2/1000 y la tensión de rotura se da en un alargamiento de 3/1000 a 7/1000, esto depende de la calidad del hormigón, que es inherentemente poroso; Cuanto mayor es la porosidad, menor es la resistencia, pero son más dúctiles. Cuanto menor es la porosidad, mayor es la resistencia, pero es más frágil y menos permeable. Los resultados de estas pruebas de presión de concreto están influenciados por varios factores. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

Efecto de la velocidad de aplicación de la carga.

La curva de esfuerzo-deformación del concreto depende de la velocidad de aplicación de la carga (ver figura). A medida que aumenta a una velocidad mayor, la resistencia máxima es mayor que cuando la carga aumenta a una velocidad menor (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

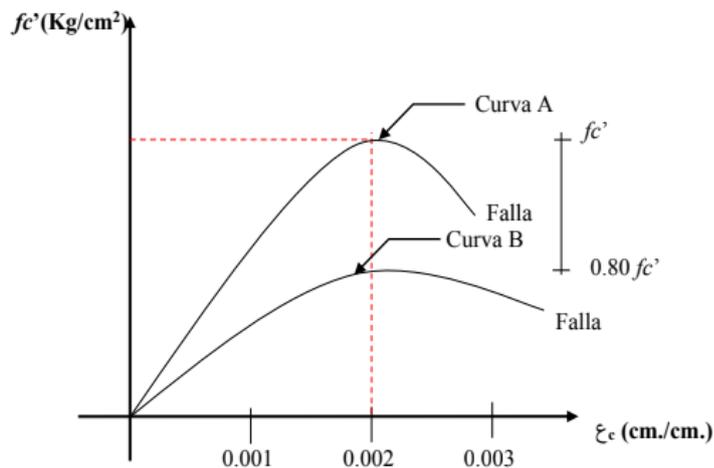


Figura 2: Curva Esfuerzo-Deformación Del Concreto

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

Estas pruebas bajo cargas a corto plazo (curva A, 0.001 cm / cm por minuto) deben llevarse a cabo en un tiempo relativamente corto para que la muestra se rompa en 3 a 4 minutos. Las pruebas de estrés a largo plazo. (curva B, 0.001 cm./cm. por 100 días) es más similar a la realidad porque en el trabajo de elementos estructurales se agregan cargas gradualmente y durante mucho tiempo. En este tipo de ensayos para el mismo concreto, la curva se modifica en dos aspectos importantes:

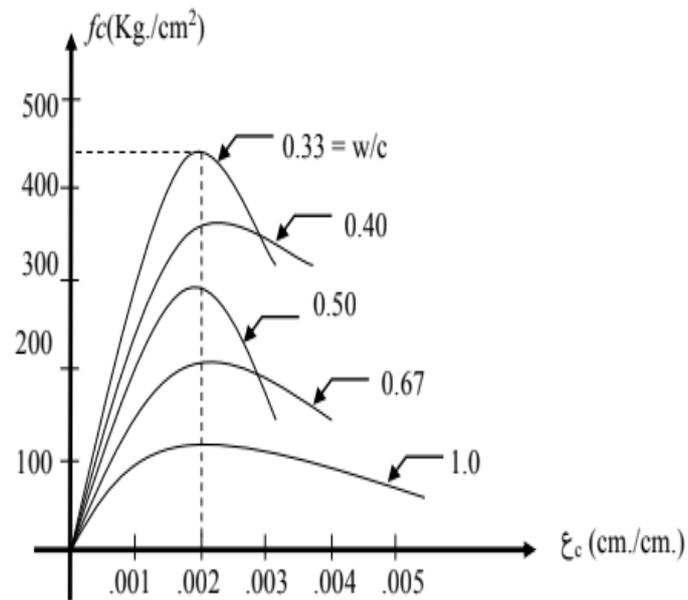
1. El máximo de la carga se alcanza a esfuerzos mucho menores (hasta 80% f_c') como en las cargas actuales (pruebas a corto plazo), pero siempre en la deformación unitaria de 0.002.

2. La rama descendente de la curva es bastante suave, lo que resulta en falla o colapso en deformaciones mucho más grandes (que en pruebas a corto plazo).

En la práctica la resistencia especificada en los diseños se basa en la resistencia a corto plazo, se utiliza el esfuerzo obtenido en ensayos de corta duración y la diferencia en las pruebas a largo plazo se compensa con la propiedad del concreto para endurecerse aún más con el tiempo. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.1.21. Relación Agua-Cemento.

Este es el factor que más afecta la resistencia del hormigón y expresa la relación entre el peso del agua y el peso del cemento utilizado en la mezcla. A medida que disminuye w / c , disminuye la porosidad y el hormigón denso de buena calidad y resultados de alta resistencia. Esta relación no debe ser inferior a 0.25, ya que esta es la cantidad mínima de agua requerida para la hidratación completa del cemento. Cuanto mayor sea la relación W / C , menor será la resistencia del hormigón.



*Figura 3: Curva Relación Agua-Cemento.
Fuente: Cutimbo, W (2016)*

2.2.1.22. Tamaño Y Esbeltez De La Probeta

Se ha tomado como medida de esbeltez (e), la longitud en la duración de la carga y el diámetro y arbitrariamente se ha considerado como 100% la resistencia de un espécimen con relación de esbeltez igual a 2. Luego observamos que, con una delgadez de más de 2, la resistencia disminuye a aproximadamente el 85%, con proporciones de adelgazamiento de 6 o más.

Para especímenes cuya relación de esbeltez sea menor que 2, la resistencia aumenta infinitamente y en teoría sería infinita para un espécimen de altura nula. (CHOQUE, OCTUBRE, 2016)

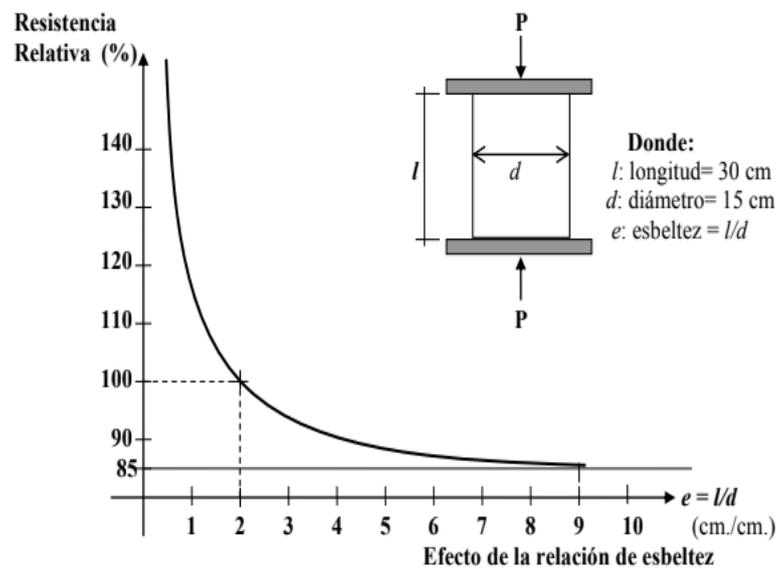


Figura 4: Curva Relación Resistencia-Esbeltez

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

2.2.1.23. Tipo De Agregado.

La probeta ensayada puede romperse a través de la piedra o en la interface agregado-pasta. Si el agregado es resistente, el primer caso no se presenta. En cambio, la falla en la interface piedra-mortero depende del grado de unión de ambos elementos. Este es función de la textura de su superficie, gradación, tamaño máximo, etc.

En concretos de alta resistencia, la resistencia del agregado juega un papel muy importante en la resistencia del concreto. Además de estos factores, la calidad del concreto está influenciada por el tipo de cemento, la duración del curado, etc. (CHOQUE, OCTUBRE, 2016)

2.2.1.24. Calidades Del Concreto.

La calidad estructural del concreto está especificada por su resistencia a la compresión. El esfuerzo máximo se representa por f_c' , tanto la prueba como la preparación se especifican en las normas ASTM.

El ACI (American Concrete Institute) con el objetivo de estandarizar la calidad del concreto sugiere modificaciones de 35 en 35 kg/cm², así tenemos:

$f_c' = 140, 175, 210, 245, 280, 315, 385, 420 \text{ kg/cm}^2$, no prohibir construir estructuras con resistencias intermedias.

Módulo De Elasticidad Del Concreto

El módulo de elasticidad de un material es un parámetro que ayuda a medir la variación de la tensión en relación con la deformación en el rango elástico. Es una función del ángulo de la línea de esfuerzo-deformación y es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material.

El hormigón puede tener un comportamiento elastoplástico y, por lo tanto, los esfuerzos no son directamente proporcionales a las deformaciones; Esto significa que la curva de tensión-deformación es curvilínea en una etapa muy temprana de su historia. Por esta razón, es necesario definir términos como módulo secante y módulo tangente en un intento de acordar un valor para el módulo de elasticidad del hormigón.

El módulo tangente se define como la pendiente de la línea tangente a la curva de esfuerzo-deformación en un punto del mismo. En particular, el módulo tangente correspondiente al esfuerzo cero se denomina módulo tangente inicial.

La determinación de este parámetro es difícil porque la tangente en el origen no está bien definida. El módulo secante, a su vez, es la pendiente de una línea secante a la curva que conecta el punto de voltaje cero entre sí de la curva. El módulo secante es más fácil de determinar que el módulo tangente, por lo que se usa con mayor frecuencia.

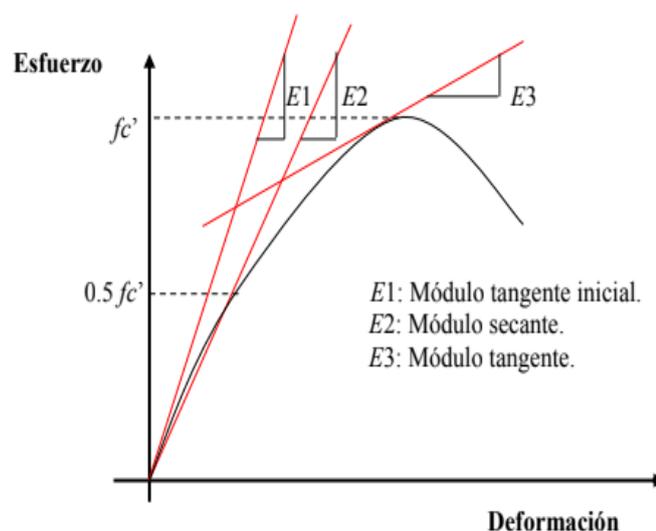


Figura 5: Curva Relación Esfuerzo-Deformación

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

Para la definición del módulo de elasticidad del hormigón, el ACI utiliza el concepto del módulo secante. Se tiene en cuenta que esto depende exclusivamente de la calidad del hormigón y del peso volumétrico. Se utiliza la siguiente expresión:

$$E_c = 4270 w^{1.5} f_c' \text{ kg/cm.}$$

Donde:

E_c , es el módulo de elasticidad en kg/cm^2

W , es el peso volumétrico del concreto en ton/m^3

f_c' , resistencia del concreto en kg/cm^2 .

Para concretos con peso volumétrico normal ($w = 2.3$ a 2.4 ton/m^3) se utiliza la ecuación simplificada:

$$E_c = 15000 f_c' \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

2.2.1.25. *Módulo de Poisson.*

Al igual que otros materiales, cuando el concreto se comprime en una dirección se expande en la dirección transversal a aquella de la aplicación del esfuerzo. La relación entre la deformación de la unidad transversal y la longitud se conoce como módulo de Poisson y depende de la resistencia, la composición y otros factores. El valor de este parámetro (μ) para el concreto se encuentra entre 0.15 y 0.20. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.1.26. *Módulo de Corte.*

Debido a la durabilidad de los materiales, se sabe que: $G_c = E_c/2(1 + \mu)$.

Considerando un valor del módulo de Poisson de $1/6$, se obtiene.

$$G_c = 0.43 E_c$$

Por comodidad se suele despreciar μ y se toma $G_c = 0.5 E_c$

2.2.1.27. Resistencia A La Tensión Del Concreto O Módulo De Rotura.

Aunque el concreto es empleado de mejor forma, se debe utilizar su buena resistencia a la compresión, su resistencia a la tensión también es muy importante en diversas situaciones. Para la determinación de este parámetro no se suele usar ensayos directos debido a las dificultades que pueden presentarse, especialmente por los efectos secundarios de los cargadores. Para estimar esto, se han desarrollado dos métodos indirectos:

2.2.1.28. Prueba Brasileira O Split-Test.

Esta prueba consiste en cargar lateralmente el cilindro estándar, a lo largo de uno de sus diámetros hasta que se rompa. La expresión utilizada es la siguiente:

$$f_{tc} = \frac{2P}{\pi Dh}$$

Donde:

f_{tc} , Resistencia a tracción del concreto

P , Carga de rotura

h , Longitud del cilindro

D , Diámetro del cilindro

El valor de f_{tc} oscila entre $1.55f_c'$ y $2.2f_c'$ para concretos normales. Generalmente se toma: $f_{tc} = 1.6 f_c'$.

2.2.1.29. Prueba A Flexión Simple.

Para este ensayo se utiliza una viga con sección transversal cuadrada de 6" x 6" (15 cm x 15 cm) y una longitud igual a 70 cm, con apoyos en los 60 cm centrales, lo cual se carga en los tercios de la luz entre apoyos. La falla se produce entre los puntos de aplicación de las cargas. El esfuerzo teórico de tracción en la fibra interior correspondiente a la rotura se calcula mediante la expresión. La expresión utilizada es la siguiente:

$$fr \frac{MC}{I}$$

Donde:

fr , Modulo de rotura

M , Momento flexionante debido a la carga máxima aplicada

C , Medio peralte

I , Momento de inercia de la Sección transversal de la viga.

Los resultados de ambas pruebas se han relacionado y se ha determinado que el módulo de rotura, fr , es igual a 1.25 y 1.50 veces la resistencia de tracción del concreto f_{tc} , respectivamente.

➤ Relación aproximada de ACI para módulo de rotura:

$$fr = K fc' \text{ (kg /cm}^2\text{)}$$

➤ Para elementos sin armadura que se someten a flexión.

$$K = 1.3 \rightarrow fr = 1.3 fc' \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

➤ Para calcular la desviación instantánea de elementos con refuerzo doblado bajo carga de servicio.

$$K = 2.0 \rightarrow fr = 2.0 fc' \text{ (kgcm}^2\text{)}$$

2.2.1.30. Variación En El Volumen Del Concreto

El volumen de concreto varía principalmente por tres razones:

- ✓ Contracción de fragua
- ✓ Deformación plástica o Creep
- ✓ Cambios de temperatura.

2.2.1.31. Variación De Volumen Por Contracción De Fragua

La contracción de fragua se genera por la pérdida de humedad durante el endurecimiento y secado del concreto. Si este se puede deformar libremente, disminuye su volumen, pero si contienen armadura o está fijo en alguno de sus extremos se raja. El concreto vaciado bajo el agua está constantemente en un ambiente húmedo, por lo que este fenómeno no ocurre. Algunos de los factores que afectan la contracción del concreto son:

1. **Relación Agua/Cemento:** A mayor relación agua/cemento, mayor cantidad de agua disponible para ser evaporada, por lo tanto, mayor posibilidad de contracción.

2. **Relación Volumen/Superficie del elemento del concreto:** El agua se evapora en la superficie y mientras sea más grande, las deformaciones por contracción se incrementarán.

3. **Humedad del ambiente:** El agua se evapora por la diferencia de humedad entre dos medios, entonces si el medio ambiente es muy húmedo, la evaporación será menor.

4. **Porcentaje de refuerzo:** El refuerzo limita la contracción del concreto, una cantidad de refuerzo elevada origina una pequeña contracción con aparición de numerosas grietas.

5. **Cantidad de cemento en la mezcla:** Las mezclas más puras se contraen más que las pobres.

6. **Agregados:** Estos restringen la contracción de la pasta de cemento. Los módulos más gruesos y más altos son los que lo limitan más. Si el agregado es pequeño, la contracción aumenta.

7. **Tipo de cemento utilizado:** Los cementos de fragua rápida y los de bajo calor de hidratación forman concretos con mayor propensión a la contracción. Para disminuir la contracción de fragua en el concreto es conveniente:

- Curar bien el concreto.
- Proveer refuerzo adicional, llamado de contracción, para limitar el ancho de las grietas.
- Reducir el contenido de agua de la mezcla.
- Usar agregados no porosos.
- Usar juntas de contracción y construcción en la estructura.

La contracción es un proceso que puede ser revertido sumergiendo el concreto en agua, pero no es totalmente reversible.

2.2.1.32. Deformación Plástica O Creep

En la Figura 6, se muestra una gráfica de la relación deformación vs. tiempo de una muestra sometida temporalmente a la acción de una carga. Inmediatamente después de su aplicación, se produce deformación elástica, que persiste mientras la carga actúa, y deformación plástica o fluencia, que aumenta con el tiempo.

Cuando se retira la carga, la muestra presenta instantáneamente recuperación de deformación elástica. Esta, sin embargo, no iguala la deformación elástica inicial. Así mismo se produce una deformación plástica, que después de un cierto período de tiempo se estabiliza.

Manteniendo una deformación constante en la muestra. La deformación plástica se debe a una disminución en el espesor de la capa acuosa que rodea las partículas de compuestos de hidratación del cemento. Estas se acercan y con el tiempo se unen. Si se elimina la carga, se restaura parte de la deformación, pero la unión de cualquiera de las partículas provoca una deformación permanente.

La deformación plástica es de una a tres veces mayor que la deformación instantánea elástica. (CHOQUE, OCTUBRE, 2016)

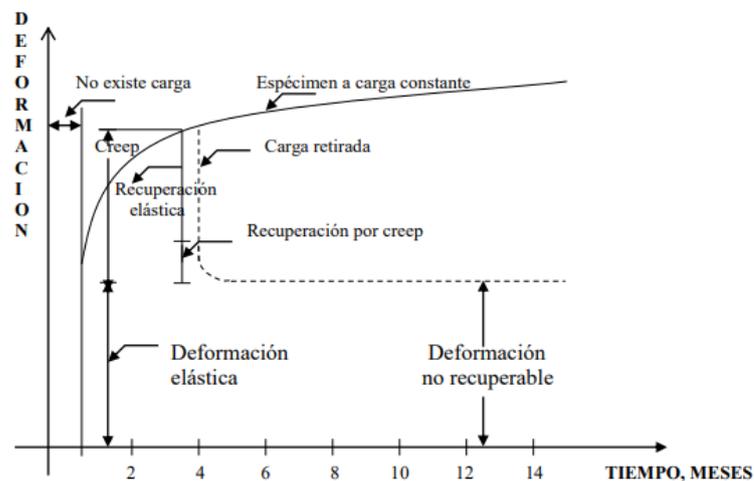


Figura 6: Relación Deformación-Tiempo

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

El fenómeno de fluencia aumenta las desviaciones con el tiempo y provoca una redistribución de fuerzas en la estructura. Algunos factores que influyen en este proceso:

1. Nivel de esfuerzo a que está sometido el concreto, ya que la deformación es proporcional al esfuerzo.
2. Duración de la carga, mientras la carga permanezca más tiempo, el efecto de arrastre es mayor. Por esto, las cargas a largo plazo causan mayor deformación que las vivas.
3. Resistencia y edad a cuando la carga se aplica cuando el hormigón se carga a una edad avanzada, la deformación es menor.
4. Velocidad de carga, mientras más rápido se aplique, más se deforma el concreto.
5. Cantidad y distribución del refuerzo, pues éste restringe las deformaciones.
6. Relación agua/cemento, a mayor cantidad de agua, mayor efecto del creep.
7. Tipo y gradación del agregado, mientras más denso sea el concreto, el creep será menos crítico. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.1.33. Variación De Volumen Por Temperatura

El concreto se expande con el aumento de temperatura y se contrae con su disminución. El coeficiente de dilatación térmica varía dependiendo de la calidad del concreto y de su edad. El valor oscila entre $9.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. y $12 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. para temperaturas entre -15°C y $+50^{\circ}\text{C}$. El reglamento alemán recomienda tomar $10.5 /^{\circ}\text{C}$ como promedio; otros autores sugieren tomar $11 \times 10^{-6} /^{\circ}\text{C}$.

Cargas.

Las cargas que actúan sobre las estructuras pueden ser divididas en tres grandes categorías:

- a) Cargas muertas
- b) Cargas vivas
- c) Cargas ambientales.

2.2.1.34. Cargas Muertas.

Las cargas muertas son aquellas que se mantienen constantes en magnitud y fijas en posición durante la vida de la estructura. Generalmente la mayor parte de la carga muerta es el peso propio de la estructura, este puede calcularse con buena aproximación a partir de la configuración de diseño, de las dimensiones de la estructura y de la densidad del material.

Dentro de estos sistemas hay sistemas de pisos, pisos prefabricados, techos, particiones sólidas y todos los elementos que mantienen una posición fija en la estructura para que se muevan constantemente sobre la estructura. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.1.35. Cargas Vivas.

Son cargas gravitacionales de carácter movable. Estas pueden estar total o parcialmente en un sitio o no estar presentes, y pueden cambiar de ubicación. Su tamaño y distribución son inciertos en cualquier momento, y sus intensidades máximas a lo largo de la vida útil de la estructura no se conocen bien.

