

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**CONCRETO CON REFUERZO DE FIBRA DE BETARRAGA**  
**PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach.: RIVERA GUERRERO, MÁXIMO ISAAC**

**Bach.: SALDAÑA VILLALTA, ROSARIO DEL PILAR**

**ASESORA: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET**

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

La investigación la dedico a mis padres Raúl y Paula, a mis hermanos Paulo, Mia y Patricia y a mis sobrinos Amanda y Tobías que son la fuente inagotable de mi alegría.

Rivera Guerrero, Máximo Isaac

## **DEDICATORIA**

La investigación la dedico a mis padres Víctor y María, a mi hermana Carmen y mi sobrino Mike, por sus constantes consejos y apoyo, por ser mi fortaleza diaria y lo más lindo que me dio la vida.

Saldaña Villalta, Rosario Del Pilar

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro cordial agradecimiento a nuestra universidad y la Escuela de Ingeniería Civil, por habernos instruido en esta maravillosa carrera, a nuestra asesora de tesis, Mg. Ing. Liliana Chavarría Reyes, por su confianza y asesoría profesional. A nuestra coordinadora Ing. Jackeline Escobar Serrano y a nuestro metodólogo Ing. Carlos Chavarry por haber contribuido con el desarrollo de la presente tesis.

Rivera Máximo – Saldaña Rosario

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	xiii
<b>ABSTRACT</b>	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Importancia y Justificación del estudio	3
1.5. Limitaciones	4
1.6. Viabilidad	4
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO</b>	5
2.1. Marco histórico	5
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.3. Estructura teórica y científica	11
2.4. Definición de términos básicos	12
2.5. Fundamentos teóricos que sustentan a las hipótesis	18
2.6. Hipótesis	18
2.6.1. Hipótesis general	18
2.6.2. Hipótesis específicas	18
2.7. Variables	18
2.7.1. Variable independiente	18
2.7.2. Variable dependiente	19
2.8. Operacionalización de variables	19
<b>CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO</b>	20
3.1. Tipo, método, nivel y diseño de la investigación	20
3.2. Población y muestra	20
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.4. Descripción de procedimientos de análisis	25

<b>CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	28
4.1. Análisis e interpretación de los agregados	28
4.1.1. Propiedades del agregado fino	28
4.1.2. Propiedades del agregado grueso	45
4.2. Diseño de mezcla	61
4.3. Ensayos de concreto fresco	69
4.3.1. Asentamiento (Slump)	69
4.3.2. Peso unitario del concreto	71
4.4. Ensayos de concreto endurecido	72
4.4.1. Resistencia a compresión	72
4.4.2. Resistencia a tracción	80
4.4.3. Resistencia a flexión	87
4.5. Potencial de fisuración	98
4.6. Presentación de resultados de ensayos de compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración	108
4.7. Interpretación de resultados de ensayos de compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración	109
4.8. Contrastación de hipótesis	110
4.9. Discusión de resultados	133
<b>CONCLUSIONES</b>	134
<b>RECOMENDACIONES</b>	135
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	136
<b>ANEXOS</b>	139

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°01: Operacionalización de variables	19
Tabla N°02: Muestra para ensayos de probetas, vigas y losas	21
Tabla N°03: Granulometría de Agregado Fino – Muestra 1	29
Tabla N°04: Granulometría de Agregado Fino – Muestra 2	30
Tabla N°05: Granulometría de Agregado Fino – Muestra 3	31
Tabla N°06: Promedio de Módulo de finura Agregado Fino	32
Tabla N°07: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra 1	33
Tabla N°08: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra 2	34
Tabla N°09: Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra 3	35
Tabla N°10: Promedio de Peso Unitario del Agregado Fino	36
Tabla N°11: Material que Pasa el Tamiz N°200 – Muestra 1	36
Tabla N°12: Material que Pasa el Tamiz N°200 – Muestra 2	37
Tabla N°13: Material que Pasa el Tamiz N°200 – Muestra 3	37
Tabla N°14: Promedio de Material que Pasa el Tamiz N°200	38
Tabla N°15: Contenido de Humedad del Agregado Fino – Muestra 1	38
Tabla N°16: Contenido de Humedad del Agregado Fino – Muestra 2	39
Tabla N°17: Contenido de Humedad del Agregado Fino – Muestra 3	39
Tabla N°18: Promedio de Contenido de Humedad del Agregado Fino	40
Tabla N°19: Peso Específico del Agregado Fino – Muestra 1	41
Tabla N°20: Peso Específico del Agregado Fino – Muestra 2	42
Tabla N°21: Peso Específico del Agregado Fino – Muestra 3	43
Tabla N°22: Promedios Peso Específico del Agregado Fino	44
Tabla N°23: Resumen de propiedades del Agregado Fino	44
Tabla N°24: Granulometría del Agregado Grueso – Muestra 1	45
Tabla N°25: Granulometría del Agregado Grueso – Muestra 2	46
Tabla N°26: Granulometría del Agregado Grueso – Muestra 3	47
Tabla N°27: Promedio de Módulo de Finura del Agregado Grueso	48
Tabla N°28: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 1	49
Tabla N°29: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 2	50
Tabla N°30: Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 3	51

Tabla N°31: Promedio de Peso Unitario del Agregado Grueso	52
Tabla N°32: Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso – Muestra 1	52
Tabla N°33: Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso – Muestra 2	53
Tabla N°34: Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso – Muestra 3	53
Tabla N°35: Promedio de Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso	54
Tabla N°36: Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Muestra 1	54
Tabla N°37: Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Muestra 2	55
Tabla N°38: Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Muestra 3	55
Tabla N°39: Promedio de Contenido de Humedad del Agregado Grueso	56
Tabla N°40: Peso Específico del Agregado Grueso – Muestra 1	57
Tabla N°41: Peso Específico del Agregado Grueso – Muestra 2	58
Tabla N°42: Peso Específico del Agregado Grueso – Muestra 3	59
Tabla N°43: Promedios del Peso Específico del Agregado Grueso	60
Tabla N°44: Resumen de propiedades del Agregado Grueso	60
Tabla N°45: Diseño de mezclas del concreto (Tabla 10.1)	61
Tabla N°46: Diseño de mezclas del concreto (Tabla 2.1)	62
Tabla N°47: Diseño de mezclas del concreto (Tabla 3.1)	63
Tabla N°48: Diseño de mezclas del concreto (Tabla 5.2)	64
Tabla N°49: Ensayo de asentamiento	71
Tabla N°50: Ensayo de peso unitario del concreto	72
Tabla N°51: Resultados de rotura de probetas a compresión a 3 días	
convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	74
Tabla N°52: Resultados de rotura de probetas a compresión a 7 días	
convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	75
Tabla N°53: Resultados de rotura de probetas a compresión a 14 días	
convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	76
Tabla N°54: Resultados de rotura de probetas a compresión a 28 días	
convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	77
Tabla N°55: Resultados de rotura de probetas a tracción a 3 días convencional,	
con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	81
Tabla N°56: Resultados de rotura de probetas a tracción a 7 días convencional,	
con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	82

Tabla N°57: Resultados de rotura de probetas a tracción a 14 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	83
Tabla N°58: Resultados de rotura de probetas a tracción a 28 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	84
Tabla N°59: Resultados de rotura de vigas a flexión para 3 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	88
Tabla N°60: Resultados de rotura de vigas a flexión para 7 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	90
Tabla N°61: Resultados de rotura de vigas a flexión para 14 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	92
Tabla N°62: Resultados de rotura de vigas a flexión para 28 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga	94
Tabla N°63: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	99
Tabla N°64: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	100
Tabla N°65: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	100
Tabla N°66: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 1,5% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	101
Tabla N°67: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 1,5% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	102
Tabla N°68: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 1,5% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	102
Tabla N°69: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 3,0% de fibra de betarraga (M3) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	103
Tabla N°70: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 3,0% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	104
Tabla N°71: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 3,0% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	104
Tabla N°72: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 6,0% de fibra de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	105
Tabla N°73: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 6,0% de fibra de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	106

Tabla N°74: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 6,0% de fibra de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	106
Tabla N°75: Resultados Potencial de fisuración de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	107
Tabla N°76: Resultados de ensayo de compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración	108
Tabla N°77: Resultados de la resistencia a compresión con fibra de betarraga (28 días)	110
Tabla N°78: Resultados Estadísticos descriptivos	111
Tabla N°79: Coeficientes de la recta de regresión	112
Tabla N°80: Resultados de la resistencia a tracción con fibra de betarraga (28 días)	114
Tabla N°81: Resultados Estadísticos descriptivos	114
Tabla N°82: Coeficientes de la recta de regresión	116
Tabla N°83: Resultados de la resistencia a flexión con fibra de betarraga (28 días)	118
Tabla N°84: Resultados Estadísticos descriptivos	118
Tabla N°85: Coeficientes de la recta de regresión	120
Tabla N°86: Potencial de fisuración en función a los diseños de mezcla	122
Tabla N°87: Potencial de fisuración para dosificación de 1,5% de fibra de betarraga	122
Tabla N°88: Resultados estadísticos descriptivos	123
Tabla N°89: Coeficientes de la recta de regresión	124
Tabla N°90: Potencial de fisuración para dosificación de 1,5% de fibra de betarraga	126
Tabla N°91: Resultados estadísticos descriptivos	126
Tabla N°92: Coeficientes de la recta de regresión	128
Tabla N°93: Potencial de fisuración para dosificación de 1,5% de fibra de betarraga	129
Tabla N°94: Resultados estadísticos descriptivos	130
Tabla N°95: Coeficientes de la recta de regresión	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Diagrama de flujo	18
Figura N° 02: Mezcladora de concreto	22
Figura N° 03: Máquina de compresión axial	22
Figura N° 04: Máquina de flexión	23
Figura N° 05: Balanza digital	23
Figura N° 06: Horno de secado	24
Figura N° 07: Curva de gradación	25
Figura N° 08: Tabla en Excel	26
Figura N° 09: Comparativo de resistencia a flexión (28 días)	26
Figura N° 10: Histograma	27
Figura N° 11: Regresión lineal	27
Figura N° 12: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado fino – F1	29
Figura N° 13: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado fino – F2	30
Figura N° 14: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado fino – F3	31
Figura N° 15: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado grueso – G1	45
Figura N° 16: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado grueso – G2	46
Figura N° 17: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado grueso – G3	47
Figura N° 18: Ensayo cono de Abrams	70
Figura N° 19: Medición de asentamiento	70
Figura N° 20: Ensayo de probetas a compresión en el laboratorio de ensayo de materiales	73
Figura N° 21: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (3 días)	74
Figura N° 22: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (7 días)	75
Figura N° 23: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (14 días)	76
Figura N° 24: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (28 días)	77

Figura N° 25: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	78
Figura N° 26: Ensayo de probetas a tracción en el laboratorio de ensayo de materiales	80
Figura N° 27: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (3 días)	81
Figura N° 28: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (7 días)	82
Figura N° 29: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (14 días)	83
Figura N° 30: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (28 días)	84
Figura N° 31: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	85
Figura N° 32: Ensayo de vigas a flexión en el laboratorio de ensayo de materiales	87
Figura N° 33: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (3 días)	89
Figura N° 34: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (7 días)	91
Figura N° 35: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (14 días)	93
Figura N° 36: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (28 días)	95
Figura N° 37: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	96
Figura N° 38: Losas en estado de fraguado sometido a la temperatura	98
Figura N° 39: Fisura losa 01 muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	99
Figura N° 40: Fisura losa 01 muestra fibra con 1,5% de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	101
Figura N° 41: Fisura losa 01 muestra fibra con 3,0% de betarraga (M3) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	103
Figura N° 42: Fisura losa 01 muestra fibra con 6,0% de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	105
Figura N° 43: Gráfico comparativo de potencial de fisuración para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	107
Figura N° 44: Histograma del ensayo de resistencia a la compresión	111
Figura N° 45: Distribución normal de Gauss	112
Figura N° 46: Modelo de regresión lineal de resistencia a la compresión	113
Figura N° 47: Histograma del ensayo de resistencia a la tracción	115
Figura N° 48: Distribución normal de Gauss	115

Figura N° 49: Modelo de regresión lineal de resistencia a la tracción	117
Figura N° 50: Histograma del ensayo de resistencia a flexión	119
Figura N° 51: Distribución normal de Gauss	119
Figura N° 52: Modelo de regresión lineal de resistencia a flexión	121
Figura N° 53: Histograma del potencial de fisuración	123
Figura N° 54: Distribución normal de Gauss	124
Figura N°55: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración	125
Figura N°56: Histograma del potencial de fisuración	127
Figura N°57: Distribución normal de Gauss	127
Figura N°58: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración	129
Figura N°59: Histograma del potencial de fisuración	131
Figura N°60: Distribución normal de Gauss	131
Figura N°61: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración	133

## RESUMEN

La fibra de betarraga es un recurso poco aprovechado por la industria en el país, pese a las buenas propiedades que presenta, por lo que la investigación tuvo como objetivo determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga para aumentar la resistencia mecánica del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

La investigación presentó una metodología de investigación aplicada de enfoque cuantitativo, con un nivel de estudio descriptivo y método inductivo que se realizó debido a que estudios europeos han demostrado que al utilizar concreto reforzado con fibras de betarraga se mejora la resistencia del concreto utilizando este refuerzo (betarraga).

El concreto en el transcurso del tiempo puede presentar fisuras y fallas, por ello se diseñó mezclas de fibra de betarraga para mejorar las resistencias mecánicas del concreto adoptando 3 dosificaciones (1,5; 3,0 y 6,0 % en función al volumen del agregado fino) con edades de 3, 7, 14 y 28 días, resistencia de diseño de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> por lo que se concluye que en los ensayos a compresión, tracción y flexión la mezcla de concreto con fibra de betarraga aumenta 5,77%; 3,22% y 9,08% respectivamente, es decir aumenta en menor porcentaje la resistencia del concreto con respecto a la muestra patrón; por lo contrario en el ensayo de potencial de fisuración, presentó como resultado que las fisuras en las losas ensayadas al agregar fibra de betarraga disminuyen 74,96% con respecto a la muestra patrón.

Palabras clave: Fibra de betarraga, reducción de fisuras, contracción plástica, diseño de concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, potencial de fisuración.

## ABSTRACT

The fiber of betarraga is a resource little used by the industry in the country, despite the good properties it presents, so the research aimed to determine the dosage of concrete with fiber of betarraga to increase the mechanical strength of the concrete of 210 kg / cm<sup>2</sup>.

The research presented an applied research methodology with a quantitative approach, with a level of descriptive study and inductive method that was carried out because European studies have shown that using reinforced concrete with betarraga fibers improves the strength of concrete using this reinforcement (betarraga).

The concrete in the course of time can present cracks and failures, therefore mixtures of betarraga fiber were designed to improve the mechanical strength of the concrete by adopting 3 dosages (1,5; 3,0 and 6,0% depending on the volume of the fine aggregate) with ages of 3, 7, 14 and 28 days, concrete design resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup> so it is concluded that in compression, tensile and flexural tests the mixture of concrete with beet fiber increases 5,77%; 3,22% and 9,08% respectively, that is to say the resistance of concrete with respect to the standard sample increases in a smaller percentage; on the contrary, in the cracking potential test, it presented as a result that the cracks in the slabs tested by adding beet fiber decrease 74,96% with respect to the standard sample.

Keywords: Beet fiber, crack reduction, plastic shrinkage, concrete design, compressive strength, tensile strength, flexural strength, cracking potent

# INTRODUCCIÓN

La investigación estudia el diseño del concreto reforzado con fibra de betarraga para la reducción de grietas y fisuras por contracción plástica, con la cual se busca mejorar la calidad del concreto (durabilidad, resistencia), el costo e innovar el desarrollo del mismo buscando otros materiales que puedan reemplazar al cemento que es muy dañino en el impacto ambiental.

Las fibras naturales se han ido usando como refuerzo en el concreto en muchos países subdesarrollados para aminorar los costos a la hora de elaborar el concreto. En nuestro caso utilizaremos la fibra de betarraga como refuerzo del concreto para diseñar y ensayar probetas y vigas en dosificaciones de 1,5%; 3,0% y 6,0% en función al volumen del agregado fino; entre las mejoras se debe de observar la reducción de fisuras por contracción plástica en losas, el incremento de la resistencia a compresión, tracción y flexión.

En el capítulo 1: Planteamiento del problema, se describe el problema general y específico, objetivo general y específico, también se define la importancia, limitaciones y viabilidad de la tesis.

En el capítulo 2: Marco teórico, antecedentes del estudio en el ámbito nacional e internacional los cuales sirven como base para la discusión, también las bases teóricas, la definición de términos básicos y se plantea las hipótesis, variables y operacionalización de variables.

En el capítulo 3: Marco metodológico, tipo, método, nivel y diseño, se define la población y muestra, así mismo técnicas e instrumentos de recolección de datos y descripción de procedimiento de análisis.