Las cargas vivas mínimas para los cuales deben diseñarse los entrepisos y cubiertas de un edificio se especifican usualmente en el código de construcción que se aplica en el lugar de construcción. Dentro de estas tenemos: Peso de los ocupantes, muebles, tabiques móviles, agua y dispositivos extraíbles y todos aquellos elementos que tienen el carácter de un dispositivo no estacionario. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

2.2.1.36. Cargas Ambientales.

Consiste generalmente en cargas sísmicas (fuerzas inerciales causadas por movimientos sísmicos), viento, vibraciones causadas por maquinaria, cargas de nieve, presiones de suelo en las porciones subterráneas de estructuras, cargas de posibles empozamientos de aguas de lluvia sobre superficies planas y fuerzas causadas por cambios de temperatura. Los impactos ambientales, así como las cargas de tráfico, son inciertos tanto en su tamaño como en su distribución. (CHOQUE, OCTUBRE,2016)

Tipos De Falla De Los Elementos Sometidos A Flexión.

Los elementos flexionados generalmente fallan por compresión del concreto, pero el concreto puede fallar antes o después de que el acero fluya. La naturaleza de la falla se determina por la cuantía de refuerzos y es de tres tipos:

- **Falla Por Tensión:**

Se conoce como falla dúctil y ocurre cuando la barra extractora alcanza su condición de arrastre por primera vez antes de que el concreto comience a aplastarse en el extremo comprimido. Es decir, si se produce un error $\epsilon_s > \epsilon_y$. Antes del colapso se observan grandes desviaciones y grietas, que alertan al usuario del peligro inminente. Estas secciones son llamadas también sub. - reforzadas o bajo armadas.

- **Falla Por Compresión:**

Se lo conoce también como falla FRÁGIL, sucede si en primer lugar se inicia el aplastamiento del concreto antes del comienzo del deslizamiento de la barra de tiro, esa es la falla $\epsilon_s < \epsilon_y$. estas secciones son llamadas sobre reforzados.

La resistencia de una sección sobre – reforzada es mayor que la de otra sub. - reforzada con dimensiones similares. El primero, sin embargo, no tiene comportamiento dúctil y el tipo de colapso no es apropiado. El diseño evita este tipo de falla.

- **Falla balanceada:**

Este error ocurre cuando el concreto alcanza la unidad final de deformación de 0.003 simultáneamente al inicio de la fluencia del acero, es decir, cuando en la falla. $\epsilon_s = \epsilon_y$.

A continuación, se muestra la distribución de deformación para cada tipo de falla.

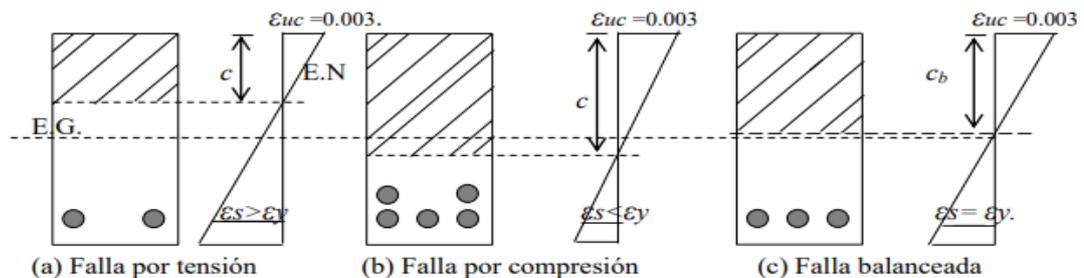


Figura 7: Producción Anual de Polímeros

Fuente: Cutimbo, W. (2016)

Para la segunda variable, que es una fibra proveniente del sorbete el constructo teórico se basará en lo descrito por el autor José Miguel García Pérez en el año de 2014-2015 en la ciudad de burgos, este libro habla sobre la edad de los polímeros. Un mundo Plástico.

Los polímeros son moléculas de alto peso molecular que consisten en unidades repetitivas llamadas monómeros. El término polímero proviene del griego (poli "muchos" y simplemente "partes") y es sinónimo de macromolécula.

Los polímeros pueden ser naturales si provienen de seres vivos; sintéticos, cuando se preparan íntegramente por reacciones químicas de polimerización de monómeros; y modificados, cuando provienen de la modificación química de polímeros naturales. El término plástico está estrechamente relacionado con el del polímero, y el término también tiene su origen en griego (plásticos "moldeables"). Por lo tanto, en el contexto actual, un plástico es típicamente un polímero orgánico que también contiene otros

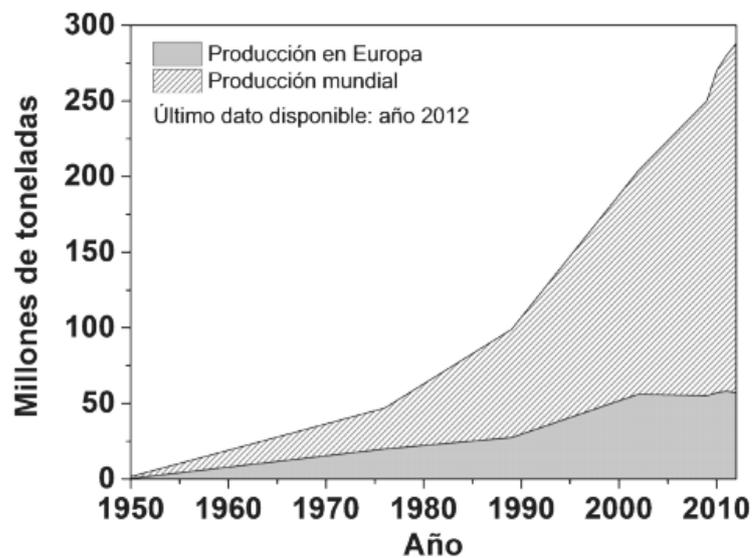


Figura 8: Plastics Europe, Association of Plastics Manufacturers.

Fuente: (Pérez, 2015)

componentes de bajo peso molecular como, por ejemplo, cargas, refuerzos, pigmentos y colorantes, estabilizantes, antioxidantes, retardantes, plastificantes, lubricantes, compatibilizantes, nucleantes, etc. (Perez, 2015)

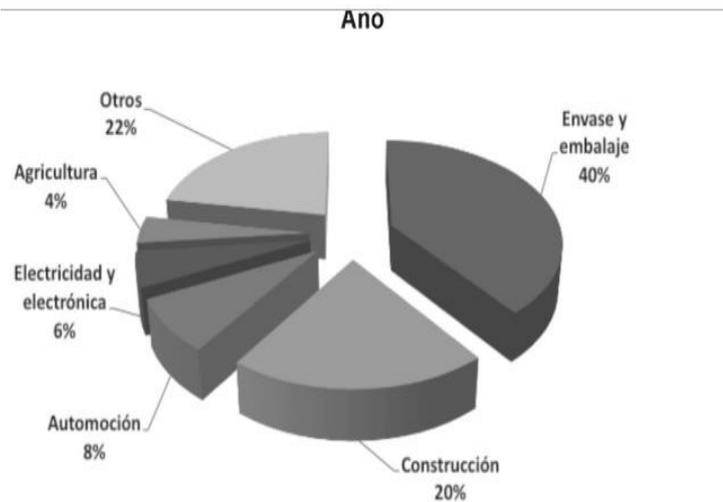


Figura 9: Demanda por sectores de plásticos en Europa

Fuente: (Perez,2015)

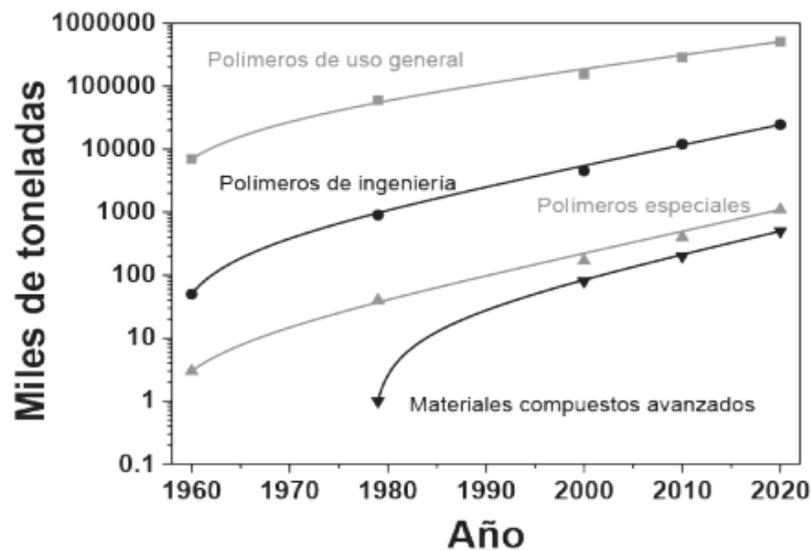


Figura 10: Consumo Mundial De Polímeros. Último Dato Disponible: 2010

Fuente: (Pérez, 2015)

En la actualidad, tanto la estructura como la arquitectura molecular de los polímeros se diseñan con exactitud para cubrir las necesidades tecnológicas de la sociedad, entre las que encontramos, de forma genérica, el envase y el embalaje; la construcción; el transporte y las telecomunicaciones; la medicina; la electrónica; y la agricultura. La producción mundial de plásticos se ha ido incrementando hasta nuestros días, alcanzando prácticamente los 300 millones de toneladas en el año 2012. Europa es una

de las regiones de mayor producción de plásticos en el mundo, 20,4 %, sector netamente exportador y fuente importante de empleo, se exporta el 23,2 % de la producción y se generan 1,45 millones de puestos directos de trabajo. La primera región es Asia, 44,6 %, en la que destaca China, con el 23,9 %, esta producción se distribuye entre polímero de uso general.

caracterizados por su uso masivo y por su bajo precio; polímeros de ingeniería, que son materiales con propiedades mecánicas y/o térmicas especiales, de precio moderado, polímeros especiales, de uso limitado para aplicaciones especiales y precios entre elevados y prohibitivos; y materiales compuestos avanzados como componentes estructurales para industrias relacionadas con alta tecnología, asimismo de alto costo.

La industria española de los plásticos sintéticos representa el 7 % de las ventas de productos industriales, 13.742 millones de euros, y da trabajo directo a más de 60.000 personas.

2.2.1.37. El Despertar De Una Ciencia

“Deseche la idea de moléculas grandes, no existen moléculas orgánicas con un peso molecular superior a 5.000 Dalton. Purifique sus productos, como el caucho, entonces cristalizarán probando que son de bajo peso molecular”¹ (Perez, 2015).

Desde sus orígenes, el hombre ha manipulado para su propio beneficio las sustancias poliméricas naturales. Por ejemplo, ha trabajado la madera, hilado el algodón, la lana y algunas otras fibras vegetales, curtido el cuero, y fabricando materiales compuestos de construcción, como el adobe. Estos avances fueron significativos para el desarrollo de la civilización moderna, aunque no afectaron en realidad a la estructura original o composición de los polímeros.

Además, cabe mencionar que la vida, tal como la conocemos hoy en día, tiene una base polimérica, ya que tanto el ADN, el ARN como las proteínas, son macromoléculas naturales. El término polímero, y más concretamente polimérico, se acuñó en 1832 por Berzelius, cuatro años después del experimento de Wöhler que marcó el principio del fin de la teoría de la fuerza vital, que asumía que las sustancias orgánicas, que se encontraban en los seres vivos, poseían dicha fuerza y no se podían sintetizar. It is noteworthy how Berzelius called our present notion of the synthetic

macromolecule so proper when the structural theory of chemistry was not mentioned and the terms valence and bonding were unknown. For example, during this time Dalton proposed the formula of water as HO, ignoring the Gay-Lussac demonstration, which combined gases in simple volume ratios and their effects, which contained equal amounts of gases.

The same number of molecules. In any case, the concept of the Berzelius polymer was wrong and related to the larger molecular mass of a series of discrete molecules of the same empirical formula. (Perez, 2015).

La química en sí carecía de un marco teórico a principios del siglo XIX que comenzó con el desarrollo de la teoría estructural por Kekulé y Couper en 1858, que entre otros aspectos establecía el concepto de valencia. A finales de ese siglo y principios del XX se produjo un gran progreso en la síntesis orgánica.

Muchos de los avances en este campo se remontan a esa época y han sido la base del desarrollo industrial de la química y el gran impacto en el desarrollo cultural y social de la humanidad. Se descubrieron los métodos preparativos más importantes.

Como la síntesis de Friedel-Crafts (1877), Sandmeyer (1884), hidrogenación catalítica con níquel y otros metales (Sabatier, 1897), reacciones de Grignard (1901), condensaciones de Claisen (1860), Pekín (1869) y Aldolics (1872) y una larga historia que hizo de la química orgánica un área de oportunidad y futuro. (Perez, 2015)

La teoría estructural condujo al progreso espectacular de la química, que todavía carecía de la base matemática para la articulación completa de la disciplina como ciencia que comenzó con la estructura electrónica propuesta de átomos propuesta por Bohr en 1910, y el concepto de la conexión entre Kossel y Lewis en 1916, después del modelo atómico de Rutherford en 1911.

Aunque en ese momento se conocía una gran cantidad de reacciones y, por lo tanto, poseía una capacidad notable para sintetizar nuevas moléculas solo con la comprensión de la naturaleza del enlace químico comenzó a comprender por qué ciertas Reacciones tuvo lugar, así como sus mecanismos. (Perez, 2015)

Paralelamente al desarrollo de la química como ciencia y en completa analogía con su desarrollo, la importancia industrial de la ciencia y tecnología de polímeros comenzó mucho antes de que se establecieran los fundamentos de los fundamentos científicos. Aunque la celulosa fue aislada y modificada químicamente en el siglo XIX como sustituto de la seda y el marfil, la vulcanización del caucho natural de Goodyear

en 1839 fue el gran avance en la producción industrial de polímeros naturales modificados en el contexto de polímeros totalmente sintéticos en 1908 de Baekeland con el desarrollo de resinas fenólicas conocidas como baquelita. (Perez, 2015)

A pesar del éxito comercial mencionado, la estructura de los polímeros o macromoléculas era completamente desconocida a principios de la década de 1920., puesto que estaba en vigor la teoría coloidal, que planteaba que los polímeros eran asociaciones simples de moléculas de masa molecular relativamente pequeña. Así.

en 1920 Staudinger, profesor de química orgánica del ETH de Zurich, publica un artículo titulado “Uber Polymerisation”, que describe varias reacciones de formación de polímeros que denomina polimerización, en el que las moléculas discretas reaccionan entre sí para formar unidades estructurales que se repiten mediante la formación de enlaces covalentes convencionales. (Perez, 2015)

Este concepto sobre los polímeros, radicalmente nuevo, al que Staudinger se refiere como “macromoléculas” en 1922, cubría tanto los polímeros sintéticos como los naturales o modificados. La comunidad científica criticó ferozmente a Staudinger por su propuesta, levantándose una gran controversia, y todo ello a pesar de que el desarrollo de técnicas experimentales basadas en propiedades cualitativas.

como el descenso crioscópico, dieran como resultado que los pesos moleculares del almidón en 1889 y 1900 fueron 32,000 y 38,000, respectivamente, e incluso después de que Caspari descubriera que el peso molecular del caucho era 100,000, un número que aún estaba lejos de la realidad, en el entorno del medio millón. Tanto para el pensamiento actual, que considera a la química una ciencia experimental, como por el enorme desarrollo basado en el empirismo de la química hasta ese momento, resulta llamativo que los científicos que apoyaban la teoría coloidal pusieran en tela de juicio la objetividad de los resultados experimentales. (Perez, 2015)

Para muchos resultó difícil comprender cómo un químico de reconocido prestigio, que había descubierto, por ejemplo, las setenas y la síntesis de aminas a partir de asidas, reacción que lleva su nombre, Reacción de Staudinger, se embarcara en una empresa tan arriesgada en la cúspide de su carrera, y al límite de la cuarentena. (Perez, 2015)

Fue un acto de auténtico coraje, sobre todo porque algunas de las evidencias experimentales en los tres o cuatro años siguientes a su propuesta apoyaban la teoría nuclear, en especial los datos mal interpretados de cristalografía de rayos X. Unos

treinta años después recibiría como reconocimiento el Premio Nobel, siendo el primero relacionado con la ciencia y tecnología de polímeros. Los años que pasaron entre el desarrollo de la teoría y la concesión del premio también reflejan la controversia en torno al concepto de macromolécula, que se aceptó definitivamente a finales de la década de 1920 cuando Meyer y Mark observaron la estructura cristalina de la celulosa mediante la técnica de difracción de rayos X, desechando la idea dominante de que una molécula no podía ser mayor que la propia celdilla unidad.

En 1930 tuvo lugar en Fráncfort la reunión de la Sociedad Alemana de Coloides, en la que se eligió a Meyer como presidente, y que se considera la reunión científica en la que triunfó definitivamente la escuela macromolecular sobre la micelar. (Perez, 2015)

2.2.1.38. *La Edad de los Polímeros*

Parcelar la historia es siempre una tarea compleja y controvertida en cuanto a sus límites, definición y contenidos. Así, aunque el avance en las disciplinas científicas clásicas y en la ingeniería ha abierto nuevos campos de aplicación en materiales como la cerámica y los metales, el uso intensivo de los polímeros en todos los ámbitos, así como la expansión de los mismos siendo protagonistas o acompañando cada desarrollo tecnológico, lleva de forma natural a la conclusión de que ahora vivimos en la Edad de los Polímeros. (Perez, 2015)

Desde la Segunda Guerra Mundial, plásticos, fibras, y elastómeros han inundado nuestro mundo en el sentido más amplio para satisfacer nuestras demandas en aplicaciones rutinarias (envases, embalajes, calzado y prendas de vestir, pinturas y recubrimientos, utensilios de cocina antiadherentes, juguetes, adhesivos, pañales, etc.); del ámbito ingenieril (espumas avanzadas, engranajes y piezas de bienes de equipo, piezas para el sector del transporte terrestre y naval, etc.); y de alta tecnología o extraordinarias (fibras de poliamidas aromáticas para chalecos antibalas ligeros, trajes ignífugos y anticorte, elastómeros de polifosfaceno fluorado para aplicaciones flexibles en ambientes árticos, materiales compuestos de fibra de carbono reforzado con resinas epoxi para el fuselaje de aeronaves, prótesis artificiales, suturas reabsorbibles, etc.). Además de estas aplicaciones en las que los propios polímeros son la base principal de los materiales elaborados, existen multitud de usos en los que

tienen un papel secundario, pero muy importante, como en jabones, champús y cosméticos (agentes a condicionantes, modificadores de viscosidad, humectantes, surfactantes, formadores de película), en el asfalto (incrementando) (Perez, 2015)

El inicio de la Edad de los Polímeros, o Edad de los Plásticos, se podría establecer en función de diversas efemérides relacionadas con la ciencia, la industria, o la tecnología de polímeros, o una mezcla de todas ellas. En este sentido, desde el punto de vista científico se podría pensar con cierta lógica en la fecha en la que Staudinger propuso la estructura básica de las macromoléculas, en 1922.

También se podría tener en cuenta el ámbito industrial, en el que en 1950 se sobrepasó la producción mundial de un millón de toneladas, y en 1976 los plásticos ya eran los materiales más empleados.⁴ Sin embargo, de cara a esta lección, se propone la fecha de 1910, inicio de la década en la que se comenzó a producir industrialmente y comercializar la Baquelita, que Baekeland inventó dos años antes.

En ese año, cuando la producción diaria alcanzó los 180 litros, que en su mayoría se destinaban a la preparación de material aislante, Baekeland creó la compañía Bakelite Corporation. Esta empresa ocupaba 20 años después una superficie de 52 ha en BoundBrook, Nueva Jersey, EEUU.

El material se moldeaba con facilidad dando lugar a un polímero termoestable, que por tanto no reblandecía con la temperatura y era muy resistente a los productos químicos, además de un excelente aislante eléctrico, por lo que se comenzó a utilizar en todos los ámbitos de la vida diaria, desde planchas, teléfonos o lavadoras hasta diversas líneas de joyería, impulsando su uso la incipiente industria eléctrica y automovilística. Hoy en día su utilización es minoritaria y apenas unas pocas empresas se dedican a la producción de bienes elaborados totalmente o con piezas que contengan esta resina. (Perez, 2015)

2.2.1.39. Clasificación de los polímeros

Existen algunas maneras, de clasificar a los polímeros. Entre ellas se pueden mencionar las que hacen referencia a su origen, al mecanismo de polimerización, a su composición química, al número de unidades estructurales diferentes que conforman las cadenas, a sus aplicaciones, a su comportamiento al elevar su temperatura, etc. Generalmente, se usan todas ellas de forma rutinaria, habitualmente combinada, en

función de su utilidad científica o técnica en un momento. En relación a su origen, se ha comentado anteriormente que estos pueden ser naturales, naturales modificados (semis sintéticos), y sintéticos.

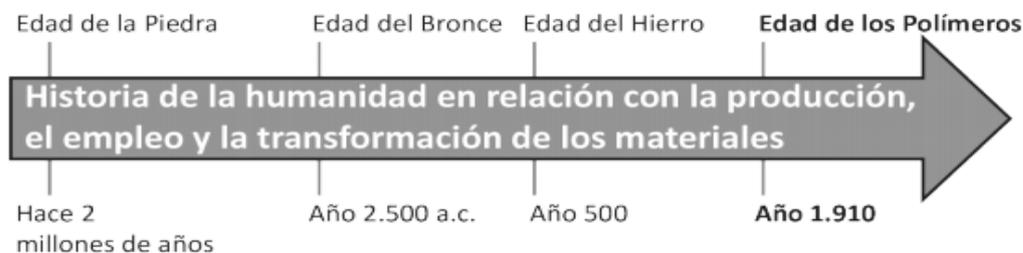


Figura 11: Edades de la Humanidad

Fuente: (Perez, 2015)

Tomando en cuenta las reacciones generales de las que procedían, Carothers estableció la división en:

a) **Polímeros De Condensación**, Se preparaban mediante la polimerización de monómeros con grupos funcionales para formar otros con la pérdida (condensación) de moléculas de menor tamaño, como agua o HCl.

b) **Polímeros De Adición**, Eran obtenidos mediante la adición de enlaces múltiples. Los primeros se caracterizaban porque la constitución química de la unidad estructural era distinta a la de los monómeros, ya que generaban grupos funcionales que procedían de otros, como se observa en el ejemplo del poli (tereftalato de etilenglicol) (PET).