En el capítulo 4: Presentación y análisis de resultados de la investigación, presentación de resultados de las características de los agregados finos y grueso y se desarrolla el diseño de mezcla por el método de combinación de agregados, ensayos a compresión, tracción y flexión, potencial de fisuración y contrastación de hipótesis.

En el capítulo 5: Se implementa las discusiones, conclusiones y recomendaciones de los resultados de la investigación.

# **CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Descripción del problema:**

En la actualidad, la vida útil del hormigón armado se estima en cien años, momento a partir del cual los costos de mantenimiento se disparan debido a la aparición de grietas y el deterioro de las varillas de refuerzo. Debido a ello, hay numerosos grupos de investigación dedicados al desarrollo de nuevas tecnologías que mejoren su durabilidad. Algunas de las propuestas se basan en la adición de nanoplaquetas de grafeno, tal como anunció recientemente la Universidad de Exeter (Reino Unido). Dicho esto, la producción industrial de grafeno sigue siendo un proceso relativamente complejo y caro. ¿Por qué no buscar ingredientes más baratos y abundantes para mejorar la receta y conseguir el material de construcción del futuro? El profesor Mohamed Saafi, que ha encabezado el estudio, llegó a la conclusión de que se podía recurrir a nanoplaquetas sintetizadas a partir de los residuos de zanahorias y betarragas utilizadas en la industria alimentaria.

Al añadir las nanoplaquetas de betarraga a la mezcla de concreto, se favorece la generación de silicato cálcico hidratado, uno de los productos de la hidratación del cemento Portland, que proporciona su dureza al hormigón, ello permite el aumento en el nivel de resistencia de la mezcla para compresión, tracción, flexión y la reducción del potencial de fisuración, estos ensayos beneficiaran a las construcciones futuras del Perú.

La necesidad de buscar un nuevo material menos contaminante (cemento) y más resistente en Perú, nos hará investigar la adición de las fibras de betarraga en el diseño de la mezcla de concreto. Esta investigación se llevará a cabo en el laboratorio de materiales de la Universidad Ricardo Palma y tendrá como principal objetivo determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga (1,5%; 3,0% y 6,0%) para aumentar la resistencia del concreto.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general:**

¿En qué medida la dosificación del concreto con fibra de betarraga influye en la resistencia del concreto?

### **1.2.2. Problemas específicos:**

- a) ¿En qué medida la dosificación de la fibra de betarraga influye en la contracción plástica del concreto?
- b) ¿De qué manera los diseños de mezcla con fibra de betarraga influye en la resistencia del concreto?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general:**

Determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga para aumentar la resistencia del concreto.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- a) Determinar la dosificación de la fibra de betarraga para disminuir la contracción plástica del concreto.
- b) Diseñar mezclas con fibra de betarraga para aumentar la resistencia del concreto.

### **1.4. Importancia y justificación del estudio**

Conveniencia:

La investigación es conveniente ya que está enfocada en el diseño de mezclas de concreto con fibras de betarraga que aumenta la resistencia a la compresión del concreto.

Relevancia Social:

La investigación presenta una relevancia social ya que facilitará una opción más conveniente para enfrentar el problema del deterioro y fallas de las estructuras de las edificaciones, obteniendo como resultado construcciones de mejor calidad para la sociedad, así mismo al utilizar fibras de betarraga se disminuye la cantidad de cemento que es tan contaminante para la capa de ozono.

Aplicaciones prácticas:

El proyecto de tesis permitirá reducir la cantidad de cemento empleada en el diseño de mezclas de concreto, ya que será reemplazada en cierta proporción por la fibra de betarraga, por lo que se reducirá la emisión de CO<sub>2</sub> que emite la producción del cemento y se logrará beneficios medioambientales.

Utilidad metodológica:

El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías ya aprendidas y normadas para realizar ensayos a las probetas de concreto alcanzando datos como: datos comparativos de resistencia del concreto convencional y del concreto añadiendo fibras de betarraga.

### **1.5. Limitaciones**

Nuestro proyecto de tesis ha presentado diferentes restricciones, que detallaremos a continuación:

- Al realizar los diseños con fibras de betarraga no contamos con un modelo para poder contrastar los resultados obtenidos y observar si presenta una mejora. Sin embargo, nos basamos en fuentes de información con similar contenido, por ejemplo: coco, cabuya, vidrio, etc.
- Según los estudios de la Universidad de Lancaster, se observó que sus diseños se realizaron con betarraga azucarera, la cual es difícil de conseguir en el Perú. Por tal motivo, nuestro proyecto de tesis se basa en el uso de betarraga común (betabel) para aumentar la resistencia del concreto.

### **1.6. Viabilidad**

La presente tesis es viable debido a que se utilizará fibras de betarraga (beta vulgaris), siendo este vegetal fácil de conseguir para el objetivo planteado y se explicará a través de fuentes de información físicas y digitales. La recopilación de datos se hizo durante el periodo de estudio definitivo del proyecto, estos son necesarios para la elaboración e interpretación de los resultados.

## CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Marco Histórico

El concreto (u hormigón) comenzó a utilizarse desde épocas primitivas. En la búsqueda de un espacio para vivir, el hombre desarrolló técnicas precarias de construcción.

Desde el 7000 a.C., distintas civilizaciones - como los persas, los babilonios y los sumerios- edificaron ciudades humanas al borde de los ríos.

Para levantar los muros de las viviendas, cocinaban la piedra caliza a fin de obtener la cal. Luego, la mezclaban con derivados de los animales (yema de huevo, manteca de cerdo). Así obtenían los morteros, mezclas aptas para la construcción. Con el paso del tiempo, fueron los egipcios los que desarrollaron estas técnicas.

Para construir las pirámides, realizaban mezclas de materiales compuestos – arena, piedras, paja, arcilla del Río Nilo- para obtener los ladrillos. A pesar de la imaginería egipcia, fueron los romanos quienes implementaron novedosos estudios. Por ejemplo, descubrieron que al combinar diversos elementos volcánicos – piedra caliza, rocas- se obtenía una mezcla más resistente.

Estos concretos recibieron el nombre de “opus cementerium”, y se caracterizan por una gran resistencia al paso del tiempo. Al ser mezclado con el agua, el resultado era una masa consistente que ofrecía mayor durabilidad.

El Imperio Romano desarrolló la técnica del concreto, aligerando el peso de las estructuras diseñadas. Reforzaban los cimientos con barras de metal, como se puede observar en míticos monumentos como El Coliseo romano y El Partenón.

El estilo romano del concreto se extendió a diversas regiones de Europa, pero hubo que esperar hasta los comienzos del siglo XIX para ver su desarrollo final.

El primer puente realizado de concreto se construyó en Souillac (Francia) en 1816, gracias a un descubrimiento del ingeniero Louis Vicat, que combinó cal, arcilla y agua para la instalación de murallones de hormigón.

Los avances en las técnicas del concreto se desarrollaron en la construcción del canal de Erie (Estados Unidos) en 1825. Mientras tanto, Londres se transforma en la primera ciudad con sistema de alcantarillas realizadas de este material, en 1867.

El fenómeno de la arquitectura londinense traspasa fronteras, a la vez que comienzan a aparecer nuevas técnicas de concreto.

Con la llegada del siglo XX, se desarrolló el “concreto moldeado”, para flexibilizar el tiempo de trabajo utilizado. En 1908 el empresario estadounidense Thomas Alva Edison construye once viviendas en New Jersey, reemplazando antiguas viviendas de madera.

El concreto pasa a ser parte de la estética de las grandes ciudades, con los Estados Unidos como referencia.

Dispuestos a encontrar nuevas vías de comunicación entre el norte y sur de América, en 1914 se inaugura el Canal de Panamá, construido a base de gruesas paredes de concreto. Para la misma época emerge un personaje importante dentro de la historia de la construcción: Arthur Symons.

La “abrazadera de columna” es el invento que Symons populariza. Diseñado desde 1901, es una estructura en acero que permite mantener las formas rectas de las construcciones en concreto.

En 1955 la empresa Symons emplea el sistema de concreto encofrado “Steel Ply”. A partir de su implementación, pasó a ser el método de instalación de hormigón más popular de los Estados Unidos.

A partir de ese momento, el concreto se masifica y contribuye a la instalación masiva de rascacielos y torres en Estados Unidos, como el Sears Tower de Chicago) o el

Empire State en Nueva York. El “boom” de los rascacielos de concreto se extiende a otras ciudades del mundo, como el caso de la Greenland Square (China), o la Torre de Pemex (México).

En la década del 80’ aparecen nuevos métodos como el “Room Tunnel”, que permite la construcción de paredes curvas utilizando un tipo de concreto flexible. Este tipo de estructuras fueron utilizadas para el diseño del Museo de John F. Kennedy en Boston (Estados Unidos), bajo la dirección del arquitecto chino Ieoh Ming Pei. Inaugurado en 1993, se destaca por sus rasgos angulares en las paredes de concreto blanco, aprovechando la inclinación del terreno.

## **2.2. Investigaciones relacionadas con el tema**

“Es importante mencionar que el estudio del concreto utilizando fibras de betarragas aún no se ha planteado en forma de tesis, solamente se ha realizado en forma experimental en la Universidad de Lancaster (Inglaterra); por lo tanto, es imperativo utilizar otros estudios utilizando fibras de distintos materiales, pero con el mismo fin que es mejorar la resistencia del concreto.”

### **2.2.1. Nacionales**

Influencia del porcentaje en peso de fibra de vidrio AR y aditivo plastificante *copreplast 102*, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC)

Loyola, M. y Afá, Y. (2016), exponen en su tesis: Se evalúa la influencia del porcentaje en peso de fibra de vidrio alcalino resistente (FV-AR) y aditivo plastificante CopePlast 102, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC), las probetas de GRC fueron de 30 x 60 x 17 mm, elaboradas según Norma Española UNE EN 1170- 4 para el ensayo de flexión en 4 puntos, las cuales están reforzadas con 3, 5 y 7% en peso de fibra de vidrio AR y además se agregó del 1, 1.5 y 2% de aditivo plastificante CopePlast 102, siendo estas las variables y niveles de estudio. Los ensayos de flexión se realizaron en los tiempos de curado de 7, 14 y 28 días. Para las probetas ensayadas a 7 días de curado su resistencia a la flexión máxima es de 14.1 MPa y mínima de 8.81 MPa, de las probetas de GRC reforzadas al 7% en peso de FV-AR y al 2% de aditivo; y las otras

probetas de GRC reforzadas al 3% de FV-AR al 1% de aditivo respectivamente. Así mismo las probetas con tiempo de curado de 14 días sus valores de resistencia a la flexión máxima son de 21.04 MPa y mínima de 18.53 MPa, de las probetas de GRC reforzadas al 7% en peso de FV-AR y al 2% de aditivo; y las otras probetas de GRC reforzadas al 3% de FV-AR al 1% de aditivo respectivamente. Por último las probetas con tiempo de curado de 28 días sus valores de resistencia a la flexión máxima fueron de 25.29 MPa y mínima de 20.56 MPa, de las probetas de GRC reforzadas al 7% en peso de FV-AR y al 2% de aditivo; y las otras probetas de GRC reforzadas al 3% de FV-AR al 1% de aditivo respectivamente. El análisis estadístico determinó el efecto significativo del porcentaje de fibra de vidrio AR como refuerzo y plastificante, sobre la resistencia a la flexión, mediante un análisis de varianza (ANAVA), del cual se deduce que el porcentaje de plastificante utilizado tuvo mayor influencia sobre la resistencia a la flexión en las probetas de GRC, para todos los casos y los tres tiempos de curado de 7, 14 y 28 días. (p. xi)

Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto.

Villanueva, N. (2016), expone en su tesis: Se estudió la influencia que presenta el concreto con respecto a la resistencia mecánica, al adicionarle diferentes porcentajes de fibra, para dicho estudio se realizó diferentes ensayos a los agregados, tanto al agregado grueso como al fino, dichos agregados fueron extraídos del río Mashcón, los ensayos que realizó fue: ensayo granulométrico, ensayo de contenido de humedad, ensayo de peso específico y absorción, peso unitario, ensayo de material más fino que pasa por la malla N° 200, ensayo de abrasión; dichos ensayos los realizó para determinar las propiedades de los agregados para así poder realizar el diseño de mezcla por el método del ACI-211 y el método del módulo de finura de la combinación de agregados, eligiendo como su diseño a utilizar el segundo método mencionado. La fibra de coco la trajo de Jaén. Finalmente concluyó que al adicionar fibra de coco en 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% a las probetas de concreto, los valores de resistencia a compresión en porcentaje a los 28 días de edad son de 95.60%, 98.39%, 76.37% y 65.73%,

reportándose así una disminución en la resistencia al adicionarle fibra de coco, en cambio al utilizar los mismos porcentajes en los especímenes de concreto los valores obtenidos en porcentaje a los 28 días de edad son de 127.53%, 129.85%, 132.84% y 140.88% aumentando así la resistencia a la flexión en un 30%. (p. xv)

Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Alarcón, V. (2018), expone en su tesis: La fibra de cabuya es un recurso no muy aprovechado por la industria en el país, pese a las buenas propiedades fisicoquímicas que presenta, por lo que en la investigación se adiciono a la mezcla de concreto para mejorar su resistencia a la compresión del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Este trabajo se realizó incorporando fibra de cabuya tratada con ácido esteárico, de 2.5cm y 8.0 cm de longitud en concentraciones de 0.25% w, 0.5% w, 0.75% w y 1% w, a la mezcla de concreto, con la finalidad de mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

La determinación cuantitativa de la resistencia a la compresión se determinó según NTP 339.034, 2008; que consiste en ejercer una carga de compresión axial a los cilindros de concreto hasta que ocurra la falla. La resistencia se calculó dividiendo la fuerza máxima entre el área de la sección recta de la probeta. De los especímenes analizados, los mejores resultados fueron de  $192.48 \text{ Kg/cm}^2$ , obtenidos al evaluar la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad, con fibra de cabuya de 2.5cm de longitud para concreto con fibra al 0.25% w, si bien no superó al diseño patrón de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , fue el que más aproximación mostró aun cuando este disminuyó en un 8.3 % la resistencia. (p.10)

### **2.1.2. Internacionales**

Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: Influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.

López, J. (2015), expone en su tesis: Se evaluó mediante los resultados obtenidos de un estudio experimental la influencia que tiene dos tipos particulares de

fibras, fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno, en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, cuando dichas fibras se emplean en diferentes porcentajes volumétricos iguales o menores al 1% en mezclas de concreto fabricadas con agregados traídos del Edo de México y del Edo de Hidalgo.

El estudio comprende la fabricación de mezclas de concreto con agregado grueso de origen calizo de 3/8" de tamaño máximo, arena andesítica, cemento Portland compuesto resistente a los sulfatos (CPC 40 RS), fibra de acero DRAMIX (RC 65/35 BN) y macrofibra de polipropileno (MAC Matriz). En total se fabricaron ocho mezclas; una sin fibra (mezcla testigo o de referencia), tres con fibras cortas de acero para porcentajes volumétricos de 0.5, 0.75 y 1.0% (0, 40, 60 y 80 kg/m<sup>3</sup>) y cuatro con macrofibras de polipropileno para porcentajes volumétricos de 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0% (2.3, 4.6, 7.0 y 9.3 kg/m<sup>3</sup>).

Los parámetros para el diseño de mezclas fueron el revenimiento de 15 cm, un porcentaje de volumen absoluto para los agregados de 52% para la grava y de 48% para la arena, y una relación de agua/cemento de 0.5 para el concreto sin fibra. En el caso de las mezclas con fibras, se mantuvo el diseño de la mezcla del concreto de referencia, más la adición del tipo y consumo de fibra y en todos los casos se añadió un aditivo plastificante compuesto por lingosulfonatos (Pozzolith 322N) para mantener el revenimiento en el rango deseado, mismo que cumple con la Norma ASTM C 494 para aditivos Tipo A.

Se determinaron las propiedades en estado fresco de cada una de las mezclas: revenimiento, masa volumétrica, contenido de aire atrapado, cono invertido y resistencia al agrietamiento por contracción plástica.

Además, en estado endurecido se determinó: resistencia a compresión, tensión, flexión, cortante, impacto, abrasión, módulo elástico, contracción por secado, tenacidad, permeabilidad al agua y flujo plástico (CREEP).

A partir de los resultados experimentales y del análisis efectuado, se podrá evaluar la influencia y desempeño del tipo y porcentaje de fibra en las diversas propiedades estudiadas en estado fresco y endurecido del concreto.

(p. 1)

Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya.