En el segundo caso, la polimerización daba lugar a un polímero con la unidad estructural con igual fórmula empírica que el monómero, con una variación del tipo y conservación del número de enlaces. Esta clasificación marcó la evolución y el desarrollo de la ciencia y tecnología de polímeros, y no ha sido desplazada por la propuesta a posteriori de Flory, mucho más correcta desde el punto de vista mecanístico, que divide a los polímeros entre los preparados por reacciones que tienen lugar mediante reacciones por etapas y a través de reacciones en cadena. Así, el uso habitual identifica a esta clasificación con los polímeros de condensación y los de adición, respectivamente.

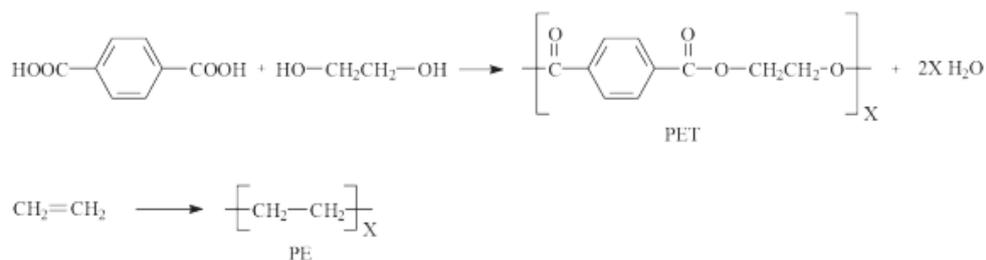


Figura 12: Síntesis de poli (tereftalato de etilenglicol) (PET) y de polietileno (PE) a partir de sus respectivos monómeros

Fuente: Pérez, (2015)

2.2.1.40. *Arquitectura Molecular*

Las propiedades de los polímeros dependen no sólo de la constitución química de las macromoléculas, sino también de una serie de parámetros descritos, como son la masa molecular, su distribución, la morfología de la pieza transformada, las cargas y aditivos añadidos, etc.

Por otra parte, una misma constitución química puede utilizarse para distintas arquitecturas moleculares dando lugar a la formación de polímeros con propiedades completamente diferentes. Los polímeros que se pueden ser fundidos se denominan termoplásticos, son lineales o ramificados, y poseen una masa molecular finita. En el caso de los ramificados, las ramificaciones son generalmente al azar, pueden ser de cadena corta o larga (mayor de 10 carbonos o átomos laterales), y tienen una gran influencia en el orden que se pueda alcanzar (semis cristalinidad), y, por lo tanto, en la densidad y en las propiedades mecánicas.

Por otra parte, los polímeros entrecruzados, o reticulados, forman una red tridimensional de masa molecular infinita, puede decirse que toda la masa o pieza está conformada por una única molécula, y no se pueden transformar por calefacción, por esto son denominados termoestables si son rígidos y elastómeros si son elásticos, es decir, si pueden sufrir grandes elongaciones reversibles.

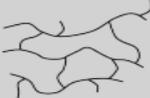
La densidad de entrecruzamiento afecta considerablemente a las propiedades, por lo que una misma estructura química puede dar lugar tanto a elastómeros como a materiales duros y rígidos. También, se han diseñado recientemente polímeros con unidades estructurales conformadas por secuencias tanto rígidas como flexibles relativamente grandes, que conducen a los denominados elastómeros termoplásticos.

Éstos son materiales reticulados físicamente por las interacciones intercatenarias de las secuencias rígidas, que aportan rigidez al sistema, al igual que las flexibles son responsables de un cierto comportamiento elastomérico. Como las interacciones son físicas, se pueden transformar térmicamente, por lo que son materiales avanzados con características propias tanto de termoestables como de termoplásticos.

El descubrimiento de la polimerización viva de enlaces múltiples, y especialmente los nuevos métodos de polimerización radical controlada (CRP) en los años 90 del siglo pasado, como la ATRP, RAFT y SFRP8 abrió la puerta a arquitecturas avanzadas, entre las que se encuentran no sólo los clásicos copolímeros lineales de dos o tres bloques, sino también con arquitectura de estrella, peine, cepillo, escalera, hiper-ramificado, dendrítica, o incluso redes tridimensionales bien definidas. (Perez, 2015)

Por otra parte, en relación con los polímeros ingenieriles obtenidos por polimerización por pasos, el desarrollo de la polimerización de condensación en cadena (polimerización de condensación viva) también permite la obtención de polímeros de condensación y polímeros conjugados con estructuras bien definidas. Esta técnica imita a la naturaleza que utiliza este tipo de procesos para la síntesis de biopolímeros perfectamente mono dispersos, como por ejemplo los polipéptidos, el AND y el ARN

Tabla 4
Estructura de los polímeros

Arquitectura	Clasificación	Propiedades generales	Ejemplos*
 Lineal	Termoplástico	Fluido viscoso por encima de la T_g (si amorfo) o T_m (si semicristalino); si amorfo: soluble, blando y flexible o duro y frágil en función de la T_g ; si semicristalino: solubilidad limitada, más duro y tenaz y mayor resistencia térmica.	Amorfos: PMMA, PVC, PC. Semicristalinos: PP, HDPE.
 Ramificada	Termoplástico	Amorfo o semicristalino con bajo grado de cristalinidad; soluble.	LDPE.
 Entrecruzada, reticulada, o red	Termoestable	Alto grado de reticulación: duro y rígido; no fluye con la temperatura, no se reblandece (se degrada); no se disuelve ni se hincha.	PF, UF, EP.
	Elastómero	Bajo grado de reticulación: blando y flexible, elástico; no fluye con la temperatura (se reblandece antes de la degradación); no soluble, se hincha.	NR, SBR, silicona, PU.

Fuente: (Pérez, 2015)

2.2.1.41. Aplicaciones De Los Polímeros

“Las ciencias aplicadas no existen, sólo las aplicaciones de la ciencia”

Louis Pasteur, en una conferencia en 1872.

2.2.1.42. Utilidad de Los Polímeros

La transformación de los polímeros da lugar a plásticos resistentes, fibras, elastómeros, recubrimientos y adhesivos para un sin número de aplicaciones, mientras que otras especies químicas no tienen aplicación directa en el ámbito de los materiales.

No obstante, tanto los enlaces primarios covalentes, o incluso iónicos, como los secundarios (fuerzas intermoleculares) son conceptualmente los mismos, independiente del tipo de sustancia y del tamaño de la molécula.

No obstante, el número de enlaces secundarios entre cada pareja de moléculas depende genéricamente del número de grupos que puedan establecer estas interacciones, y específicamente del número de unidades repetitivas, o grado de polimerización en macromoléculas. Así mismo, el polietileno de peso molecular superior a 20.000 se puede transformar, por ejemplo, en películas resistentes o retráctiles, tuberías, recubrimientos de cables, botellas, etc., mientras que, por otra parte, si la masa molecular disminuye hasta 437, como en el n-hexatriacontano, en lo que llamaríamos un oligómero de etileno (oligoetileno) de grado de polimerización 18, lo único que se pueden obtener son cristales débiles, friables, aunque químicamente idénticos al polietileno.

Las interacciones que otorgan las propiedades a los materiales como tales, son las débiles y en el caso concreto del polietileno las fuerzas de Van der Waals, que van inequívocamente relacionadas con un tamaño de cadena mínimo para que estas sean significativas. En definitiva, la conjugación del tamaño con las fuerzas intercadena hacen que el polietileno tenga un comportamiento como un material con propiedades convencionales, clasificado como polímero de uso general. Si la energía de estas fuerzas es de un orden de magnitud superior, como en el caso de los enlaces de hidrógeno altamente direccionales presentes en las poliamidas alifáticas, entonces el material posee unas propiedades mecánicas especiales que permiten clasificarlo como polímero de ingeniería.

Por otra parte, si se incrementa la energía de enlace de los enlaces primarios, por ejemplo, aumentando el orden de enlace e incluyendo estructuras aromáticas, manteniendo a su vez los enlaces secundarios de mayor energía, como los enlaces de hidrógeno, se obtienen polímeros clasificados como especiales, de bajo consumo y elevado valor añadido, como las poliamidas aromáticas (aramidas, aramids), los poli benzimidazoles (PBI), polibenzoxazoles (PBO), etc., con los que se preparan fibras de alto módulo con las que se fabrican tejidos de protección personal resistentes al corte, al calor y al fuego, y materiales compuestos ligeros con función estructural para aplicaciones avanzadas. (Perez, 2015)

2.2.1.42.1. Características Mecánicas Y Transformación

Como es de conocimiento, no existe una clasificación precisa para los materiales poliméricos, sino un conjunto de ellas. Sin embargo, pensando en su aplicación como materiales, desde una vertiente tecnológica y básicamente en función de las propiedades que exhiben en los ensayos mecánicos de esfuerzo-deformación, los polímeros se pueden dividir simplícidamente en plásticos, fibras y elastómeros.

Así, los plásticos rígidos y las fibras se caracterizan por poseer módulos altos y baja elongación. Específicamente, las fibras han de poseer una gran resistencia a la deformación y elevadísimo módulo, que implica que los polímeros deben tener una estructura química que pueda dar lugar a fuertes enlaces secundarios, y que a la vez sea regular para que presente tendencia a cristalizar, y además que esta cristalinidad se potencie con la orientación de las cadenas en el hilado y en el estirado en frío y caliente posterior.

En cuanto a los plásticos rígidos, también poseen alto módulo y baja elongación, y se incluye en esta categoría generalmente a materiales amorfos con cadenas muy rígidas, donde esta rigidez proviene tanto de un elevado entrecruzamiento como de un gran volumen lateral que trae consigo que la Tg sea muy alta.

Por otra parte, los elastómeros son cauchos ligeramente reticulados, son sólidos elásticos que presentan deformaciones grandes y reversibles ante esfuerzos moderados, lo que implica necesariamente que los polímeros sean amorfos, o prácticamente amorfos, con Tg bajas, inferiores a las de empleo, y enlaces secundarios débiles que permitan la movilidad de las cadenas. En cuanto a los plásticos flexibles,

presentan un comportamiento en los ensayos de tracción intermedios entre los rígidos y los elastómeros, aunque la elongación a rotura puede ser grande, en algunos casos similar a éstos últimos, se diferencian en que la deformación reversible es muy inferior (< 20 %).

Tabla 5
Clasificación De Algunos Plásticos Según Las Propiedades Que Exhiben En Ensayos Esfuerzo-Deformación.

Elastómeros (< 7 MPa, 100 - 1000 %)	Plásticos (0,3 - 3 GPa, < 400 %)	Fibras (3 - 14 GPa, < 20 %)
Poliisopreno (NR) Poliisobutileno (IRR) Polibutadieno Policloropreno	<i>Termoplásticos:</i> Poliétileno (PE) Politetrafluoroetileno (PTFE) Poli(metacrilato de metilo) (PMMA) Policarbonato (PC) <i>Termoestables:</i> Fenol-formaldehído (PF) Urea-formaldehído (UF) Melamina-formaldehído (MF) Poliéster insaturado (UP) Epoxi (EP)	
	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>← Poli(cloruro de vinilo) (PVC) →</p> <p>← Poliestireno (PS) →</p> <p>← Poliuretanos (PU) →</p> <p>← Polisiloxanos →</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>← Poliamidas →</p> <p>← Poliéster (PET) →</p> <p>← Polipropileno (PP) →</p> <p>← Derivados de celulosa →</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Poliacrilonitrilo (PAN)</p> </div> </div>	

Fuente: (Pérez, 2015)

En la Tabla 5 se muestran algunos de los polímeros de uso común clasificados de acuerdo con las propiedades mecánicas mencionadas. En relación a esta clasificación, debemos tener en cuenta que usualmente un polímero que se emplea para la fabricación de fibras puede utilizarse también como plástico si se transforma de manera convencional, por ejemplo, por extrusión o inyección, y no se hila en filamento. De forma análoga, se puede preparar un material elastomérico a partir de la reticulación de un plástico amorfo para su uso por encima de su T_g.

Los polímeros termoplásticos fluyen por combinación de esfuerzo y temperatura, por lo que se puede forzar a la adopción de la forma deseada, volviendo al estado sólido al enfriar. Tanto las condiciones de temperatura y los esfuerzos en el transformado como las de vuelta al estado sólido son fundamentales para que el material desarrolle una morfología adecuada a las propiedades requeridas.

Los métodos de procesado habituales son:

- a) **Extrusión**, Es utilizada para la obtención en continuo de perfiles, tubos, varillas, recubrimientos de cables, etc.
- b) **Inyección**, Se lo utiliza para la obtención en discontinuo de piezas que se inyectan en moldes.
- c) **Soplado y termo conformado**, Empleado generalmente para la preparación de piezas y cuerpos huecos.
- d) **Calandrado**, Utilizado para la obtención en continuo de láminas, o para el recubrimiento con un polímero de cualquier otro tipo de material también en forma de lámina o tela.
- e) **Combinación de Estas**, como por ejemplo extrusión-soplado e inyección-soplado.

El procesado de los materiales termoestables es más complejo, ya que conlleva tanto transformaciones físicas como químicas. Es decir, la forma final del material se obtiene mediante el moldeo de un conjunto de monómeros o pre polímeros que reaccionan químicamente, dando lugar a un material altamente entrecruzado, a su vez que adquieren la forma deseada.

El moldeo puede ser de diversos tipos:

- a) **Moldeo Por Contacto**, En este proceso se impregna un refuerzo con una resina termoendurecible en molde abierto, que puede ser asimismo manual o por proyección.
- b) **Moldeo Con Saco O Bolsa**, En este proceso el material toma la forma del molde por acción del saco, y puede ser por presión o bajo vacío.
- c) **Moldeo En Prensa**, Se utiliza como material láminas finas (SMC), láminas gruesas (TMC), masa (BMC), y mediante inyección con reacción química (RIM).

En cuanto a los elastómeros, se transforman por:

- a) Moldeo por compresión, transferencia, e inyección
- b) Extrusión con post-vulcanización
- c) Calandrado compost-vulcanización.

2.2.1.42.2. *Aplicaciones Generales*

Los polímeros son utilizados como materias primas para la elaboración de plásticos, fibras y elastómeros, además de clasificar de forma general a todas las macromoléculas comprenden comúnmente a la mayoría de las aplicaciones, entre las que se incluyen otras menos intuitivas como recubrimientos y adhesivos y, en menor cantidad dieléctricos, espesantes, resinas reactivas, resinas de intercambio iónico, etc.

En cuestión de terminología hay que tener en cuenta que es común industrialmente denominar resinas, en analogía a las naturales, a los polímeros que sirven como materia prima para plásticos, pero no a los que se utilizan para la preparación de fibras o elastómeros.

En general, las aplicaciones de los plásticos ocupan todos los ámbitos de desarrollo de la vida del hombre, desde la salud, la higiene, la alimentación al transporte, el vestido y la vivienda. Las aplicaciones de los polímeros que se perciben como más habituales y comunes, son las más relevantes desde el punto de vista: tecnológico, tanto por su novedad como por sus implicaciones en el desarrollo humano a medio y largo plazo, que además se caracterizan por una escasa difusión pública. Algunos ejemplos que se pueden citar en relación con los ámbitos donde se utilizan los polímeros de uso común son:

- En construcción y la obra pública en tuberías, pinturas e impermeabilizantes, revestimientos para el suelo, espumas aislantes, etc.
- En el campo industrial en todo tipo de piezas para bienes de consumo, cajas, engranajes, correas, cuerpos, aislantes eléctricos y térmicos, componentes eléctricos y electrónicos, etc.
- En industrias de consumo en envoltorios, juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras para la elaboración de telas y todo tipo de artículos textiles, muebles, bolsas, etc.
- En industria agroalimentaria en envase y embalaje, tanto en tratamientos industriales intermedios como en los productos que adquiere el usuario final.
- En agricultura, principalmente en cultivos intensivos, en tuberías para transporte de agua, riego y drenaje, acolchado de suelos, invernaderos de diversos tipos, láminas y películas para ensilaje y construcción de embalses, etc.

- Para aplicaciones en el campo de la higiene y la salud en lentes, lentes y monturas de gafas, todo tipo de bolsas especiales, catéteres, jeringas, ampollas, bolsas de sangre y suero, sistemas de adsorción como pañales, geles y champús, etc.

Materiales De Altas Prestaciones Para Aplicaciones Avanzada

En relación al volumen de producción y extensión de uso, precio, así como sus características técnicas, desde un punto de vista industrial, los polímeros generalmente se dividen en dos grandes bloques: polímeros de uso general y polímeros de ingeniería. En el segundo grupo se incluyen la mayoría de los polímeros cuyas aplicaciones se discutirán en esta sección.

Además, aparte de esta clasificación se encuentran un conjunto de polímeros denominados de altas prestaciones, que se caracteriza por poseer características técnicas extraordinarias. Éstas se refieren habitualmente a las propiedades mecánicas y a la resistencia térmica, pero no se excluyen otras específicas relacionadas con las propiedades ópticas, acústicas, eléctricas, etc.

En general, son polímeros que se producen en volúmenes pequeños, por compañías innovadoras, con una marcada impronta investigadora, para aplicaciones de alto valor añadido que requieren un conocimiento técnico y de mercado profundo, y que se producen en la mayoría de los casos en situaciones de oligopolio y falta de competencia, y con grandes márgenes comerciales asociados a todas estas peculiaridades.

En esta sección se comentarán algunas aplicaciones relacionadas tanto con los polímeros de ingeniería como con los especiales.

2.2.1.43. Fibras De Altas Prestaciones

Las fibras sintéticas con elevada resistencia mecánica y térmica se denominan de altas prestaciones, y hacen referencia a los polímeros que se hilan para la producción de: a) fibra corta, tanto para la fabricación de hilo como para su empleo como refuerzo en materiales compuestos; y b) de monofilamento para la fabricación de tejido-no tejido para materiales compuestos, y para otras aplicaciones relacionadas así mismo con los materiales compuestos y de refuerzo, con productos de protección balística y anti corte, y con la producción de cuerdas y anclajes especiales.

La clasificación de las fibras ha variado con el desarrollo y la evolución tecnológica de los polímeros sintéticos. Así, hace un siglo se consideraban técnicos o ingenieriles los tejidos elaborados con fibras naturales como algodón, lana o seda, con tenacidades y módulos en el intervalo de 0,1 – 0,4 N/tex y de 2 - 5 N/tex, respectivamente.

La introducción en la primera mitad del siglo XX de las fibras sintéticas como el rayón, nailon o poliéster, con tenacidades por encima de 0,8 N/tex y módulos de 9N/tex (nailon) y 12 N/tex (poliéster), desplazó la clasificación hacia estos materiales, por sus superiores características técnicas. Sin embargo, la síntesis de nuevos materiales de alto módulo y alta tenacidad en el último cuarto del siglo pasado trastocó de nuevo la clasificación hacia éstos, entre los que se encuentran las poliamidas aromáticas (aramidas), los polibenzimidazoles (PBI), los polibenzoxazoles (PBO), e incluso el polietileno lineal de ultra alto peso molecular.

En los años sesenta del siglo XX se produjeron dos avances en el campo de las fibras de altas prestaciones que revolucionaron tanto el mercado como las aplicaciones de estos materiales. El primero lo llevó a cabo la investigadora Stephanie Kwolek (1923-2014) junto con su equipo, que trabajando para la empresa DuPont desarrollaron tanto un procedimiento sintético para la preparación de la poliamida aromática poli (p-fenilen tereftalamida), abreviada como p-aramida, como un proceso para su hilado a partir de disoluciones cristal-líquido (liotrópicas) en ácido sulfúrico concentrado a 80 °C.

dando lugar a fibras con tenacidades de más de 2 N/tex y módulos de hasta 80 N/tex. Esta fibra, comercializada hoy en día por un conjunto muy limitado de empresas,⁹ presenta como característica más conocida una tenacidad muy superior a la del acero, unas 7 - 8 veces (\approx 20 veces en las aplicaciones en el mar), con una densidad unas 5 veces inferior. Se conocen por el gran público por sus 9 DuPont y Teijin, con sus respectivas marcas comerciales para p-aramida, Kevlar® y Twaron®, respectivamente, tienen una situación de oligopolio.

Se comercializan unas 60.000 t/año, con un crecimiento anual continuado del consumo del 7 - 8 %. La m-aramida (Nomex® y TeijinConex®) se encuentra en la misma situación. Teijin produce además en solitario una copoliamida aromática con propiedades intermedias entre la m- y p-aramida.

aplicaciones balísticas, y especialmente por la elaboración de chalecos antibala. Sin embargo, ésta es una aplicación menor que sí está relacionada con otra importante

vinculada con la seguridad e higiene en el trabajo, específicamente con la ropa de protección anti-corte, y en menor medida con los materiales compuestos para piezas que deben soportar fricción.

Paralelamente, y en la misma época, se desarrolló por DuPont la otra poliamida aromática comercializada hoy en día, la poli (m-fenileno isoftalamida), abreviada como m-aramida. Las propiedades mecánicas de la m-aramida, debido a la orientación todo-meta de sus anillos aromáticos, son inferiores a las de la p-aramida.

Sin embargo, donde realmente resalta esta fibra es en sus extraordinarias propiedades térmicas, por lo que se ha convertido en la fibra de referencia en la fabricación de trajes ignífugos, siendo un estándar en la fabricación de, por ejemplo, trajes de bomberos y de protección térmica.