Briceño, D. (2016), expone en su tesis: Se utilizó agregados pétreos de la cantera “VILLACRÉS”, mismos que fueron llevados al Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, en donde se realizó diversos ensayos para obtener sus propiedades mecánicas. Obtenidas las propiedades de los materiales se determinó la dosificación del concreto empleando el Método de la Densidad Óptima para la resistencia de diseño de  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$  con un asentamiento de 6 – 9 cm, que es el tipo más común en el campo de la construcción. A partir de estas dosificaciones, se elaboró vigas de concreto simple sin fibra y con fibra de cabuya tratada con ácido esteárico de acuerdo a lo establecido en el ACI 544-1R. Con la finalidad de realizar un análisis comparativo entre los especímenes se tomó vigas sin fibra y con de fibra de cabuya (1,5 % del peso del cemento) orientada longitudinalmente, así como dispersa, mismas que fueron ensayados a flexión a los 14, 28 y 60 días. Finalmente, se curó los especímenes con una membrana química SIKA–ANTISOL BLANCO, debido a que en ese momento no se encontraba disponible la cámara de curado del laboratorio de ensayo de materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, por la demanda de trabajos experimentales referentes al concreto. (p. xv)

### **2.3. Estructura teórica y científica**

#### **Materiales:**

Según el RNE artículo 3.1.2: El muestreo y los ensayos de materiales y del concreto debe hacerse de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas – NTP correspondientes.

#### **❖ Las principales normas de requisito para el cemento son:**

NTP 334.009 2013.

NTP 334.090 2013.

NTP 334.082 2011.

NTP 334. 156 2011.

❖ **Para el caso de agregados es:**

NTP 400.012.2001.

❖ **Para el caso del agua es:**

NTP 339.088.

**Requisitos de durabilidad:**

Relación agua-material cementante: “Según el artículo 4.1.1. del RNE las relaciones agua-cemento especificadas en las tablas 4.2 y 4.4 se calculan usando el peso del cemento que cumpla con la NTP 334.009, 334.082, 334.090 o 334.156, más el peso de las cenizas volantes y otras puzolanas que cumplan con la NTP 334.104, el peso de la escoria que cumpla con la Norma ASTM C 989 y la microsilice que cumpla con la NTP 334.087, si las hay. Cuando el concreto esté expuesto a productos químicos descongelantes, en 4.2.3 se limita adicionalmente la cantidad de ceniza volante, puzolana, microsilice, escoria o la combinación de estos materiales”.

**Calidad del concreto, mezclado y colocación:**

Dosificación basada en la experiencia en obra o en mezclas de prueba: “Según el artículo 5.3.1.1 (c) del RNE, deben consistir en al menos 30 ensayos consecutivos, o de dos grupos de ensayos consecutivos totalizando al menos 30 ensayos como se define en 5.6.2.3, excepto por lo especificado en 5.3.1.2.”

**2.4. Definición de términos básicos**

• **Concreto**

Es la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra chancada y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento. La cantidad de cada material en la mezcla depende de la resistencia que se indique en los planos de estructuras. Siempre la resistencia de las columnas y de los techos debe ser superior a la resistencia de cimientos y falsos pisos. Después del vaciado, es necesario garantizar que el cemento reaccione químicamente y desarrolle su resistencia. Esto sucede principalmente durante los 7 primeros días, por lo cual es muy importante mantenerlo húmedo en ese tiempo.

A este proceso se le conoce como curado del concreto. El concreto tiene dos etapas básicas:

- a) Cuando está fresco
- b) Cuando ya se ha endurecido.

Las propiedades principales del concreto en estado fresco son:

**Trabajabilidad:** Es el mayor o menor trabajo que hay que aportar al concreto en estado fresco en los procesos de mezclado, transporte, colocación y compactación. La forma más común para medir la "trabajabilidad" es mediante "la prueba del slump". Los instrumentos que se necesitan son una plancha base, un cono y una varilla de metal. Esta prueba consiste en medir la altura de una masa de concreto luego de ser extraída de un molde en forma de cono. Cuanto mayor sea la altura, el concreto será más trabajable. De la misma manera, cuanto menor sea la altura, el concreto estará muy seco y será poco trabajable.

El primer paso para hacer esta prueba consiste en sacar una muestra de concreto de una determinada tanda de la mezcladora. Con esta muestra se llena el cono mediante tres capas y se chucea con la varilla, 25 veces cada una. Inmediatamente después se nivela el cono, se levanta verticalmente y se le coloca al lado del concreto. Por último, se mide la altura entre el cono y el concreto, colocando la varilla horizontalmente sobre el cono.

**Segregación:** Ocurre cuando los agregados gruesos, que son más pesados, como la piedra chancada se separan de los demás materiales del concreto. Es importante controlar el exceso de segregación para evitar mezclas de mala calidad. Esto se produce, por ejemplo, cuando se traslada el concreto en buggy por un camino accidentado y de largo recorrido, debido a eso la piedra se segrega, es decir, se asienta en el fondo del buggy.

**Exudación:** Se origina cuando una parte del agua sale a la superficie del concreto. Es importante controlar la exudación para evitar que la superficie se debilite por sobre-concentración de agua. Esto sucede, por ejemplo, cuando se excede el tiempo de vibrado haciendo que en la superficie se acumule una cantidad de agua mayor a la que normalmente debería exudar.

**Contracción:** Produce cambios de volumen en el concreto debido a la pérdida de agua por evaporación, causada por las variaciones de humedad y temperatura del medio ambiente. Es importante controlar la contracción porque puede producir problemas de fisuración. Una medida para reducir este problema es cumplir con el curado del concreto.

Por otro lado, las propiedades del concreto en estado endurecido son:

**Elasticidad:** Es la capacidad de comportarse elásticamente dentro de ciertos límites. Es decir, que una vez deformado puede regresar a su forma original.

**Resistencia:** Es la capacidad del concreto para soportar las cargas que se le apliquen. Para que éste desarrolle la resistencia indicada en los planos, debe prepararse con cemento y agregados de calidad. Además, debe tener un transporte, colocado, vibrado y curado adecuado.

- **Componentes del concreto**

### **Cemento**

El cemento es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión, que permiten la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto. Es considerado el conglomerante más importante en la actualidad.

Hay dos tipos de cementos dependiendo de su origen: arcilloso, logrado a partir de arcilla y piedra caliza; y puzolánico, que contiene puzolana, un material alúmino silíceo. La mencionada puzolana puede provenir de volcanes o de un origen orgánico.

En la construcción se ha generalizado la utilización de la palabra cemento para designar un tipo de aglutinante específico que es el cemento hidráulico, de origen puzolánico, debido a que es el más comúnmente utilizado.

El cemento hidráulico es la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales que contienen sílice, alúmina u óxidos de hierro, procesados generalmente en hornos rotatorios a altas temperaturas y mezclados con yeso. La cocción de la mezcla se realiza a temperaturas 1450 y 1480 °C, y la masa homogénea obtenida se denomina clínker, el cual, después de ser triturado finamente, se convierte en el componente básico para la fabricación del Cemento. Este material tiene la propiedad

de fraguar y endurecer en presencia del agua, presentándose un proceso de reacción química que se conoce como hidratación. Es mayormente empleado en la construcción, justamente por esa solidez que reviste como adherente y aglutinante.

Requisitos según la NTP 334.009 – Cemento Portland.

- Cemento tipo I – de uso general
- Cemento tipo II – presenta moderada resistencia a los sulfatos
- Cemento tipo II (MH) – moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos
- Cemento tipo III – de alta resistencia inicial
- Cemento tipo IV – bajo calor de hidratación
- Cemento tipo V – alta resistencia a los sulfatos

Según la NTP 334.090 – Cementos Portland Adicionados

- Cemento tipo IP – cemento puzolánico
- Cemento tipo IL – cemento calizo
- Cemento tipo I (PM) – cemento puzolánico modificado
- Cemento tipo IT – cemento ternario
- Cemento ICo – cemento compuesto

Requisitos de desempeño según la NTP 334.082 – Cementos Portland.

- Cemento tipo MS – moderada resistencia a los sulfatos
- Cemento tipo HS – alta resistencia a los sulfatos
- Cemento tipo HE – alta resistencia inicial
- Cemento tipo MH – moderado calor de hidratación
- Cemento tipo LH – bajo calor de hidratación

## **Agua**

El agua es indispensable para elaborar la mezcla de concreto ya que esta hidrata el cemento y el desarrollo de sus propiedades físico químicas. Esta agua debe cumplir con requisitos que no perjudiquen las propiedades del concreto. Generalmente para producir concreto se suele utilizar agua potable que no tenga sabor u olor pronunciado. Cabe resaltar que hay aguas no potables que pueden ser utilizadas en la elaboración del concreto. Carrillo, S. (2003).