A este hecho hay que sumar su gran resistencia química. En cualquier caso, su mayor campo de aplicación está en la elaboración de papel para aislamiento eléctrico en condiciones extremas (Figura 5). Es más, la combinación de fibras de m- y p-aramida es habitual a la hora de preparar tejidos de protección que posean a la vez las características de ambas fibras, es decir, resistencia mecánica, térmica, y química, sin olvidar su excelente comportamiento como aislante eléctrico.

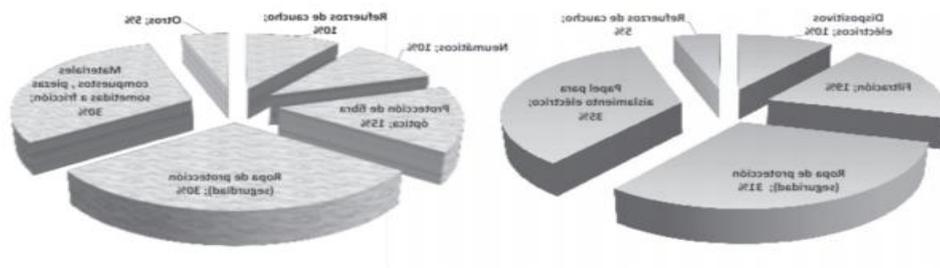


Figura 13: Desglose Del Mercado Mundial De Las Aplicaciones De Las Fibras de aramida

Fuente: (Perez, 2015)

2.2.2. Conceptos Técnicos

➤ Aplicación

Colocación de una cosa sobre otra o en contacto con otra de modo que quede adherida o fijada o que ejerza alguna acción.

➤ Reciclaje

El reciclaje es un proceso mediante el cual las materias primas a partir de las cuales ensamblamos los materiales utilizados en la vida cotidiana, como papel, vidrio, aluminio, plástico, etc., se transforman nuevamente en nuevos materiales al final de su ciclo de vida.

➤ Desecho

Representa todos los objetos, sustancias o materiales que quedan o se restan de algo que ha sido procesado, procesado o consumido y que no tiene uso, es decir, es inútil y, por lo tanto, debe eliminarse.

➤ Contaminación

Presencia o acumulación de sustancias en el medio ambiente que afectan el medio ambiente y las condiciones de vida, así como la salud o la higiene de los seres vivos.

➤ Residuos

Cualquier material que su fabricante o propietario considere inadecuado para retener. Basura, desechos artificiales, incluidos los desechos sólidos municipales.

➤ Dosificación

Determine las proporciones adecuadas de los materiales que componen el concreto para obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o para lograr una superficie o adhesión correcta. Generalmente expresado en gramos por metro cúbico (g / m^3).

➤ **Resistencia**

Capacidad para resistir fuerzas aplicadas y fuerzas sin romperse, aceptando deformaciones permanentes o deteriorándose de cualquier manera.

➤ **Compresión**

Es el resultado de las tensiones o presiones presentes en un medio sólido o continuo deformable, caracterizado porque tiende a reducir el volumen del cuerpo y acortar el cuerpo en una dirección determinada.

➤ **Flexión**

Es el esfuerzo que resulta de aplicar fuerzas perpendiculares al eje mayor del elemento lo que tiende a doblarlo. La difracción crea una compresión en la parte cóncava del elemento y una tracción en la parte convexa opuesta.

➤ **Analizar**

Examinar una cosa en detalle separando sus partes o mirándolas por separado para conocer sus propiedades o cualidades, o su estado, y sacar conclusiones.

➤ **Ecosistema**

Es el conjunto de especies de un área particular que interactúan entre sí y con su entorno abiótico; a través de procesos como el robo, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su entorno, para disolverse y formar parte del ciclo de energía y nutrientes.

➤ **Rigurosidad**

Hace o hace exactamente lo que estaba decidido a hacer y muestra poca comprensión de los errores, debilidades, etc.

Duro, extremo.

Esto no permite desviaciones ni se adapta a diferentes circunstancias, necesidades.

➤ **Modificar**

Cambiar una cosa cambiando su disposición o propiedad sin cambiar sus propiedades o propiedades esenciales.

➤ **Variables**

Es la expresión simbólica representativa de un elemento no especificado contenido en un conjunto.

➤ **Renovables**

Renovable significa la susceptibilidad o sospecha de ser renovado, y al mismo tiempo, puede, debe o debe renovarse, restaurarse, cambiarse, variarse, renovarse, transformarse, reconstruirse, modernizarse o reemplazarse para volver también a su estado original en algo puesto.

➤ **Innovación**

Es utilizar el conocimiento para encontrar un nuevo camino que conduzca a un objetivo particular. Cada proceso de innovación es específico para cada caso y es poco probable que aborde otros desafíos. Por esta razón, es difícil definir con precisión un método de innovación.

➤ **Establecer**

Deje que algo comience a funcionar, generalmente con el propósito de continuidad, como una ciudad, un edificio, una empresa, una agencia, una costumbre, una reforma, etc.

➤ **Concreto**

Elemento deformable formado por cemento, grava, arena y agua, en el estado plástico que adquiere la forma del recipiente, se produce una reacción química entre el cemento y el agua, esto provoca el fraguado de la mezcla y se convierte en un elemento rígido, ya que utiliza material de construcción y soporta grandes cargas de presión.

➤ **Elaboración**

Preparar un producto hecho mediante la conversión de uno o más materiales en procesos sucesivos.

➤ **Estimaciones**

El proceso de encontrar una aproximación a una medida que necesita ser evaluada para un propósito particular es utilizable incluso si los datos de entrada pueden ser incompletos, inciertos o inestables. Un conjunto de técnicas que se pueden usar para determinar un valor aproximado de un parámetro de población a partir de datos muestreados.

2.3.Marco Legal

2.3.1. Normas Vigentes

Esta investigación inicia por estar enmarcada en lo que establece la CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008, Decreto Legislativo 0 Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008 Ultima modificación: 01-ago.-2018 Estado: Reformado.

En cuanto al Plan Nacional del Buen vivir el presente proyecto ayuda con el cumplimiento de los objetivos estipulados en los siguientes puntos:

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población

3.8. Propiciar condiciones adecuadas para el acceso a un hábitat seguro e incluyente a. Garantizar el acceso libre.

3.10. Garantizar el acceso universal, permanente, sostenible y con calidad a agua segura y a servicios básicos de saneamiento, con pertinencia territorial, ambiental, social y cultural

3.11. Garantizar la preservación y protección integral del patrimonio cultural y natural y de la ciudadanía ante las amenazas y riesgos de origen natural o antrópico.

Este proyecto se sustenta en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) NTE INEN 1 855-2:2002 la cual establece las especificaciones para la producción del hormigón elaborado en obra en estado fresco y no endurecido. Los requerimientos para la calidad del hormigón deben ser los especificados en esta norma, o los especificados por el usuario.

Cuando existan diferencias entre las especificaciones, pueden primar las del usuario siempre que estén basadas en métodos de evaluación de las NTE INEN, o mientras no existan éstas, con las ASTM correspondientes, atendiendo las recomendaciones del ACI, y normas reconocidas internacionalmente.

La norma INEN 872 establece los requisitos que deben cumplir los áridos utilizados para hormigón, y especifica los ensayos considerados obligatorios destinados para control y recepción. Nos ayudaremos de la norma ASTM C33 que establece los requisitos para granulometría y calidad de agregado grueso y fino (distinto de agregado liviano o pesado) para utilizar en concreto.

Al realizar las probetas de hormigón se deben realizar ensayo de consistencia siendo el más empleado el de Cono de Abrams por lo que necesitaremos de las normas NTE INEN 1578 - ASTM C143. El proceso de fabricación de las probetas de hormigón, así como su curado está contemplado en las normas NTE INEN 1763 - ASTM C 31.

Art. 386.- El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas, institutos de investigación públicos y particulares, empresas públicas y privadas, organismos no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

En lo que se refiere a la ordenanza municipal

Miércoles 19 de septiembre de 2018 Suplemento - Registro Oficial N° 330

Que, la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil es Autoridad Ambiental de aplicación responsable, según resolución de renovación de acreditación del Ministerio de Ambiente No. 035 del 12 de abril de 2018.

En ejercicio de la facultad legislativa que confieren los artículos 240 y 264 de la Constitución de la República en armonía con lo establecido en los artículos 7 y 57 letra a) del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización,

Expide:

La "ordenanza para regular la fabricación, el comercio de cualquier tipo, distribución y entrega de productos plásticos de un solo uso y específicamente de sorbetes plásticos, envases, tarrinas, cubiertos, vasos, tazas de plástico y fundas plásticas tipo camiseta, inclusive oxobiodegradables, en el cantón Guayaquil"

En lo que se refiere a normas técnicas en vigencia del Ecuador tenemos las siguientes;

➤ NTE INEN 694:2010 Hormigón y áridos para elaborar hormigón. Terminología.

➤ NTE INEN 862:2011 Áridos para hormigón. Determinación del contenido total de humedad.

- NTE INEN 1 573:2010 Hormigón de cemento hidráulico.
 - Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes
 - Cilindro de hormigones de cemento hidráulico 66.
- NTE INEN 1 576:2011 Hormigón de cemento hidráulico.
 - Elaboración y curado en obra de especímenes para ensayo.
- NTE INEN 1 578:2010 Hormigón de cemento hidráulico.
 - Determinación del asentamiento.
- INEN1 762:1990-06 Hormigones. Definiciones y terminología
- NTE INEN1 763:2010 Hormigón de cemento hidráulico. Muestreo.
- NTE INEN1 855-1:2001 Hormigones. Hormigón premezclado.
 - Requisitos.
- NTE INEN1 855-2:2002 Hormigones. Hormigón preparado en obra.
 - Requisitos.
- NTE INEN 2 504:2009 Mortero y hormigón. Determinación del cambio de longitud del mortero y del hormigón endurecido.
- NTEINEN2 528:2010 a Cámaras de curado, gabinetes húmedos, tanques para almacenamiento en agua y cuartos para elaborar mezclas, utilizados en ensayos de cemento hidráulico y hormigón. Requisitos.
- NTE INEN 2 535:2010 Cemento hidráulico, mortero y hormigón.
 - Uso del aparato para la determinación del cambio de longitud en
 - Espécimen endurecido.
- NTE INEN 2554:2011 Hormigón de cemento hidráulico.
 - Determinación de la resistencia a la flexión del hormigón. (Utilizando una viga simple con carga en los tercios).
- INEN973:1983-03 Agua potable. Determinación del pH

- INEN 974:1983-03 Agua potable. Determinación de la dureza total por titulación con EDTA.
- NTE INEN 696:2011 Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.
- NTE INEN 855:2010 Áridos. Determinación de las impurezas orgánicas en el árido fino para hormigón.
- NTE INEN 2634:2012 Disposición de desechos plásticos post-consumo requisitos.
- NTE INEN 2643:2012 Especificación para plástico compostable.
- NTE INEN 2043:1995 Plástico. Determinación de la resistencia a la rotura por tracción

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. Diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández y baptista en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014, el termino experimento tiene como acepciones una particular y otra general.

Este uso de término es bastante coloquial; así, hablamos de experimental cuando al realizar la unión de dos sustancias químicas en condiciones controladas podemos observar cambios en el resultado final, para experimentar se puede hacer con seres vivos o con ciertos objetos, siempre y cuando tener en cuenta los principios éticos. Los diseños experimentales serán utilizados por el investigador cuando quiere establecer un efecto de una causa que será manipulada.

Esta investigación tiene un diseño experimental, porque al trabajar con las variables, fibras sorbetes plástico y hormigón para pavimento rígido, se provocará situaciones representativas que se incluye las manipulaciones de las variables en condiciones controladas con el fin de tener resultados de correlaciones entre variable, en este caso en los laboratorios hay que realizar pruebas de rotura de cilindro, resistencia a la compresión y rotura de vigas, resistencia a la flexión en condiciones ideales, manipulando las dosificaciones para obtener los resultados según los objetivos planteados.

3.2. Enfoque

Según Hernández, Fernández y baptista en su libro metodología de la investigación, sexta edición del año 2014, plantean que la investigación cuantitativa o positivista es el conjunto de procesos secuenciales y probatorios, donde no se puede saltar o eludir pasos, que debe llevar un orden estricto, aunque se puede rediseñar alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y una vez delimitada se derivan objetivos y preguntas de investigación; se revisa la lectura y se construye un marco teórico.

De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables en un determinado contexto; se analizan datos obtenidos utilizando métodos estadísticos y se extraerá varias conclusiones respecto a cada hipótesis.

En esta investigación el enfoque es cuantitativo, dado que se realizará una amplia recolección, toma de información, datos y magnitudes numéricas entre las cuales podemos nombrar resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, las dosificaciones de los diferentes componentes de las mezclas de hormigón que se trabajaron durante los ensayos, la cantidad de fibra que se utilizara en cada prueba entre otras, que ayudaran a determinar módulos mediante el campo estadístico.

al final se medirán las variables y se analizarán los datos obtenidos en la investigación, todo este proceso se debe realizar de conformidad a lo establecido en la normas y procedimientos, sin relajar la observancia de las mismas, siguiendo un rígido proceso de toma de muestras.

3.3. Técnicas e instrumento de recolección de datos

3.3.1. Técnica

Las técnicas que se ha utilizado en esta investigación fueron los ensayos de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas y resistencia a la flexión de viguetas de hormigón para pavimento con adición de fibras de sorbetes plásticos.

- ✚ Formato de laboratorio
- ✚ Ensayo de resistencia a la compresión ASTM C39
- ✚ Ensayo de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78

3.3.2. Instrumento

Los instrumentos utilizados en la investigación son:

- ✚ Laboratorio de mecánica de suelo y concreto
- ✚ Equipo de prensa hidráulica (ensayo a compresión)
- ✚ Máquina de ensayo a flexión (transformador diferencial de variación lineal “LVDT”)
- ✚ Formatos de laboratorio
- ✚ Fichas de observación

3.3.3. Procedimiento de recolección de datos

Una vez seleccionado el diseño de investigación apropiada y la muestra adecuada, según con el problema de estudio e hipótesis, en la siguiente etapa se recolectan los datos pertinentes sobre los atributos, conceptos o variables de las unidades de muestreo, análisis o casos. La recopilación de datos implica el desarrollo de un plan de proceso detallado que nos permita recopilar datos para un propósito particular.

(HERNANDEZ, 2014)

Para esta investigación, la primera etapa se realizó a través de la recolección de sorbetes en varios centros de comidas rápidas, locales comerciales y tiendas, para luego hacer un proceso de enjuague y secado, finalmente se procedió a llevar los sorbetes a la máquina trituradora de papel de oficina para realizar la fibra que tiene como medida 0,3cm * 25 cm cada una, luego se procedió con el proceso del hormigón para pavimento rígido con dosificaciones de 280 kg/cm² y 300 kg/cm², por ser las resistencias más usadas en pavimentos rígidos en vías, luego se le colocó la fibra con un porcentaje ya establecido partiendo de la referencia usada en la Hormigonera Holcim (1 kg de fibra de polipropileno para cada metro cubico de mezcla de hormigón).

Para así realizar las tomas de las pruebas de vigas y cilindros, llevarlos al laboratorio y se realizar las pruebas a la compresión y a la flexión de los diseños, todos estos ensayos de acuerdo a lo establecido en los procedimiento técnicos y normas vigentes, cumpliendo con el cronograma programado del proyecto, así como también, las fechas de la obtención de las probetas cilíndricas y viguetas, fechas de las respectivas pruebas de resistencia a la compresión axial ASTM C39 y de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78 (**Ver Anexos**)

3.3.4. Universo

El universo es el conjunto de la mayoría de acontecimientos que están acorde con una serie de especificaciones, son todas las variables a estudiar, para así obtener un resultado final de la investigación. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

el universo de esta investigación estuvo conformado por probetas cilíndricas y vigas de concreto. Para la dosificación de $f_c=280\text{kg/cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con un 1,17kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21 y 28 días, respectivamente.

Para la resistencia $f_c=300\text{kg/cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con 1,17kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente.

para la dosificaciones $f_c=280\text{kg/cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con 1,76 kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente y para la resistencia $f_c=300\text{kg/cm}^2\text{cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado 1,76 kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probetas cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente.

Para la dosificaciones $f_c=280\text{kg/cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con 2,35 kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta1 cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente y para la resistencia $f_c=300\text{kg/cm}^2\text{cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con 2,35 kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente, para la dosificaciones $f_c=280\text{kg/cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con 2,94 kg

de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente y para la resistencia $f_c=300\text{kg/cm}^2$ con concreto para pavimento reforzado con 2,94 kg de fibras de sorbetes pasticos se realizaron 1 probeta cilíndrica para resistencia a la compresión y 1 viga de concreto para la resistencia a la flexión para los días 7, 14, 21y 28 días, respectivamente, con un total de 16 cilindros y 16 vigas y diferente cantidades de fibras por cada resistencia.

3.3.5. Muestra

La muestra es un subgrupo de elementos, caso o individuos de una población, las cuales se recolectarán datos relevantes de la población, las cuales darán resultados una cantidad representativa. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

Cuando el universo es pequeño la muestra es la misma que la del universo. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014), en esta investigación el universo es realmente pequeño y con características individuales bien definidas por lo que consideramos la muestra igual al universo, es decir, un total de 16 cilindros y 16 vigas y diferente cantidades de fibras.

3.3.6. Validez y confiabilidad

3.3.6.1. Validez

“La validez, en términos generales, se refiere al índice en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

En esta investigación los instrumentos de la recolección de datos que se utilizaron son 100% validos ya que se encuentran calibrados y acreditados por la universidad estatal de Guayaquil lo que garantiza la precisión de los instrumentos de ensayo.

3.3.6.2. *Confiabilidad*

La confiabilidad de un medidor se refiere al grado en que la aplicación repetida a la misma persona o elemento da como resultado los mismos resultados. (HERNANDEZ, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN, 2014)

Para el presente trabajo de investigación se realizaron ensayos con equipos y herramientas totalmente calibrados y ajustado del laboratorio de la facultad de ingeniería civil de la universidad estatal de Guayaquil lo cual me brinda resultados totalmente confiables y que garantiza la veracidad en el presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO IV

INFORME FINAL

4.4.1. ANALISIS DE RESULTADOS

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 7

Tabla 6
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	30,75	F1
30	32,49	F2
40	36,57	F3
50	30,98	F4

Tabla 7
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta F_1 = F_2 - F_1$	1,74
$\Delta F_2 = F_3 - F_2$	4,08
$\Delta F_3 = F_4 - F_3$	-5,59

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

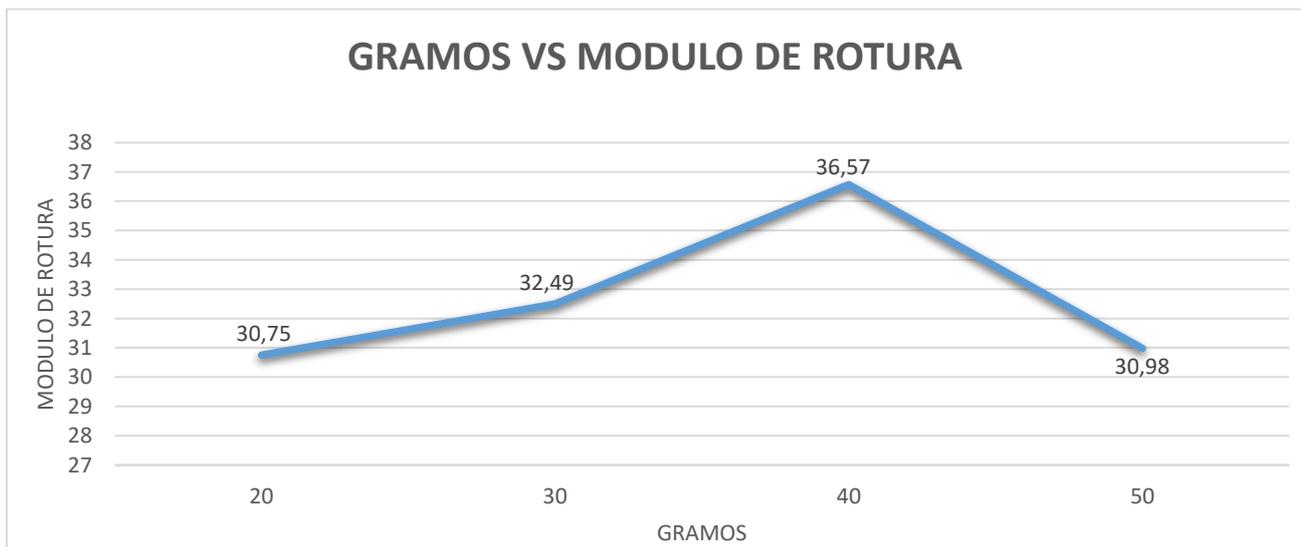


Gráfico1: Gramos vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 14

Tabla 8
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	31,58	MR1
30	34,76	MR2
40	38,53	MR3
50	34,6	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 9
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	3,18
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	3,77
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	-3,93