## **Agregados**

El agregado según la ASTM es aquel material granular el cual puede ser arena, grava, piedra triturada o escoria, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

Uno de los problemas más comunes es la definición de los agregados para el concreto, esto tiene que ver con la terminología que se utiliza para la identificación de cada agregado; porque cada agregado genera diferentes nombres según el lugar.

Existen diferentes clasificaciones de los agregados estas van desde el color, su composición química como por ejemplo la piedra caliza, tezontle, tepojal, granito, basalto, etc; su tamaño: Agregados gruesos y agregados finos; peso; modo de fragmentación y origen. Los agregados del cemento son una de las materias primas para la creación del concreto.

- **Mezclas de Prueba:**

Las mezclas de prueba o diseño de mezclas son el desarrollo de los conocimientos técnicos y prácticos de las propiedades de los componentes del concreto y su combinación para obtener resultados que satisfagan lo mínimo requerido.

- **Betarraga (Betabel)**

La remolacha, también conocida como betabel, es un tubérculo de raíz comestible originario de las costas del norte de África, Asia y Europa.

Es un alimento muy nutritivo, utilizado como ingrediente en ensaladas, sopas, encurtidos, cremas, snacks y postres. La variedad más común de remolacha es de color rojo-morado y tamaño mediano, sin embargo, existen remolachas de muchos colores, incluyendo dorado, rosado, rojo, blanco y rayado. Su diámetro puede variar desde el tamaño de un rábano hasta el de una papa extragrande.

Las remolachas tienen un sabor dulce y terroso, que recuerda al sabor del maíz. Además de su uso en la alimentación, son una fuente importante de sacarosa, de ahí que se utilicen para hacer azúcar refinado en varios países del mundo.

- **Contracción Plástica:**

Efecto que se da cuando altas tasas de evaporación provocan que la superficie de concreto se seque antes que haya fraguado provocando el agrietamiento del mismo, generalmente se da en elementos horizontales.

- **Dosificación:**

Son proporciones de los componentes del concreto que se dan dependiendo del tipo de método aplicado y las propiedades físicas de cada uno de los elementos, dando como resultado las cantidades necesarias para obtener un concreto con las características mínimas requeridas.

- **Resistencias Mecánicas:**

- ❖ **Resistencia a la Compresión:**

Es el máximo esfuerzo que puede soportar un material bajo fuerzas aplicadas transversalmente. Dicha resistencia se determina con los ensayos de compresión realizados a las probetas obtenidas con el diseño de mezcla del concreto.

- ❖ **Resistencia a la Tracción**

Es el máximo esfuerzo que puede soportar un material bajo fuerzas aplicadas longitudinalmente. Dicha resistencia se determina con los ensayos de tracción realizados a las probetas obtenidas con el diseño de mezcla del concreto.

- ❖ **Resistencia a la Flexión:**

Es el máximo esfuerzo que puede soportar un material bajo fuerzas aplicadas en tres puntos generando una carga de arqueamiento. Dicha resistencia se determina con los ensayos de la prueba de flexión para especímenes de sección circular o rectangular.

- **Potencial de fisuración:**

Son las posibilidades que tiene el concreto de presentar fisuras en su estructura el cual es medido bajo distintos métodos y análisis comparativos entre elementos vaciados con fibras y elementos que no las contienen.

## 2.5. Fundamentos teóricos que sustentan a la hipótesis

La figura N°01 muestra el diagrama de flujo de nuestra investigación que se requiere para plantear la hipótesis.

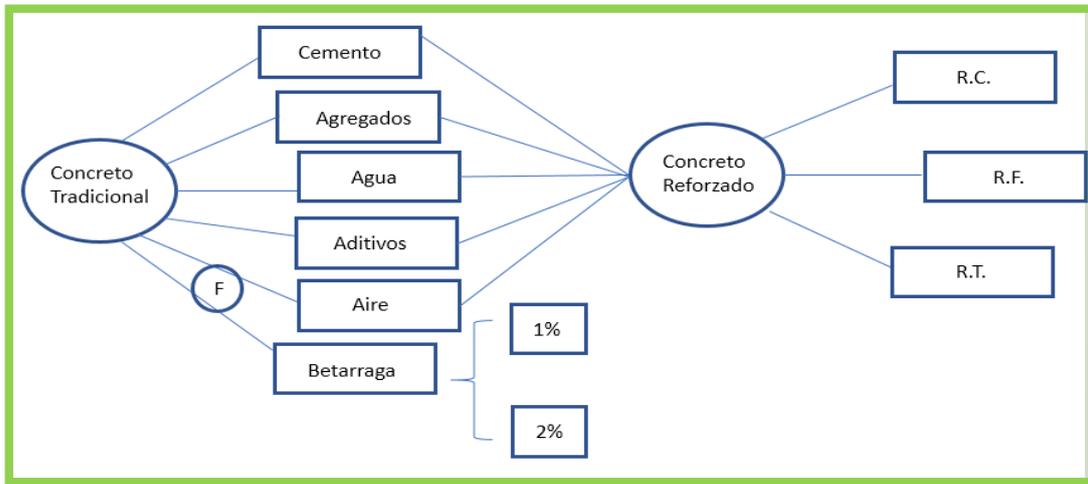


Figura N° 01: Diagrama de flujo  
Fuente: Elaboración Propia

## 2.6. Hipótesis

### 2.6.1. Hipótesis general

Al determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga se aumenta la resistencia del concreto.

### 2.6.2. Hipótesis específicas

- Al determinar la dosificación de la fibra de betarraga se disminuye la contracción plástica del concreto.
- Al diseñar mezclas con fibra de betarraga se aumenta la resistencia del concreto.

## 2.7. Variables

### 2.7.1. Variable independiente

Dosificación del concreto con fibra de betarraga

- Indicadores
  - Dosificación de la fibra de betarraga
  - Diseño de mezcla

### 2.7.2. Variable dependiente

Resistencia del concreto

- Indicadores
  - Contracción plástica del concreto
  - Resistencia del concreto

### 2.8. Operacionalización de las variables

La tabla N°01 muestra la operacionalización de variables identificados en nuestra investigación.

Tabla N°01:

Operacionalización de variables

<b>Operacionalización de variables</b>			
<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Indices</b>	<b>Instrumentos</b>
Dosificación del concreto con fibra de betarraga	Dosificación de la fibra de betarraga	1.1. Determinar dosificaciones distintas de fibra de betarraga para cada diseño de concreto. 1.2. Ensayos experimentales	- Tesis, fuentes documentales, libros, fichas técnicas. - NTP 339.184
	Diseño de mezcla	2.1. Resultado de la proporciones (materiales) para realizar el concreto 2.2. Resultado de la prueba de revenimiento (Cono de Abrams)	- Equipos de laboratorio
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Indices</b>	<b>Instrumentos</b>
Resistencia del concreto	Contracción plástica del concreto	1.2. Resultado del ensayo de materiales en el laboratorio. 1.2. Análisis en programas Microsoft Excel.	- ASTM C1116 - Software Excel.
	Resistencia del concreto	2.1. Ensayo de laboratorio. 2.2. Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.	- NTP 339.034 - Software Excel.

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Tipo, método, nivel y diseño de la investigación**

#### **Tipo de investigación:**

Es de tipo descriptivo, correlacional y explicativo, ya que el objetivo planteado es realizar los diseños y asociar las variables mediante un patrón predecible para una población.

#### **Método de la investigación:**

Según el tipo de investigación el estudio de las variables se caracterizó por ser deductivo; pues a partir de la observación de los diseños realizados y la obtención de resultados se pudo contrastar las hipótesis planteadas.

#### **Nivel de la Investigación:**

Esta tesis reunió las características de una investigación de nivel descriptivo; pues se analizó la relación entre las variables de dosificación y resistencia del concreto.

#### **Diseño de la investigación:**

Para el diseño de la investigación se propuso una investigación de tipo experimental de campo, longitudinal descriptiva y prospectivo dado al estado de las variables en determinado momento.

### **3.2. Población y muestra**

La población fueron todas las losas apoyadas con diferentes diseños de mezclas con agregados provenientes de la cantera de UNICON en el año 2019.

Para el tamaño de la muestra se tomó 3 especímenes para cada diseño patrón y 3 especímenes para diseños con fibra de 1,5%, 3,0% y 6,0% y sus respectivas resistencias de diseño, pudiéndose así obtener un mejor promedio con un menor porcentaje de error. Se realizaron un total de 48 probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a compresión, 48 probetas cilíndricas para el ensayo de resistencia a tracción y 48 vigas para el ensayo de resistencia a flexión, incluidas las edades de 3, 7, 14 y 28 días. Además, se ensayaron 12 losas para determinar el potencial de fisuración, sumando un total de 156 ensayos con los cuales se pudo contrastar las hipótesis planteadas en la tesis, tal como se muestra en la tabla N°02.