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

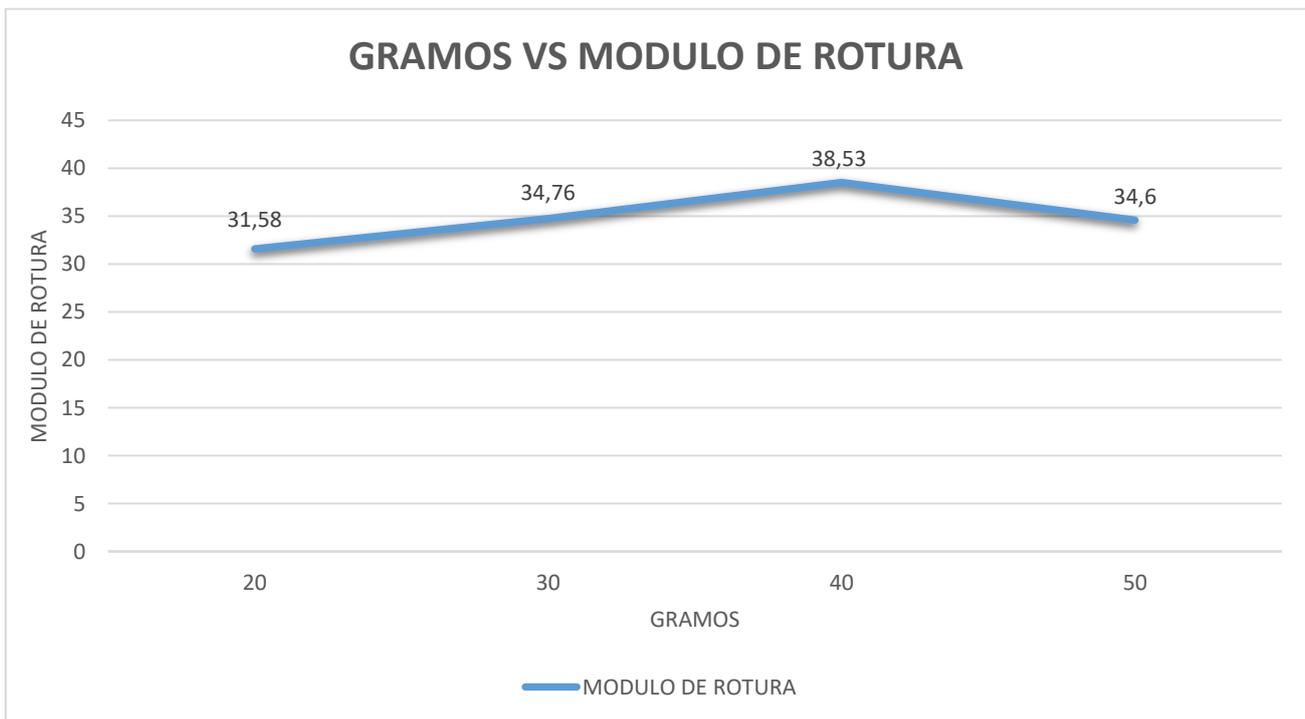


Gráfico 2: Gramos vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, k 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 21

Tabla 10
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	32,49	MR1
30	38,08	MR2
40	40,04	MR3
50	38,53	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 11
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	5,59
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	1,96
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	-1,51

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

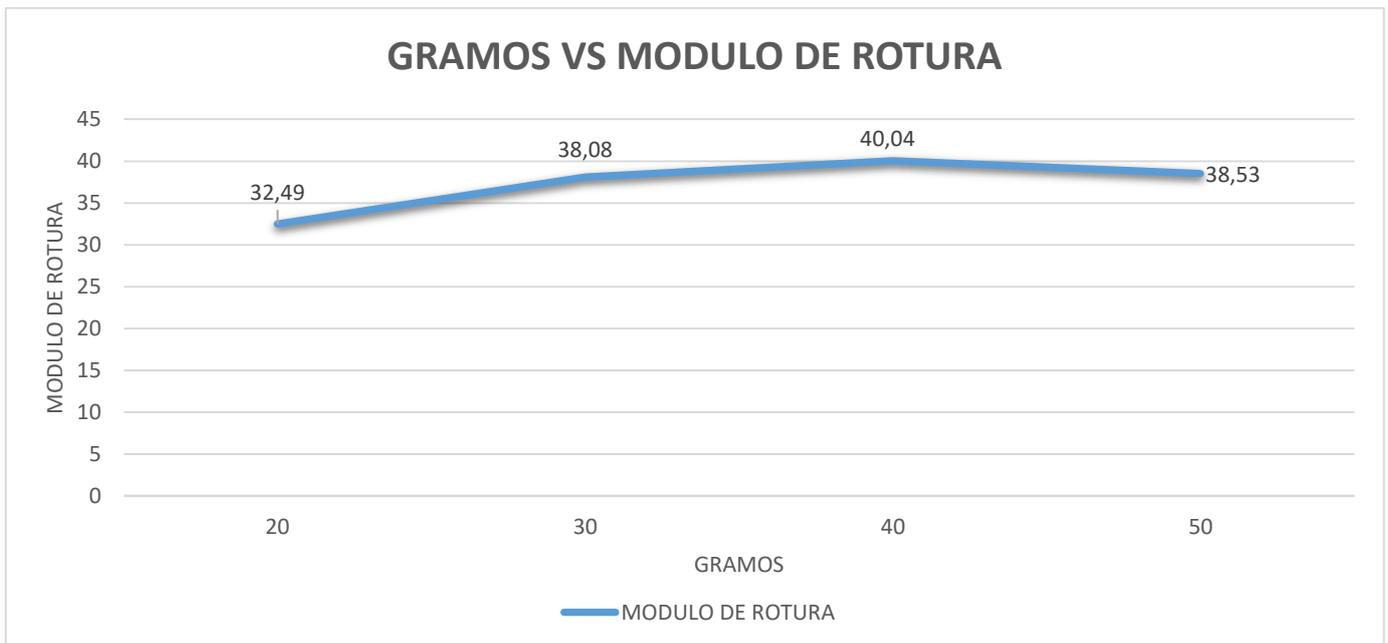


Grafico 3: Gramos vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 28

Tabla 12
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	33,24	MR1
30	40,04	MR2
40	41,93	MR3
50	42,31	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 13
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	6,8
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	1,89
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	0,38

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

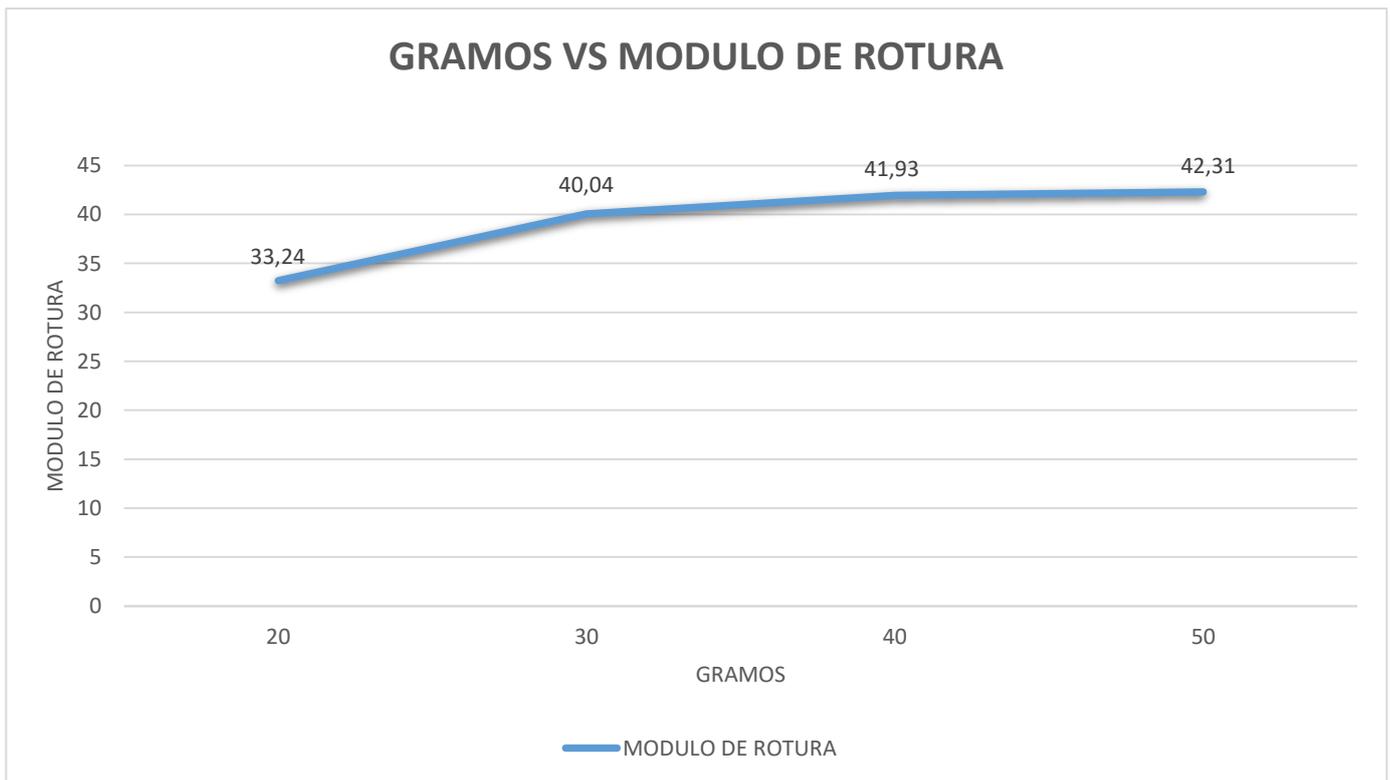


Gráfico 4: Gramos vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 7

Tabla 14
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	31,28	MR1
30	33,24	MR2
40	37,78	MR3
50	31,58	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 15
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	1,96
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	4,54
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	-6,2

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

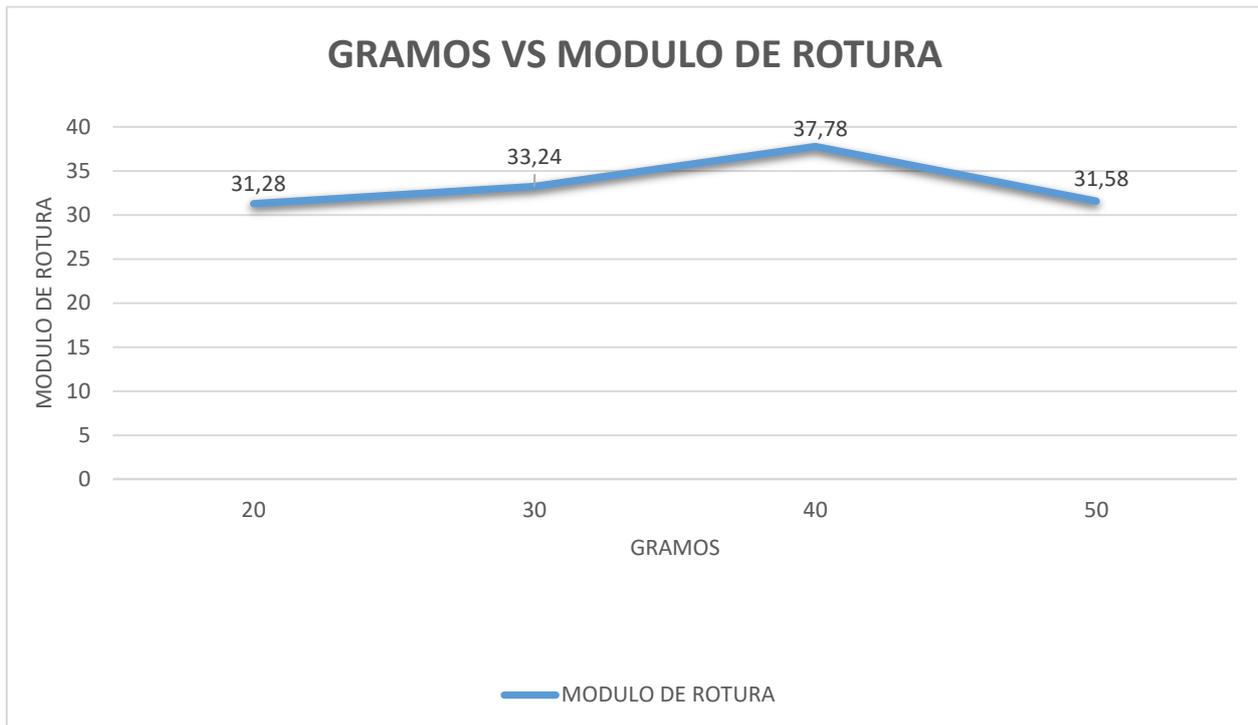


Gráfico 5: Gramos vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 14

Tabla 16
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	32,49	MR1
30	36,27	MR2
40	40,04	MR3
50	36,27	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 17
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	3,78
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	3,77
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	-3,77

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

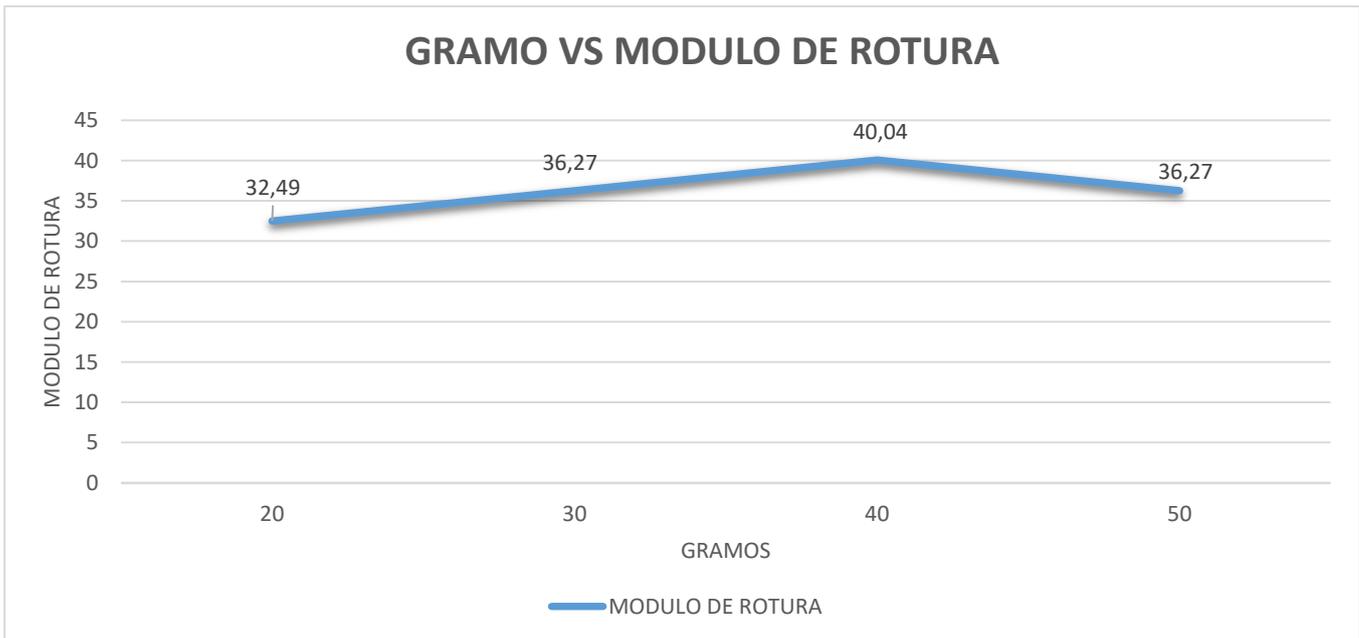


Gráfico 6 : Gramos vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 21

Tabla 18
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	33,35	MR1
30	39,29	MR2
40	41,56	MR3
50	40,28	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 19
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	5,94
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	2,27
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	-1,28

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

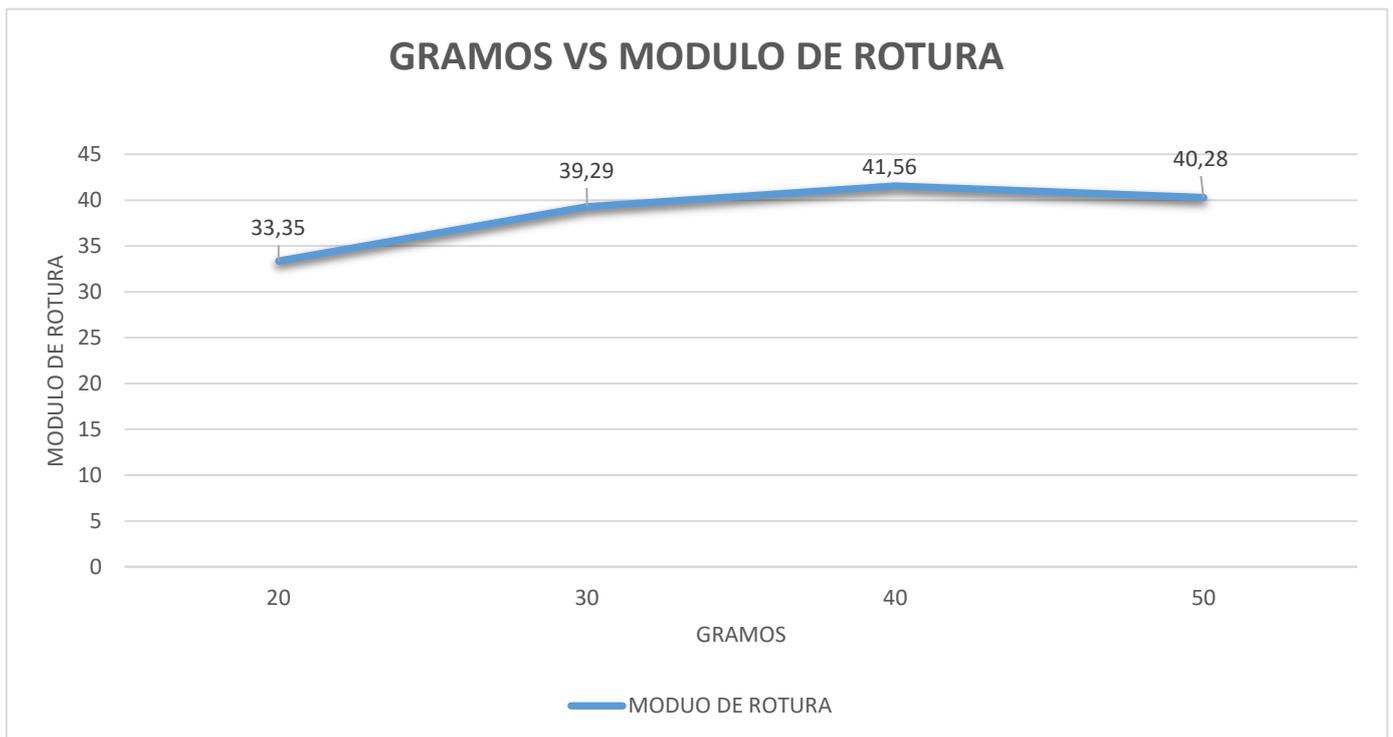


Gráfico 7: Gramo vs Modulo de rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la flexión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 28

Tabla 20
Módulo de Rotura

GRAMOS	MODULO DE ROTURA (KG/Cm ²)	
20	34,38	MR1
30	41,56	MR2
40	43,07	MR3
50	44,12	MR4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 21
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta MR_1 = MR_2 - MR_1$	7,18
$\Delta MR_2 = MR_3 - MR_2$	1,51
$\Delta MR_3 = MR_4 - MR_3$	1,05

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

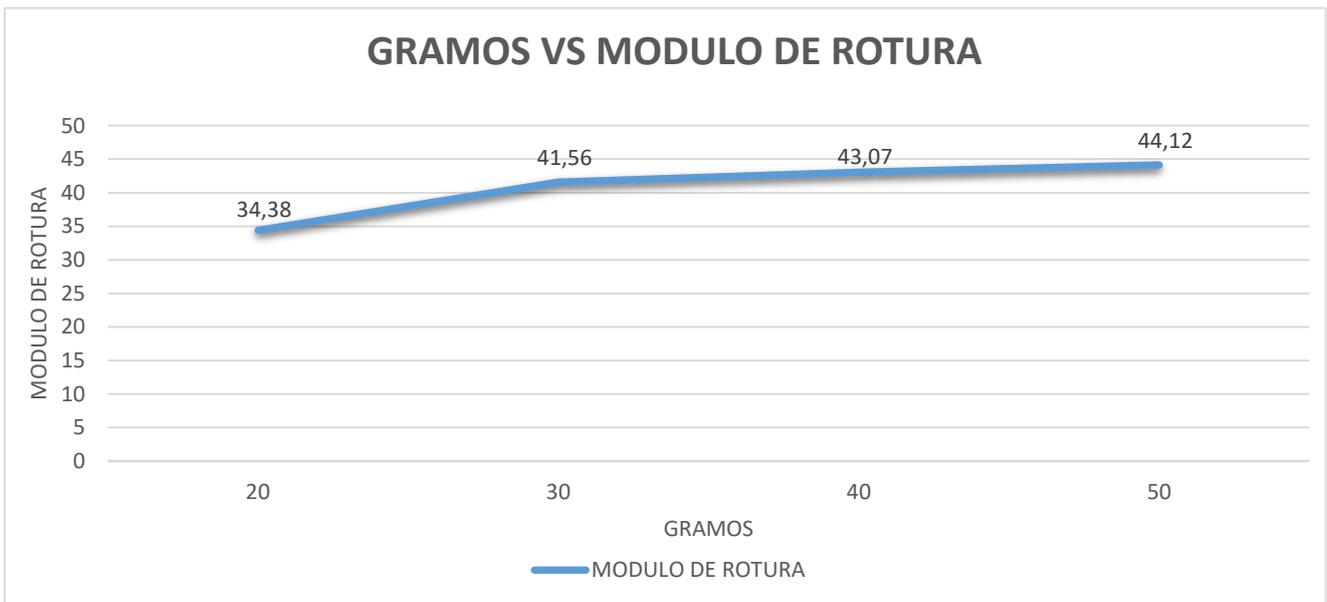


Gráfico 8: Gramo vs Modulo de Rotura

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 7

Tabla 22
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	170	ESF1
30	198	ESF2
40	204	ESF3
50	198	ESF4

Tabla 23
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS_2 - EFS_1$	28
$\Delta EFS_2 = EFS_3 - EFS_2$	6
$\Delta EFS_3 = EFS_4 - EFS_3$	-6

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

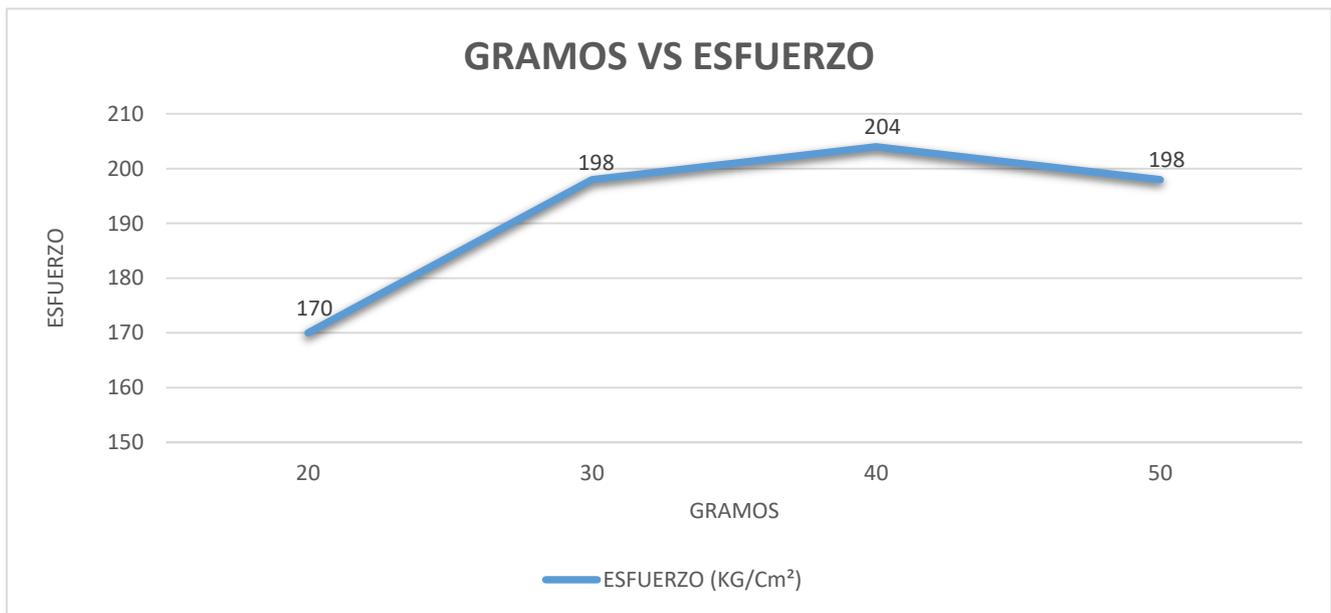


Gráfico 9: Gramos vs Esfuerzo

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 14

Tabla 24
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	218	ESF1
30	238	ESF2
40	246	ESF3
50	246	ESF4

Tabla 25
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS_2 - EFS_1$	20
$\Delta EFS_2 = EFS_3 - EFS_2$	8
$\Delta EFS_3 = EFS_4 - EFS_3$	0

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

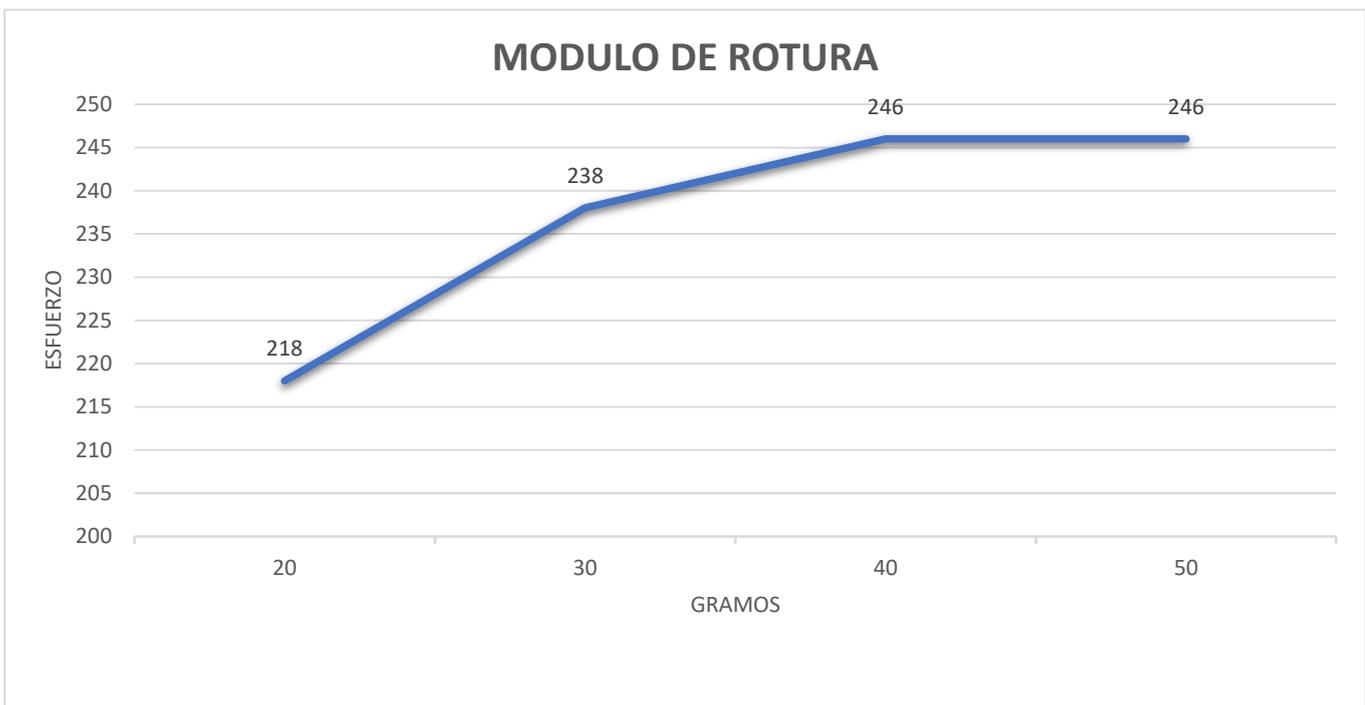


Gráfico 10: Gramos vs Esfuerzo

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 21

Tabla 26
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	255	ESF1
30	266	ESF2
40	277	ESF3
50	272	ESF4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 27
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS_2 - EFS_1$	11
$\Delta EFS_2 = EFS_3 - EFS_2$	11
$\Delta EFS_3 = EFS_4 - EFS_3$	-5

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

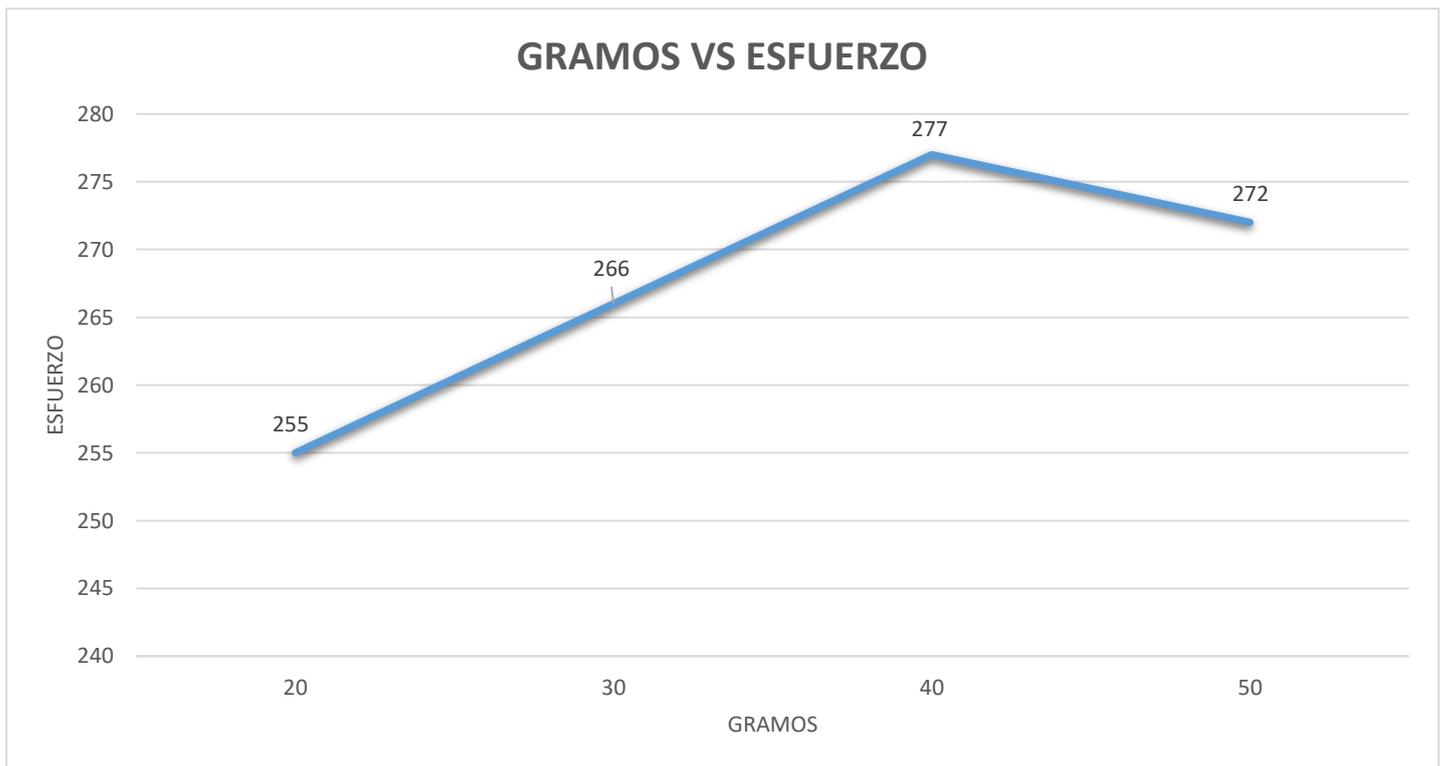


Gráfico 11: Gramos vs Esfuerzos

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 280 kg/cm²

Edad: 28

Tabla 28
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	280	ESF1
30	283	ESF2
40	297	ESF3
50	289	ESF4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 29
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS_2 - EFS_1$	3
$\Delta EFS_2 = EFS_3 - EFS_2$	14
$\Delta EFS_3 = EFS_4 - EFS_3$	-8

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

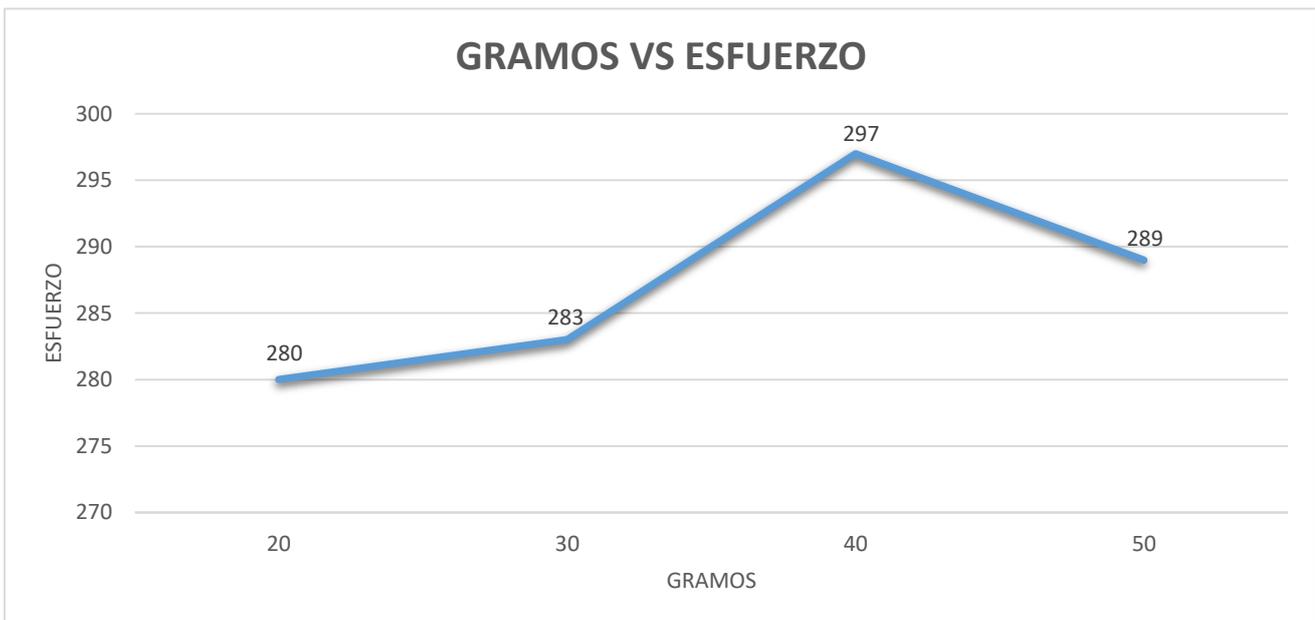


Gráfico 12 : Gramos vs Esfuerzo

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 7

Tabla 30
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	187	ESF1
30	212	ESF2
40	221	ESF3
50	218	ESF4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 31
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS2 - EFS1$	25
$\Delta EFS_2 = EFS3 - EFS2$	9
$\Delta EFS_3 = EFS4 - EFS3$	-3

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

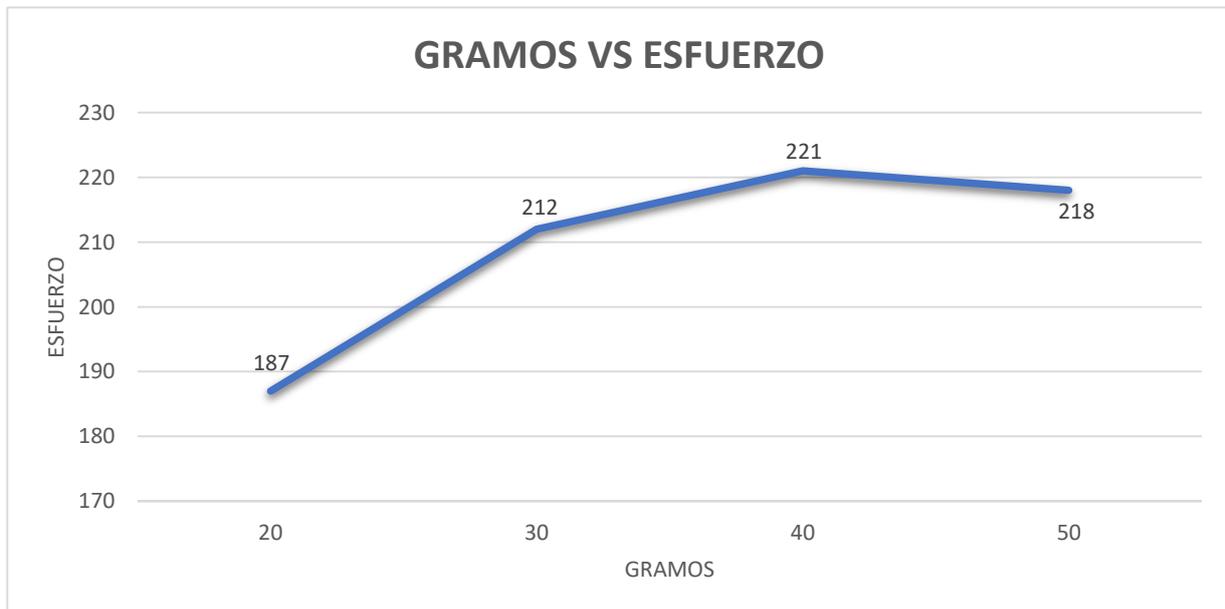


Gráfico 13: Gramos vs Esfuerzo

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 14

Tabla 32
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	241	ESF1
30	257	ESF2
40	269	ESF3
50	266	ESF4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 33
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS_2 - EFS_1$	16
$\Delta EFS_2 = EFS_3 - EFS_2$	12
$\Delta EFS_3 = EFS_4 - EFS_3$	-3

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

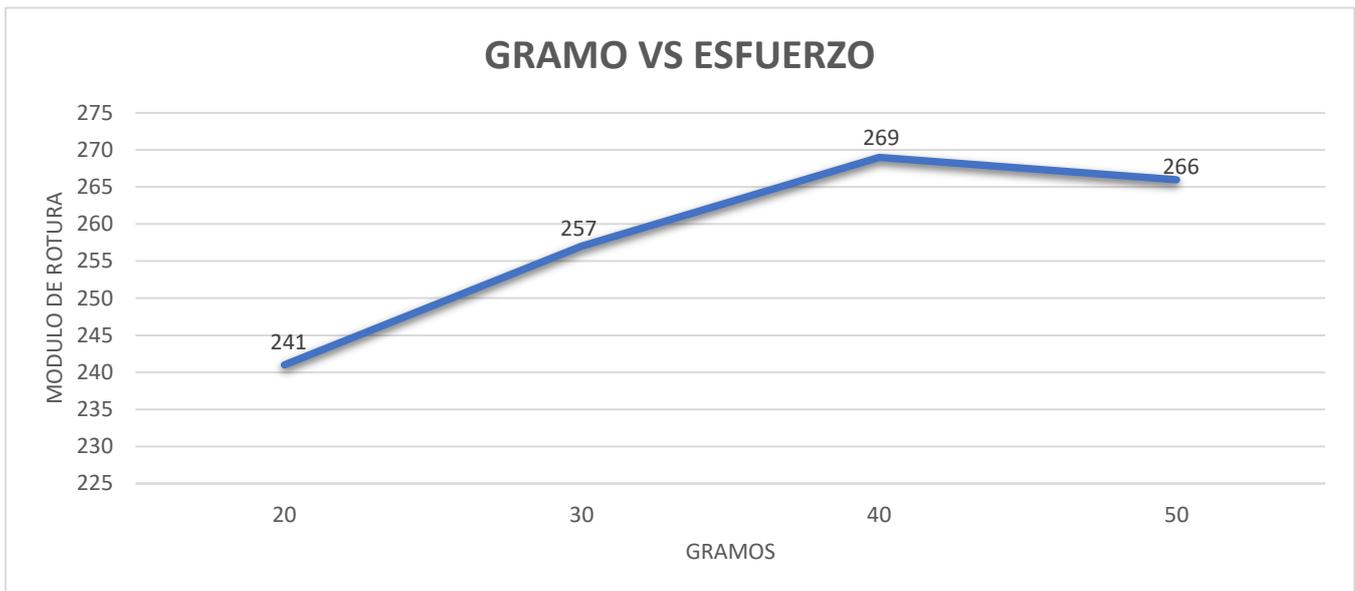


Gráfico 14: Gramo vs Esfuerzo

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 21

Tabla 34
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERZO (KG/Cm ²)	
20	274	ESF1
30	289	ESF2
40	297	ESF3
50	294	ESF4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 35
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta EFS_1 = EFS_2 - EFS_1$	15
$\Delta EFS_2 = EFS_3 - EFS_2$	8
$\Delta EFS_3 = EFS_4 - EFS_3$	-3

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

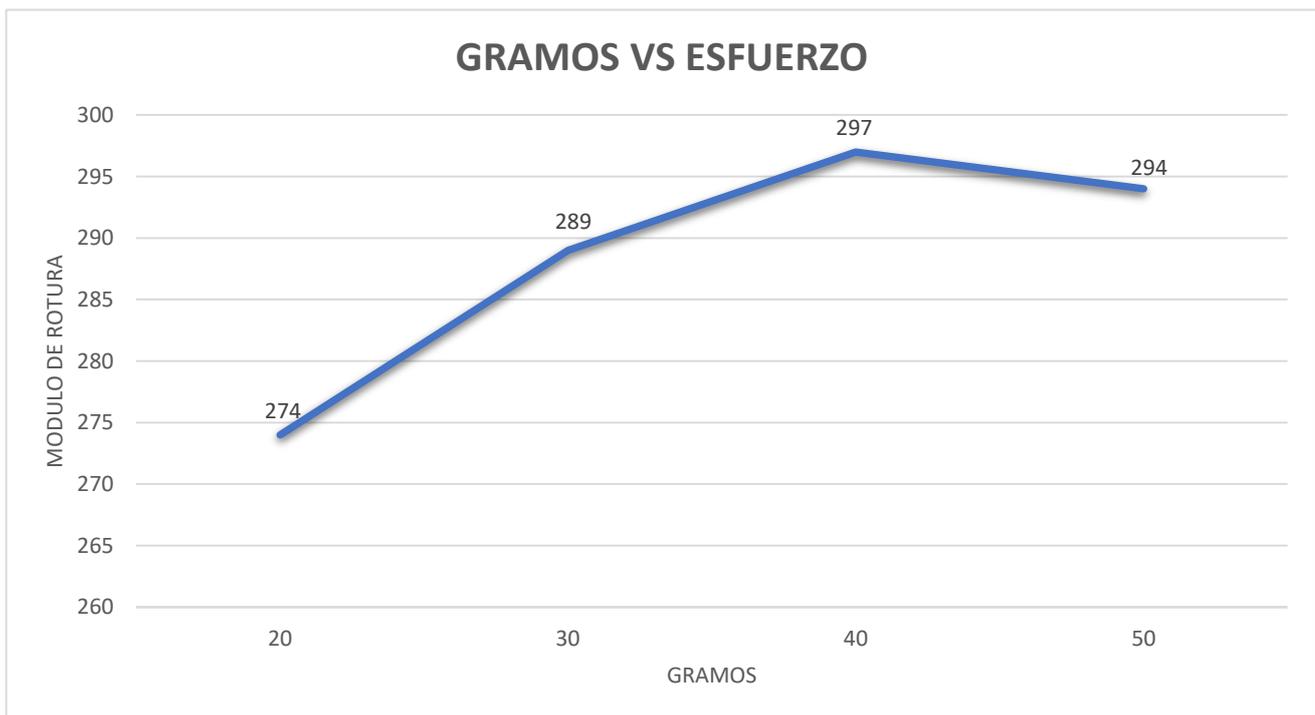


Gráfico 15: Gramos vs Esfuerzos

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Curvas de resultados a la compresión