Tabla N°02:  
Muestra para ensayos de probetas, vigas y losas.



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**TOTAL DE ENSAYOS DE PROBETAS, VIGAS Y LOSAS**

HECHO POR : MAXIMO RIVERA GUERRERO  
: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA

ENSAYO A COMPRESIÓN		EADADES				210 Kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	CONCRETO	3	7	14	28	
M1	Sin fibra de betarraga	3	3	3	3	
M2	Con 1,5% de betarraga	3	3	3	3	
M3	Con 3,0% de betarraga	3	3	3	3	48
M4	Con 6,0% de betarraga	3	3	3	3	
<b>TOTAL DE PROBETAS ENSAYADAS</b>		<b>48</b>				

ENSAYO A TRACCIÓN		EADADES				210 Kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	CONCRETO	3	7	14	28	
M1	Sin fibra de betarraga	3	3	3	3	
M2	Con 1,5% de betarraga	3	3	3	3	
M3	Con 3,0% de betarraga	3	3	3	3	48
M4	Con 6,0% de betarraga	3	3	3	3	
<b>TOTAL DE PROBETAS ENSAYADAS</b>		<b>48</b>				

ENSAYO A FLEXIÓN		EADADES				210 Kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	CONCRETO	3	7	14	28	
M1	Sin fibra de betarraga	3	3	3	3	
M2	Con 1,5% de betarraga	3	3	3	3	48
M3	Con 3,0% de betarraga	3	3	3	3	
M4	Con 6,0% de betarraga	3	3	3	3	
<b>TOTAL DE VIGAS ENSAYADAS</b>		<b>48</b>				

FISURAS EN ESTADO FRESCO		EADADES		210 Kg/cm <sup>2</sup>
MUESTRA	CONCRETO	1		
M1	Sin fibra de betarraga	3		
M2	Con 1,5% de betarraga	3		
M3	Con 3,0% de betarraga	3	12	
M4	Con 6,0% de betarraga	3		
<b>TOTAL DE LOSAS ENSAYADAS</b>		<b>12</b>		

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Lo que respecta al marco teórico, antecedentes e investigaciones pasadas la técnica de revisión documental será usar manuales especializados, fichas técnicas y libros especializados.

Para los análisis de datos y resultados se usará la técnica de observación en campo, los ensayos realizados en el laboratorio así mismo el uso de formatos de la Universidad Ricardo Palma.

Para la recolección de datos se utilizará instrumentos virtuales como la NTP, ASTM y físicos como los instrumentos de laboratorio de la Universidad Ricardo Palma como son los tamices, máquina de rotura de probetas, balanza, horno, mezcladora de concreto, moldes de concretos cilíndricos, etc.

### 3.3.1. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

En el presente punto se mencionan las máquinas e instrumentos utilizados en el desarrollo de nuestra tesis así como se muestra desde la Figura N°02 hasta la Figura N°06.

- **Mezcladora de concreto**

Marca: DYNAMIC

Capacidad: 11 pies<sup>3</sup>

Modelo: GX290

Velocidad: 30 rpm



Figura N° 02: Mezcladora de concreto

Fuente: Elaboración Propia

- **Máquina de compresión axial electro hidráulica digital**

Marca: ELE – INTERNACIONAL

Fecha de Calibración: 2018 – 08 – 09

Certificado de calibración: CMC – 077 – 2018



Figura N° 03: Máquina de compresión axial

Fuente: Elaboración Propia

- **Máquina para ensayos de flexión en vigas de concreto endurecido**

Marca: TECNOTEST

Fecha de calibración: 2018 – 08 – 09

Certificado de calibración: CMC – 078 – 2018



Figura N°4: Máquina de flexión

Fuente: Elaboración propia

- **Balanza digital**



Figura N° 5: Balanza

Elaboración: Fuente propia

- **Horno de secado para muestras**

Marca: DESPATCH

Fecha de calibración: 2018 – 08 – 09

Certificado de calibración: CMI – 006 – 2018



Figura N°6: Horno de secado

Fuente: Elaboración propia

El procesamiento de datos fue mediante el uso de Microsoft Excel y Word y la presentación de análisis de datos fue en forma de gráficos, figuras, cuadros o resúmenes y tablas.

### **3.3.2. Procedimiento para la recolección de datos**

La siguiente tesis realizó la recolección de datos mediante métodos establecidos por el ASTM, el diseño de mezcla con cemento Sol tipo I y los agregados de la cantera UNICON.

De igual forma, el uso del método ACI, también el método para la determinación de la resistencia a la flexión bajo la norma ASTM C78/C784, la ASTM1579 para las losas.

La toma de muestras:

- Peso unitario de los agregados (MTC E 203 – 2000)
- Peso específico y absorción de agregados gruesos ( MTC E 206 – 2000 – NTP – 400.021)
- Peso específico y absorción de agregados finos (MTC E 205 – 2000)
- Porcentaje de humedad
- Análisis granulométrico del agregado grueso (MTC E 204-2000)
- Análisis granulométrico del agregado fino (MTC E 204-2000)
- Diseño de mezclas usando el método de combinación de agregados y curva de Fuller.
- Ensayos de resistencia a la compresión axial ASTM C39
- Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C78
- Determinación del potencial de fisuración

### 3.4. Descripción de procedimientos de análisis

Para nuestro estudio utilizaremos:

#### a) Gráfico de gradación

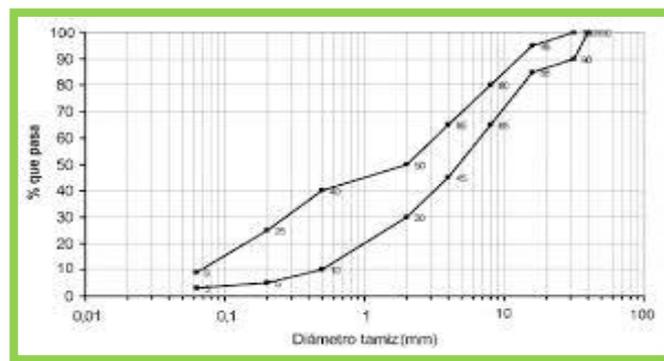


Figura N°7: Curva de gradación

Fuente: Morales, K. y Valera, R. (2018).

La figura N°7 es necesaria para el análisis granulométrico del agregado grueso y del agregado fino para así poder obtener el módulo de finura.

## b) Tablas en Excel

Para realizar cálculos como se muestra en la figura N°8:

Ejemplos:

A.) PESO UNITARIO SUELTO

MUESTRA 1

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		19,24	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5,60	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	$W_s$	13,64	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14,78	kg
PESO DEL AGUA	$W_a$	9,18	kg
FACTOR CALIBRACION DEL RECIPIENTE	$f$	108,93	$m^3$
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1 486	$kg/m^3$

$$f = 1000 / W_a = 108,93 \quad m^3$$

$$P.U.S. = f \times W_s = 1 486 \quad kg/m^3$$

Figura N°8: Tabla en excel

Fuente: Morales, K. y Valera, R. (2018).

## c) Gráficos comparativos en Excel

Como la figura N°9, que permite comparar los diferentes tipos de asentamiento de acuerdo con los distintos  $f'c$  obtenidos, también como varía el peso unitario del concreto con la fibra agregada como refuerzo en el concreto, contenido de aire, resistencia a la compresión a los 3, 7, 14 y 28 días de las distintas muestras tomadas, etc.

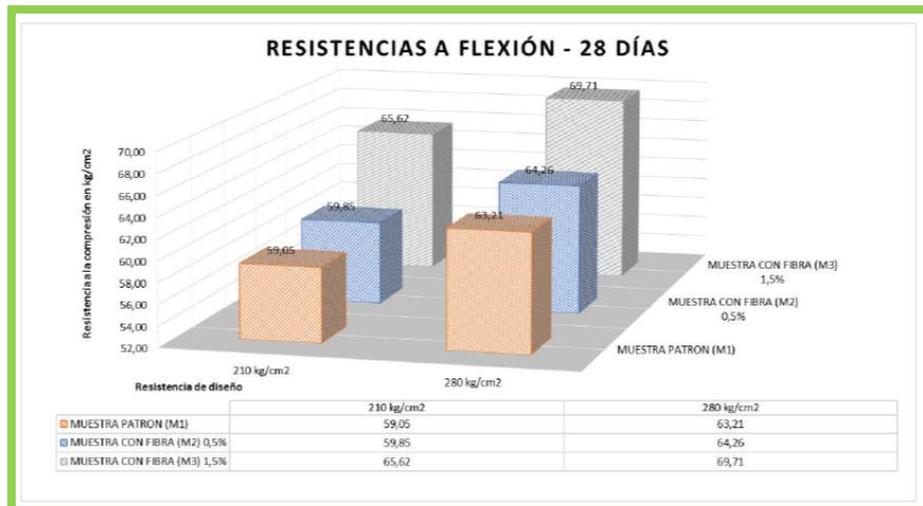


Figura N°9: Comparativo de resistencia a flexión (28 días)

Fuente: Morales, K. y Valera, R. (2018).