Resistencia: 300 kg/cm²

Edad: 28

Tabla 36
Esfuerzo

GRAMOS	ESFUERO (KG/Cm ²)	
20	299	ESF1
30	303	ESF2
40	320	ESF3
50	308	ESF4

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Tabla 37
Diferencias

DIFERENCIAS	
$\Delta F_1 = F_2 - F_1$	4
$\Delta F_2 = F_3 - F_2$	17
$\Delta F_3 = F_4 - F_3$	-12

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

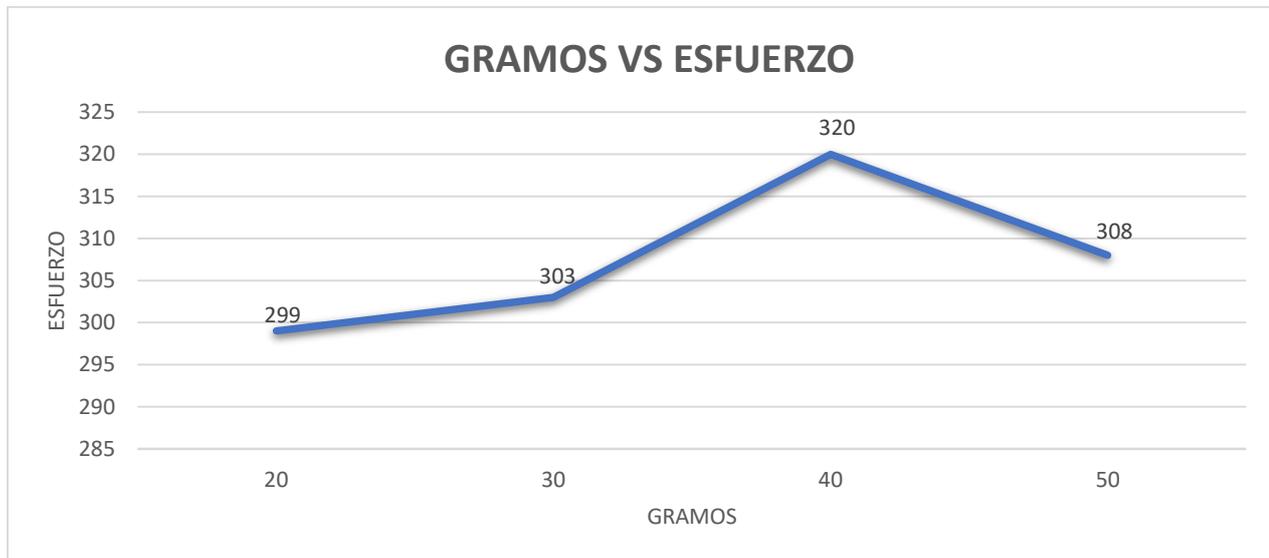


Gráfico 16: Gramos vs Esfuerzo

Fuente: Jimenez, R & Zambrano, K 2019

Discusión de los resultados

Tal como podemos observar en los resultados, se obtienen diferencias en cuanto al hormigón de la misma resistencia de diseño y las mismas edades, tanto para la resistencia a la flexión, como para la resistencia a la compresión variando las cantidades de fibra aplicada a la mezcla, de tal manera, que para obtener un mejor análisis vamos a referirnos a las curvas arrojadas al graficar los datos.

Con respecto a la tabla 7 gramos vs módulo de rotura (kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón a 7 días, con una resistencia de $280(\text{kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento $1,74(\text{kg}/\text{cm}^2)$ cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20gr a 30gr.

Para la siguiente tabla 9 gramos vs módulo de rotura(kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón a 14 días, con una resistencia de $280(\text{kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento de $3,18 (\text{kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20gr a 30gr.

De esta misma forma tenemos la tabla 11 gramos vs módulo de rotura(kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón 21 días, con una resistencia de $280(\text{kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento de $5,59(\text{kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

Con el análisis de la tabla 13 gramos vs módulo de rotura(kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón 28 días, con una resistencia de $280(\text{kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento de $6,80 (\text{kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30 gr.

Analizamos la resistencia de $300(\text{kg}/\text{cm}^2)$ con adición de fibra de sorbetes plásticos dando como resultados: tabla 15 gramos vs módulo de rotura(kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón 7 días con una resistencia de $300(\text{kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento de $1,96(\text{kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30 gr.

Para el siguiente análisis de la tabla 17 gramos vs módulo de rotura(kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón 14 días con una resistencia de $300(\text{kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento de $3,78(\text{kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

De esta misma manera se analizó la tabla 19 gramos vs módulo de rotura (kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón a los 21 días con una resistencia de $300 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento de $5,94 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

En el análisis realizado de la tabla 21 gramos vs módulo de rotura (kg/cm^2) con la edad de la vigueta de hormigón a los 28 días con una resistencia de $300 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el módulo de rotura tiene un aumento $7,18 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr

De lo expresado en los párrafos anteriores de los análisis de las diferentes tablas ya mencionadas se puede notar que el mayor aumento de módulo de rotura a la flexión tanto para las resistencias de $280 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y $300 \text{ kg}/\text{cm}^2$ se encuentra el aumento la cantidad de fibra de 30gr.

Pudimos observar que la cantidad óptima para obtener una buena relación costo/beneficio en cuanto al uso de la fibra proveniente del sorbete es $1.76 \text{ kg de fibra}/\text{m}^3$ (30gr)

Dado que, al aumentar al siguiente rango, $1.76 \text{ kg de fibra}/\text{m}^3$ y $2.35 \text{ kg de fibra}/\text{m}^3$ las variaciones en cuanto a la resistencia a la flexión y a la compresión eran mínimas, de igual manera pudimos observar al aumentar de $2.35 \text{ kg de fibra}/\text{m}^3$ a $2.93 \text{ kg de fibra}/\text{m}^3$.

Mientras que la diferencia entre $1.17 \text{ kg de fibra de sorbete}/\text{m}^3$ y $1.76 \text{ kg de fibra de sorbete}/\text{m}^3$, tuvo mayor incremento tanto en la resistencia a la flexión como la resistencia a la compresión cuando se aumentaba igual cantidad de fibra entre $1.17 \text{ kg}/\text{m}^3$ y $1.76 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Aunque hayamos variado la misma cantidad de fibra el aumento a la flexión y a la compresión fue mayor entre $1.17 \text{ kg}/\text{m}^3$ y $1.76 \text{ kg}/\text{m}^3$, es mas a medida que seguíamos aumentando seguía disminuyendo la variación, por lo tanto, la cantidad que le genera mayor resistencia tanto a la flexión como la compresión es la de $1.76 \text{ kg de fibra}/\text{m}^3$.

Para el análisis de las tablas de resistencias a la compresión de 280 y $300 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$ con fibra de sorbetes plásticos tenemos como resultados los siguientes análisis:

En el análisis de la tabla 23 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de $280 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$ podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento $28 \text{ (kg}/\text{cm}^2)$, cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

En el siguiente análisis de la tabla 25 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 20 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

Para el análisis de la tabla 27 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 11 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

En un nuevo análisis para la tabla 29 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 3 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

En la siguiente tabla 31 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 25 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

Para el análisis de la tabla 33 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 16 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

Para el análisis de la tabla 35 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 15 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

Para el análisis de la tabla 37 gramos vs esfuerzo (kg/cm^2) con la edad del cilindro de hormigón a los 7 días con una resistencia de 280 (kg/cm^2) podemos observar que el esfuerzo tiene un aumento 4 (kg/cm^2), cuando se incrementa la cantidad de fibra de 20 a 30gr.

En los resultados a la compresión podemos analizar que la fibra tiene efectos en edades tempranas en el hormigón mas no en edades avanzadas a los 21 días debido a que ya se ha obtenido el 90% de la resistencia de diseño es decir que el fraguado ya está cerca al 100% de su resistencia total, por lo tanto, ya ahí la fibra no tiene ninguna función a la compresión, no aumenta la compresión en la última edad (28 días).

CONCLUSIONES

- Con respecto al primer objetivo específico, determinar la dosificación para la elaboración del hormigón en pavimentos rígidos con fibras de sorbetes plásticos, se obtuvo la siguiente dosificación, Para 1 m³ en la dosificación de 280 kg/cm² con una cantidad de fibra optima de 1.76 kg de fibra/m³ se detalla la siguiente tabla con sus respectivos agregados.

Tabla 38
Dosificación del hormigón de f'c280kg/cm2

Dosificación para Hormigón de f'c = 280kg/cm2							
Agregados	Pesos (Kg)	Densidad (kg/m3)	Volumen (m3)	Masa Unitaria Suelta (kg/m3)	Dosificación para un saco de cemento (kg)	Volumen por saco de cemento	Dosificación en parihuela
Cemento GU	480	2990	0,16		50	50	50 Kg Cemento
Piedra 19mm	736	2611	0,28	1370	76,67	0,056	1,7 s Parihuela
Piedra 12mm	184	2604	0,07	1340	19,17	0,014	0,4 s Parihuela
Arena Rio	704	2680	0,26	1515	73,30	0,048	1,5 s Parihuela
Agua	200	1000	0,20		20,8	20,8	20,8 Litros
Aditivo	4,8	1100	0,00		0,50	0,500	0,5 Litros
Aire			0,02				
Total	2308		1,00				

	0,4 m
Parihuela	0,4 m
	0,2 m
	0,03 2 m3

Dosificación para 1m3

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

Para 1 m³ en la dosificación de 300 kg/cm² con una cantidad de fibra optima de 1.76 kg de fibra/m³ se detalla la siguiente tabla con sus respectivos agregados.

Tabla 39
Dosificación del hormigón de f'c 300 kg/cm²

Dosificación para Hormigón de f'c = 300kg/cm ²								Parihuela	
								0,4 m	
								0,4 m	
								0,2 m	
								0,03	
								2 m³	
Agregados	Pesos (Kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)	Masa Unitaria Suelta (kg/m ³)	Dosificación para un saco de cemento (kg)	Volumen por saco de cemento (m ³)	Dosificación en parihuela		
Cemento GU	502	2990	0,17		50	50	50	Kg Cemento	
Piedra 19mm	736	2611	0,28	1370	73,31	0,054	1,7	Parihuels	
Piedra 12mm	184	2604	0,07	1340	18,33	0,014	0,4	Parihuels	
Arena Rio	673	2680	0,25	1515	67,00	0,044	1,4	Parihuels	
Agua	204	1000	0,20		20,3	20,3	20,3	Litros	
Aditivo	5,02	1100	0,00		0,50	0,500	0,50	Litros	
Aire			0,02						
Total	2304		1,00						

 Dosificación para 1m³

Fuente: Jiménez, R & Zambrano, K 2019

- Al observar lo planteado en el segundo objetivo específico, analizar el comportamiento a flexión en hormigones elaborados con fibras de sorbetes provenientes del pastico, se obtuvo un aumento sustancial de la resistencia a la flexión cuando se pasó de agregar 1.17 kg de fibra/ m³(20gr) a 1.76 kg de fibra/m³(30gr), sin embargo, después de esa cantidad, si se aumenta la fibra en igual proporción, no se obtuvo aumentos importantes de la resistencia a la flexión.

- Al examinar lo planteado en el tercer objetivo específico, caracterizar el comportamiento de la resistencia a la compresión en hormigones elaborados con fibras de sorbetes plásticos, podemos establecer las siguientes características.

Existe aumento a la compresión cuando se incrementa la fibra de sorbetes solo en edades tempranas del hormigón, disminuyendo este incremento de la compresión a medida que el fraguado del hormigón se acerca al 100% incluso en hormigones de edades de 21 días y mayores, baja la resistencia a la compresión al agregarle la fibra, por lo que establecemos que a medida que el hormigón se acerca a su resistencia de diseño trabaja a compresión haciendo inútiles el trabajo de la fibra en este sentido, es decir que la fibra no actúa a compresión simplemente a tracción, a medida que la mezcla va aumentando a edades mayores.

- Con respecto a la hipótesis planteada en el capítulo I de esta investigación “la aplicación de las fibras provenientes del sorbete en el hormigón para pavimentos rígido ayudara a obtener mayor resistencia a la flexión”, efectivamente, a través de esta investigación se pudo establecer que al agregar fibra hasta cierta cantidad, aumenta la resistencia a la flexión, al sobrepasar esa cantidad, el aumento es mínimo e incluso en algunos caso llega a un punto de inflexión, donde empieza a bajar esta resistencia a la flexión, en el caso de estudio planteado solo se estudiaron para los comportamientos en 280 kg/cm² y 300 kg/cm², para los cuales la mayor resistencia a la flexión se obtiene aumentando la fibra agregada a mezcla de 1.17 kg de fibra/ m³ a 1.76 kg de fibra/m³, es decir, que esta se considera la cantidad optima de fibra para obtener los mejores resultados en cuanto a la resistencia a la flexión y a la compresión.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la facultad de ingeniería industria y construcción de la universidad laica orientar a los nuevos investigadores a realizar trabajos con hormigones diferentes resistencias de diseño a las planteadas en este estudio de tal manera que permita tener una base de datos confiables que respalde las conclusiones obtenidas en esta investigación y de esta manera obtener las dosificaciones optimas usando diferentes tipos de agregados.
- Con respecto al segundo objetivo específico se recomienda a la facultad de ingeniería e industria de la construcción orientar a los investigadores a realizar ensayos, estudios con diferentes resistencias de diseño y con diferentes cantidades de fibra que permitan obtener una línea más amplia del comportamiento a la flexión del uso de este material.
- Con respecto al tercer objetivo se recomienda a los docentes de la FIIC en las cátedras que tienen que ver con diseños de hormigones realizar ensayos de laboratorio que permitan verificar y transferir la caracterización de la resistencia a la compresión en hormigones elaborados con fibras de sorbetes proveniente del plástico.
- Con respecto a la hipótesis planteada se recomienda a los diferentes profesionales de la ingeniería utilizar fibras provenientes del sorbete en las cantidades descrita en el diseño de mezcla para aumentar la resistencia a la flexión en hormigones en pavimento rígido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(s.f.).

APEL. (jueves de Abril de 2018). Obtenido de <http://apel.ec/biblioteca/guayaquil-ordenanza-para-regular-el-plastico-de-un-solo-uso/>

BeBritanico. (Agosto de 2019). Obtenido de [Britanico.edu.pe](http://www.britanico.edu.pe):
<https://www.britanico.edu.pe/blog/por-que-sorbetes-daninos-medio-ambiente/>

CHOQUE, I. W. (OCTUBRE,2016). *CONCRETO ARMADO*. LIMA.

EL TELEGRAFO. (Febrero de 2019). Obtenido de www.eltelegrafo.com.ec:
<https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/ordenanza-sustitucion-plasticos-sorbetes-guayaquil>

EL UNIVERSO. (Julio de 2018). Obtenido de www.eluniverso.com:
www.wluniverso.com/vida/nota/uso-sorbetes-plasticos-esta-debate-mundial

HERNANDEZ. (2014). MEXICO.

HERNANDEZ. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 6TA EDICIÓN*. MEXICO.

HERNANDEZ, F. Y. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. MEXICO.

<https://www.ifeelmaps.com/blog/2017/01/conoce-la-clasificacion-de-plasticos>. (2017).
Obtenido de Ifeelmaps.

Peréz, J. M. (2015). *La edad de los polimeros , un mundo de plastico*. Burgos - España.

Perez, J. M. (2015). *La Edad de los Polimeros. Un Mundo Plastico*. Burgos.

ANEXOS

Anexo 1 : Máquina trituradora de sorbetes



Anexo 2 Peso de fibra



Anexo 3 Materiales para la elaboración de hormigón de 280 (kg/cm²) y 300 (kg/cm²)



Anexo 4 Elaboración de hormi3n de 280 (kg/cm²) y 300 (kg/cm²)



Anexo 5 Adición de fibra de sorbete plástico en el hormigón



Anexo 6 Recolección de probetas cilíndricas



Anexo 7 Recolección de viguetas



Anexo 8 Prueba de resistencia a la compresión axial ASTM C39



Anexo 9 Resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78



Anexo 10 Prueba a la compresión

		PAGINA 1																																																																			
LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales																																																																					
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO NORMA: NTE INEN 1573:2010 1 R; ASTM C-39																																																																					
FECHA: 15 de mayo de 2019																																																																					
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"																																																																				
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN																																																																				
	TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA																																																																			
ESPECIFICACIÓN																																																																					
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	Ø CILINDRO:	15,00 cm																																																																		
RESISTENCIA:	LA INDICADA	H CILINDRO:	30,00cm																																																																		
AGREGADOS FINOS:	ARENA	ÁREA CILINDRO:	78,54cm ²																																																																		
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	T.M.A.G.	1"																																																																		
AGUA:	LIMPIA																																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>Cilindro N°</th> <th>Fecha Toma de Muestra</th> <th>Fecha de Rotura</th> <th>Días</th> <th>Carga Máxima (Kg)</th> <th>Esfuerzo (Kg/cm2)</th> <th>Porcentaje (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm² (1,17 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>15/04/2019</td> <td>22/04/2019</td> <td>7</td> <td>30000</td> <td>170</td> <td>61%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>15/04/2019</td> <td>29/04/2019</td> <td>14</td> <td>38500</td> <td>218</td> <td>78%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>15/04/2019</td> <td>06/05/2019</td> <td>21</td> <td>45000</td> <td>255</td> <td>91%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>15/04/2019</td> <td>13/05/2019</td> <td>28</td> <td>49500</td> <td>280</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm² (1,17 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>16/04/2019</td> <td>23/04/2019</td> <td>7</td> <td>33000</td> <td>187</td> <td>62%</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>16/04/2019</td> <td>30/04/2019</td> <td>14</td> <td>42500</td> <td>241</td> <td>80%</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>16/04/2019</td> <td>07/05/2019</td> <td>21</td> <td>48500</td> <td>274</td> <td>91%</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>16/04/2019</td> <td>14/05/2019</td> <td>28</td> <td>52750</td> <td>299</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTO	Cilindro N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje (%)	HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (1,17 Kg de fibra/m ³)	1	15/04/2019	22/04/2019	7	30000	170	61%	2	15/04/2019	29/04/2019	14	38500	218	78%	3	15/04/2019	06/05/2019	21	45000	255	91%	4	15/04/2019	13/05/2019	28	49500	280	100%	HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (1,17 Kg de fibra/m ³)	1	16/04/2019	23/04/2019	7	33000	187	62%	2	16/04/2019	30/04/2019	14	42500	241	80%	3	16/04/2019	07/05/2019	21	48500	274	91%	4	16/04/2019	14/05/2019	28	52750	299	100%
ELEMENTO	Cilindro N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje (%)																																																														
HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (1,17 Kg de fibra/m ³)	1	15/04/2019	22/04/2019	7	30000	170	61%																																																														
	2	15/04/2019	29/04/2019	14	38500	218	78%																																																														
	3	15/04/2019	06/05/2019	21	45000	255	91%																																																														
	4	15/04/2019	13/05/2019	28	49500	280	100%																																																														
HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (1,17 Kg de fibra/m ³)	1	16/04/2019	23/04/2019	7	33000	187	62%																																																														
	2	16/04/2019	30/04/2019	14	42500	241	80%																																																														
	3	16/04/2019	07/05/2019	21	48500	274	91%																																																														
	4	16/04/2019	14/05/2019	28	52750	299	100%																																																														
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="430 1176 901 1489">  </div> <div data-bbox="981 1176 1308 1355"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL HORMIGON DE ACUERDO A SU EDAD</th> </tr> <tr> <th>DIAS</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>70 - 85</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>85 - 90</td> </tr> <tr> <td>21</td> <td>90 - 95</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>60</td> <td>SUBE ENTRE EL 80 Y 85% DE LA RESISTENCIA DE 28 DIAS</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div>				PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL HORMIGON DE ACUERDO A SU EDAD		DIAS	%	7	70 - 85	14	85 - 90	21	90 - 95	28	100	60	SUBE ENTRE EL 80 Y 85% DE LA RESISTENCIA DE 28 DIAS																																																				
PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL HORMIGON DE ACUERDO A SU EDAD																																																																					
DIAS	%																																																																				
7	70 - 85																																																																				
14	85 - 90																																																																				
21	90 - 95																																																																				
28	100																																																																				
60	SUBE ENTRE EL 80 Y 85% DE LA RESISTENCIA DE 28 DIAS																																																																				
CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C.LTDA.																																																																					
 Ing. Julio Vargas Jiménez MAGISTER GEOTECNIA SENECYT 1006-2016-1664124																																																																					
URDENOR 1 MANZANA 108 SOLAR 15/ CDLA GUAYAQUIL MANZANA 11 SOLAR 18 - TELEFONOS 0994745821 cinserr@yahoo.com - jvargasjimenez@yahoo.com Guayaquil - Ecuador																																																																					

Anexo 11 Prueba a la compresión

 CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA		PAGINA 1	
LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales			
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO NORMA: NTE INEN 1573:2010 1 R; ASTM C-39			
FECHA: 04 de junio de 2019			
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"		
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN		
		TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA
ESPECIFICACIÓN			
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	Ø CILINDRO:	15,00 cm
RESISTENCIA:	LA INDICADA	H CILINDRO:	30,00cm
AGREGADOS FINOS:	ARENA	ÁREA CILINDRO:	78,54cm ²
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	T.M.A.G.	1"
AGUA:	LIMPIA		

ELEMENTO	Cilindro N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Porcentaje (%)
HORMIGON f _c = 280 Kg/cm ² (Incluye 1,76 Kg de fibra/m ³)	1	05/05/2019	12/05/2019	7	35000	198	71%
	2	05/05/2019	19/05/2019	14	42000	238	85%
	3	05/05/2019	26/05/2019	21	47000	266	95%
	4	05/05/2019	02/06/2019	28	50000	283	101%
HORMIGON f _c = 300 Kg/cm ² (Incluye 1,76 Kg de fibra/m ³)	1	06/05/2019	13/05/2019	7	37500	212	71%
	2	06/05/2019	20/05/2019	14	45500	257	86%
	3	06/05/2019	27/05/2019	21	51000	289	96%
	4	06/05/2019	03/06/2019	28	53500	303	101%

TIEMPO (días)	f _c = 280 Kg/cm ² (kg/cm ²)	f _c = 300 Kg/cm ² (kg/cm ²)
7	198	212
14	238	257
21	266	289
28	283	303

PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL HORMIGON DE ACUERDO A SU EDAD	
DIAS	%
7	70 - 85
14	85 - 90
21	90 - 95
28	100
60	SUBE ENTRE EL 10 Y 15% DE LA RESISTENCIA DE 28 DIAS

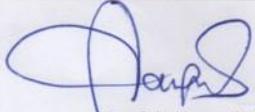


Ing. Julio Vargas Jiménez
MAGISTER GEOTECNIA
SENECYT 1006-2016-1664124

Anexo 12 Prueba a la compresión

 <p>CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA</p>		PAGINA 1 LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales					
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO NORMA: NTE INEN 1573:2010 1 R; ASTM C-39							
FECHA: 12 de junio de 2019							
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"						
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN						
		TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA				
ESPECIFICACIÓN							
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	Ø CILINDRO:	15,00 cm				
RESISTENCIA:	LA INDICADA	H CILINDRO:	30,00cm				
AGREGADOS FINOS:	ARENA	ÁREA CILINDRO:	78,54cm ²				
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	T.M.A.G.	1"				
AGUA:	LIMPIA						
ELEMENTO	Cilindro N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm²)	Porcentaje (%)
HORMIGON f _c = 280 Kg/cm ² (Incluye 2,35 Kg de fibra/m ³)	1	13/05/2019	20/05/2019	7	36000	204	73%
	2	13/05/2019	27/05/2019	14	43500	246	88%
	3	13/05/2019	03/06/2019	21	49000	277	99%
	4	13/05/2019	10/06/2019	28	52500	297	106%
HORMIGON f _c = 300 Kg/cm ² (Incluye 2,35 Kg de fibra/m ³)	1	14/05/2019	21/05/2019	7	39000	221	74%
	2	14/05/2019	28/05/2019	14	47500	269	90%
	3	14/05/2019	04/06/2019	21	52500	297	99%
	4	14/05/2019	11/06/2019	28	56500	320	107%

PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL HORMIGON DE ACUERDO A SU EDAD	
DIAS	%
7	70 - 85
14	85 - 90
21	90 - 95
28	100
60	SUBE ENTRE EL 10 Y 15% DE LA RESISTENCIA DE 28 DIAS



Ing. Julio Vargas Jiménez
MAGISTER GEOTECNIA
SENECYT 1006-2016-1664124

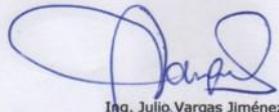
Anexo 13 Prueba a la compresión

 CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA		PAGINA 1	
LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales			
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO NORMA: NTE INEN 1573:2010 1 R; ASTM C-39			
FECHA: 12 de junio de 2019			
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"		
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN		
		TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA
ESPECIFICACIÓN			
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	Ø CILINDRO:	15,00 cm
RESISTENCIA:	LA INDICADA	H CILINDRO:	30,00cm
AGREGADOS FINOS:	ARENA	ÁREA CILINDRO:	78,54cm ²
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	T.M.A.G.	1"
AGUA:	LIMPIA		

ELEMENTO	Cilindro N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Días	Carga Máxima (Kg)	Esfuerzo (Kg/cm2)	Porcentaje (%)
HORMIGON f _c = 280 Kg/cm ² (Incluye 2,93 Kg de fibra/m ³)	1	20/05/2019	27/05/2019	7	35000	198	71%
	2	20/05/2019	03/06/2019	14	43500	246	88%
	3	20/05/2019	10/06/2019	21	48000	272	97%
	4	20/05/2019	17/06/2019	28	51000	289	103%
HORMIGON f _c = 300 Kg/cm ² (Incluye 2,93 Kg de fibra/m ³)	1	22/05/2019	29/05/2019	7	38500	218	73%
	2	22/05/2019	05/06/2019	14	47000	266	89%
	3	22/05/2019	12/06/2019	21	52000	294	98%
	4	22/05/2019	19/06/2019	28	54500	308	103%



PARAMETROS DE RESISTENCIA DEL HORMIGON DE ACUERDO A SU EDAD	
DIAS	%
7	70 - 85
14	85 - 90
21	90 - 95
28	100
60	SUBE ENTRE EL 10 Y 15% DE LA RESISTENCIA DE 28 DIAS


Ing. Julio Vargas Jiménez
 MAGISTER GEOTECNIA
 SENESYT 1006-2016-1664124

Anexo 14 Prueba a la flexión

 <p>CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA</p>	PAGINA 1 LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales
ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGÓN - MODULO DE ROTURA - (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS) NORMA: NTE INEN 2554; ASTM C-78-02	
FECHA: 15 de mayo de 2019	
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN
TIPO DE HORMIGON: DOSIFICADO EN CONCRETERA	
ESPECIFICACIÓN	
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.
RESISTENCIA:	LA INDICADA
AGREGADOS FINOS:	ARENA
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA
AGUA:	LIMPIA
LADO a :	15,00 cm
LADO b :	15,00 cm
LONGITUD :	51,00 cm
MOD. DE ROTURA = (MR)	$\frac{P \times L}{a \times b^2}$ (Kg/cm ²)

ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Dias	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla
HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (1,17 Kg de fibra/m ³)	1	15/04/2019	22/04/2019	7	2035	30,75	3,01	Tercio medio
	2	15/04/2019	29/04/2019	14	2090	31,58	3,10	Tercio medio
	3	15/04/2019	06/05/2019	21	2150	32,49	3,19	Tercio medio
	4	15/04/2019	13/05/2019	28	2200	33,24	3,26	Tercio medio
HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (1,17 Kg de fibra/m ³)	1	16/04/2019	23/04/2019	7	2070	31,28	3,07	Tercio medio
	2	16/04/2019	30/04/2019	14	2150	32,49	3,19	Tercio medio
	3	16/04/2019	07/05/2019	21	2220	33,55	3,29	Tercio medio
	4	16/04/2019	14/05/2019	28	2275	34,38	3,37	Tercio medio



RESISTENCIA VS TIEMPO

MODULO DE ROTURA (kg/cm²) vs TIEMPO (dias)

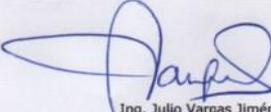
Legend: —●— $f_c = 280$ Kg/cm² —■— $f_c = 300$ Kg/cm²



Ing. Julio Vargas Jiménez
 MAGISTER GEOTECNIA
 SENEYCIT 1006-2016-1664124

CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS
CINSER C.LTDA.

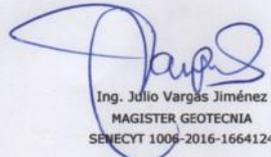
Anexo 15 Prueba a la flexión

 <p>CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA</p>		PAGINA 1																																																																												
<p>LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales</p>																																																																														
<p>ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON - MODULO DE ROTURA - (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS) NORMA: NTE INEN 2554; ASTM C-78-02</p>																																																																														
FECHA: 04 de junio de 2019																																																																														
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"																																																																													
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN																																																																													
	TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA																																																																												
ESPECIFICACIÓN																																																																														
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	LADO a :	15,00 cm																																																																											
RESISTENCIA:	LA INDICADA	LADO b :	15,00 cm																																																																											
AGREGADOS FINOS:	ARENA	LONGITUD :	51,00 cm																																																																											
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	$\text{MOD. DE ROTURA (MR)} = \frac{P \times L}{a \times b^2} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$																																																																												
AGUA:	LIMPIA																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>Viga N°</th> <th>Fecha Toma de Muestra</th> <th>Fecha de Rotura</th> <th>Edad Días</th> <th>Carga Máxima (Kg)</th> <th>Modulo de Rótura (Kg/cm²)</th> <th>Modulo de Rótura (MPa)</th> <th>Sección de Falla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">HORMIGON $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ (1,76 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>05/05/2019</td> <td>12/05/2019</td> <td>7</td> <td>2150</td> <td>32,49</td> <td>3,19</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>05/05/2019</td> <td>19/05/2019</td> <td>14</td> <td>2300</td> <td>34,76</td> <td>3,41</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>05/05/2019</td> <td>26/05/2019</td> <td>21</td> <td>2520</td> <td>38,08</td> <td>3,73</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>05/05/2019</td> <td>02/06/2019</td> <td>28</td> <td>2650</td> <td>40,04</td> <td>3,93</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">HORMIGON $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ (1,76 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>06/05/2019</td> <td>13/05/2019</td> <td>7</td> <td>2200</td> <td>33,24</td> <td>3,26</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>06/05/2019</td> <td>20/05/2019</td> <td>14</td> <td>2400</td> <td>36,27</td> <td>3,56</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>06/05/2019</td> <td>27/05/2019</td> <td>21</td> <td>2600</td> <td>39,29</td> <td>3,85</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>06/05/2019</td> <td>03/06/2019</td> <td>28</td> <td>2750</td> <td>41,56</td> <td>4,07</td> <td>Tercio medio</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Días	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla	HORMIGON $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ (1,76 Kg de fibra/m ³)	1	05/05/2019	12/05/2019	7	2150	32,49	3,19	Tercio medio	2	05/05/2019	19/05/2019	14	2300	34,76	3,41	Tercio medio	3	05/05/2019	26/05/2019	21	2520	38,08	3,73	Tercio medio	4	05/05/2019	02/06/2019	28	2650	40,04	3,93	Tercio medio	HORMIGON $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ (1,76 Kg de fibra/m ³)	1	06/05/2019	13/05/2019	7	2200	33,24	3,26	Tercio medio	2	06/05/2019	20/05/2019	14	2400	36,27	3,56	Tercio medio	3	06/05/2019	27/05/2019	21	2600	39,29	3,85	Tercio medio	4	06/05/2019	03/06/2019	28	2750	41,56	4,07	Tercio medio
ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Días	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla																																																																						
HORMIGON $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ (1,76 Kg de fibra/m ³)	1	05/05/2019	12/05/2019	7	2150	32,49	3,19	Tercio medio																																																																						
	2	05/05/2019	19/05/2019	14	2300	34,76	3,41	Tercio medio																																																																						
	3	05/05/2019	26/05/2019	21	2520	38,08	3,73	Tercio medio																																																																						
	4	05/05/2019	02/06/2019	28	2650	40,04	3,93	Tercio medio																																																																						
HORMIGON $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ (1,76 Kg de fibra/m ³)	1	06/05/2019	13/05/2019	7	2200	33,24	3,26	Tercio medio																																																																						
	2	06/05/2019	20/05/2019	14	2400	36,27	3,56	Tercio medio																																																																						
	3	06/05/2019	27/05/2019	21	2600	39,29	3,85	Tercio medio																																																																						
	4	06/05/2019	03/06/2019	28	2750	41,56	4,07	Tercio medio																																																																						
 <p>RESISTENCIA VS TIEMPO</p> <p>El gráfico muestra el módulo de rotura (kg/cm²) en función del tiempo (días) para dos tipos de hormigón: $f_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ (línea azul) y $f_c = 300 \text{ Kg/cm}^2$ (línea roja). Los datos corresponden a los valores de carga máxima y módulo de rotura de la tabla adjunta.</p>																																																																														
 Ing. Julio Vargas Jiménez MAGISTER GEOTECNIA SENECYT 1006-2016-1664124		CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C.LTDA.																																																																												

Anexo 16 Prueba a la flexión

 <p>CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA</p>		PAGINA 1																																																																												
LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales																																																																														
ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGÓN - MODULO DE ROTURA - (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS) NORMA: NTE INEN 2554; ASTM C-78-02																																																																														
FECHA: 11 de junio de 2019																																																																														
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"																																																																													
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN																																																																													
	TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA																																																																												
ESPECIFICACIÓN																																																																														
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	LADO a :	15,00 cm																																																																											
RESISTENCIA:	LA INDICADA	LADO b :	15,00 cm																																																																											
AGREGADOS FINOS:	ARENA	LONGITUD :	51,00 cm																																																																											
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	MOD. DE ROTURA = $\frac{P \times L}{a \times b^2}$ (Kg/cm ²)																																																																												
AGUA:	LIMPIA																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>Viga N°</th> <th>Fecha Toma de Muestra</th> <th>Fecha de Rotura</th> <th>Edad Días</th> <th>Carga Máxima (Kg)</th> <th>Modulo de Rótura (Kg/cm²)</th> <th>Modulo de Rótura (MPa)</th> <th>Sección de Falla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm² (2,35 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>13/05/2019</td> <td>20/05/2019</td> <td>7</td> <td>2420</td> <td>36,57</td> <td>3,59</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>13/05/2019</td> <td>27/05/2019</td> <td>14</td> <td>2550</td> <td>38,53</td> <td>3,78</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>13/05/2019</td> <td>03/06/2019</td> <td>21</td> <td>2650</td> <td>40,04</td> <td>3,93</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>13/05/2019</td> <td>10/06/2019</td> <td>28</td> <td>2775</td> <td>41,93</td> <td>4,11</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm² (2,35 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>14/05/2019</td> <td>21/05/2019</td> <td>7</td> <td>2500</td> <td>37,78</td> <td>3,70</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>14/05/2019</td> <td>28/05/2019</td> <td>14</td> <td>2650</td> <td>40,04</td> <td>3,93</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>14/05/2019</td> <td>04/06/2019</td> <td>21</td> <td>2750</td> <td>41,56</td> <td>4,07</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>14/05/2019</td> <td>11/06/2019</td> <td>28</td> <td>2850</td> <td>43,07</td> <td>4,22</td> <td>Tercio medio</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Días	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla	HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (2,35 Kg de fibra/m ³)	1	13/05/2019	20/05/2019	7	2420	36,57	3,59	Tercio medio	2	13/05/2019	27/05/2019	14	2550	38,53	3,78	Tercio medio	3	13/05/2019	03/06/2019	21	2650	40,04	3,93	Tercio medio	4	13/05/2019	10/06/2019	28	2775	41,93	4,11	Tercio medio	HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (2,35 Kg de fibra/m ³)	1	14/05/2019	21/05/2019	7	2500	37,78	3,70	Tercio medio	2	14/05/2019	28/05/2019	14	2650	40,04	3,93	Tercio medio	3	14/05/2019	04/06/2019	21	2750	41,56	4,07	Tercio medio	4	14/05/2019	11/06/2019	28	2850	43,07	4,22	Tercio medio
ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Días	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla																																																																						
HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (2,35 Kg de fibra/m ³)	1	13/05/2019	20/05/2019	7	2420	36,57	3,59	Tercio medio																																																																						
	2	13/05/2019	27/05/2019	14	2550	38,53	3,78	Tercio medio																																																																						
	3	13/05/2019	03/06/2019	21	2650	40,04	3,93	Tercio medio																																																																						
	4	13/05/2019	10/06/2019	28	2775	41,93	4,11	Tercio medio																																																																						
HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (2,35 Kg de fibra/m ³)	1	14/05/2019	21/05/2019	7	2500	37,78	3,70	Tercio medio																																																																						
	2	14/05/2019	28/05/2019	14	2650	40,04	3,93	Tercio medio																																																																						
	3	14/05/2019	04/06/2019	21	2750	41,56	4,07	Tercio medio																																																																						
	4	14/05/2019	11/06/2019	28	2850	43,07	4,22	Tercio medio																																																																						
																																																																														
			CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C.LTDA.																																																																											
 <p>Ing. Julio Vargas Jiménez MAGISTER GEOTECNIA SENECYT 1006-2016-1664124</p>																																																																														

Anexo 17 Prueba a la flexión

 <p>CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C. LTDA</p>		PAGINA 1																																																																																	
<p>LABORATORIO Suelos - Rocas - Pavimentos - Materiales</p>																																																																																			
<p>ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION DEL HORMIGON - MODULO DE ROTURA - (UTILIZANDO UNA VIGA SIMPLE CON CARGA EN LOS TERCIOS) NORMA: NTE INEN 2554; ASTM C-78-02</p>																																																																																			
FECHA: 20 de junio de 2019																																																																																			
PROYECTO:	TEMA DE TITULACION: "FIBRA PROVENIENTE DE SORBETES EN LA ELABORACION DE HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO"																																																																																		
AUTORES:	KEVIN ZAMBRANO VERA & RONNIE JIMÉNEZ MERCHAN																																																																																		
	TIPO DE HORMIGON:	DOSIFICADO EN CONCRETERA																																																																																	
ESPECIFICACIÓN																																																																																			
CEMENTO:	ROCAFUERTE TIPO G.U.	LADO a :	15,00 cm																																																																																
RESISTENCIA:	LA INDICADA	LADO b :	15,00 cm																																																																																
AGREGADOS FINOS:	ARENA	LONGITUD :	51,00 cm																																																																																
AGREGADOS GRUESOS:	PIEDRA TRITURADA	MOD. DE ROTURA = $\frac{P \times L}{a \times b^2}$ (Kg/cm ²)																																																																																	
AGUA:	LIMPIA																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO</th> <th>Viga N°</th> <th>Fecha Toma de Muestra</th> <th>Fecha de Rotura</th> <th>Edad Días</th> <th>Carga Máxima (Kg)</th> <th>Modulo de Rótura (Kg/cm²)</th> <th>Modulo de Rótura (MPa)</th> <th>Sección de Falla</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm² (2,93 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>20/05/2019</td> <td>27/05/2019</td> <td>7</td> <td>2050</td> <td>30,98</td> <td>3,04</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20/05/2019</td> <td>03/06/2019</td> <td>14</td> <td>2290</td> <td>34,60</td> <td>3,39</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20/05/2019</td> <td>10/06/2019</td> <td>21</td> <td>2550</td> <td>38,53</td> <td>3,78</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>20/05/2019</td> <td>17/06/2019</td> <td>28</td> <td>2800</td> <td>42,31</td> <td>4,15</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm² (2,93 Kg de fibra/m³)</td> <td>1</td> <td>22/05/2019</td> <td>29/05/2019</td> <td>7</td> <td>2090</td> <td>31,58</td> <td>3,10</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>22/05/2019</td> <td>05/06/2019</td> <td>14</td> <td>2400</td> <td>36,27</td> <td>3,56</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>22/05/2019</td> <td>12/06/2019</td> <td>21</td> <td>2700</td> <td>40,80</td> <td>4,00</td> <td>Tercio medio</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>22/05/2019</td> <td>19/06/2019</td> <td>28</td> <td>2920</td> <td>44,12</td> <td>4,33</td> <td>Tercio medio</td> </tr> </tbody> </table>									ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Días	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla	HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (2,93 Kg de fibra/m ³)	1	20/05/2019	27/05/2019	7	2050	30,98	3,04	Tercio medio	2	20/05/2019	03/06/2019	14	2290	34,60	3,39	Tercio medio	3	20/05/2019	10/06/2019	21	2550	38,53	3,78	Tercio medio	4	20/05/2019	17/06/2019	28	2800	42,31	4,15	Tercio medio	HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (2,93 Kg de fibra/m ³)	1	22/05/2019	29/05/2019	7	2090	31,58	3,10	Tercio medio	2	22/05/2019	05/06/2019	14	2400	36,27	3,56	Tercio medio	3	22/05/2019	12/06/2019	21	2700	40,80	4,00	Tercio medio	4	22/05/2019	19/06/2019	28	2920	44,12	4,33	Tercio medio
ELEMENTO	Viga N°	Fecha Toma de Muestra	Fecha de Rotura	Edad Días	Carga Máxima (Kg)	Modulo de Rótura (Kg/cm ²)	Modulo de Rótura (MPa)	Sección de Falla																																																																											
HORMIGON $f_c = 280$ Kg/cm ² (2,93 Kg de fibra/m ³)	1	20/05/2019	27/05/2019	7	2050	30,98	3,04	Tercio medio																																																																											
	2	20/05/2019	03/06/2019	14	2290	34,60	3,39	Tercio medio																																																																											
	3	20/05/2019	10/06/2019	21	2550	38,53	3,78	Tercio medio																																																																											
	4	20/05/2019	17/06/2019	28	2800	42,31	4,15	Tercio medio																																																																											
HORMIGON $f_c = 300$ Kg/cm ² (2,93 Kg de fibra/m ³)	1	22/05/2019	29/05/2019	7	2090	31,58	3,10	Tercio medio																																																																											
	2	22/05/2019	05/06/2019	14	2400	36,27	3,56	Tercio medio																																																																											
	3	22/05/2019	12/06/2019	21	2700	40,80	4,00	Tercio medio																																																																											
	4	22/05/2019	19/06/2019	28	2920	44,12	4,33	Tercio medio																																																																											
<p>RESISTENCIA VS TIEMPO</p> 																																																																																			
<p>CONSULTORIA, INGENIERIA Y SERVICIOS CINSER C.LTDA.</p>																																																																																			
 <p>Ing. Julio Vargas Jiménez MAGISTER GEOTECNIA SENECYT 1006-2016-1664124</p>																																																																																			