#### d) Análisis estadísticos

Estas se mencionan y se observan en las figuras N°10 y N°11:

- Histogramas
- Distribución normal de Gauss
- Regresión lineal

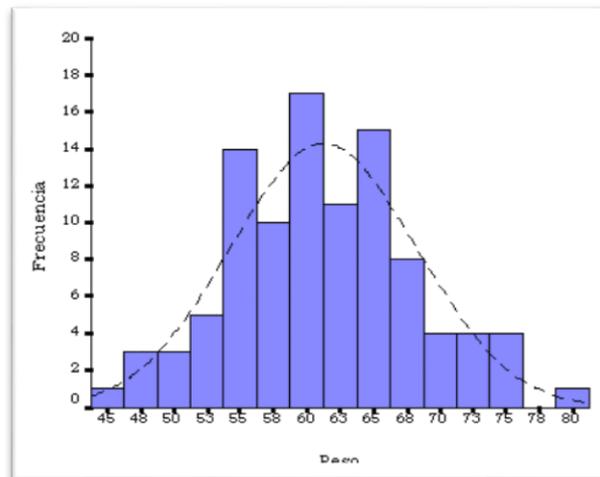


Figura N°10: Histograma

Fuente: Morales, K. y Valera, R. (2018).

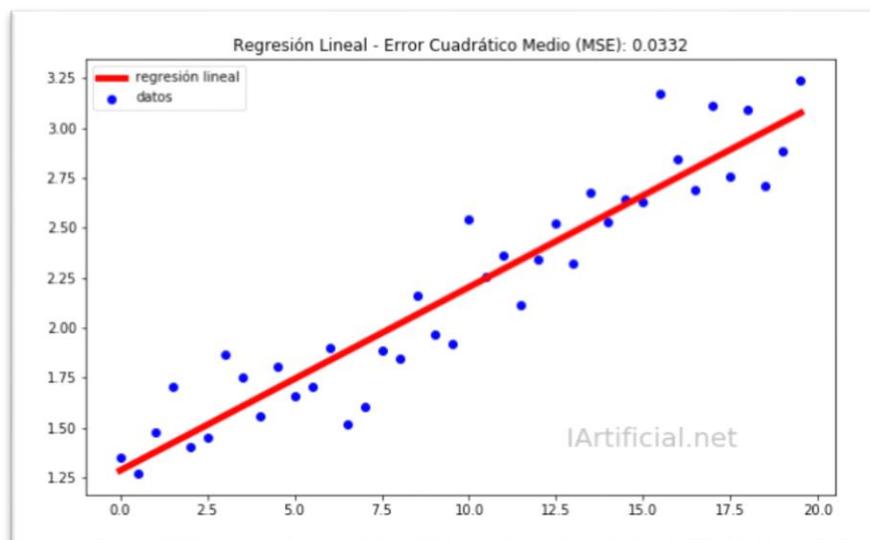


Figura N°11: Regresión lineal

Fuente: Morales, K. y Valera, R. (2018).

## **CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **4.1. Análisis e interpretación de los agregados**

#### **4.1.1. Propiedades del agregado fino**

❖ Análisis Granulométrico del agregado fino (NTP. 400.012)

Este método de ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material, por medio de tamices de abertura cuadrada progresivamente decreciente. Este método también se puede aplicar usando mallas de abertura redonda, y no se empleará para agregados recuperados de mezclas asfálticas.

Las distribuciones deben estar entre el límites establecidos por la Norma Técnica Peruana 400.37 y la norma ASTM C33, quiere decir que esta granulometría del agregado fino debe pasar por las mallas 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Se realizaron 3 ensayos para obtener un mejor promedio del análisis granulométrico las cuales se presentan entre la Tabla N°03 a la Tabla N°06 y los gráficos de gradación se muestran en las figuras N°12 a la N°14.

Tabla N°03:

Granulometría de Agregado Fino – Muestra 1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F1				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	05/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.80	0	0	100	95	100
N° 8	54.80	11	11	89	80	100
N° 16	124.50	25	36	64	50	85
N° 30	125.80	25	62	38	25	60
N° 50	95.00	19	81	19	10	30
N° 100	51.30	10	91	9	2	10
Fondo	45.80	9	100	0		
Total	499	100				
			mf :	2.81		

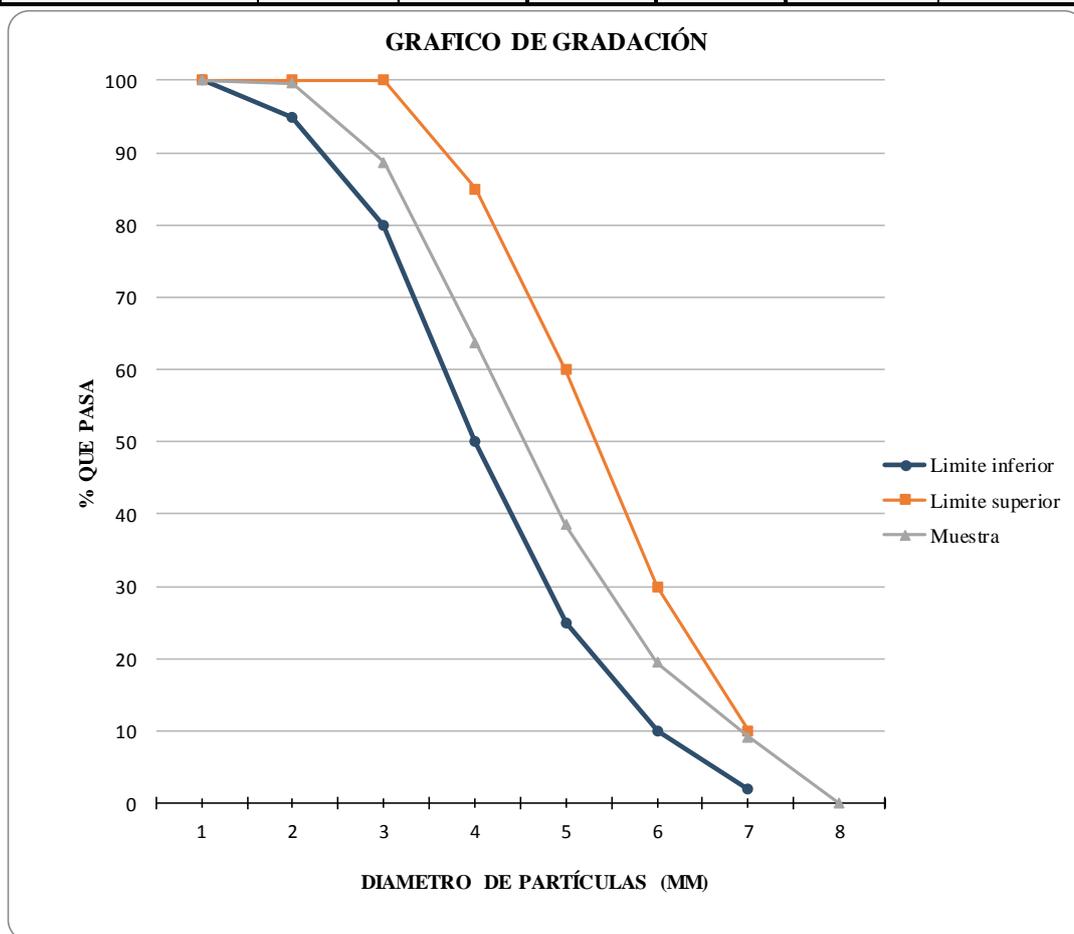


Figura N°12: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado fino-F1  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°04:  
Granulometría de Agregado Fino – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F2</b>					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	05/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	MÁXIMO RIVERA GUERRERO			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	3.20	1	1	99	95	100
N° 8	80.60	16	17	83	80	100
N° 16	130.50	26	43	57	50	85
N° 30	135.50	27	70	30	25	60
N° 50	80.20	16	86	14	10	30
N° 100	33.40	7	93	7	2	10
Fondo	36.60	7	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.09		

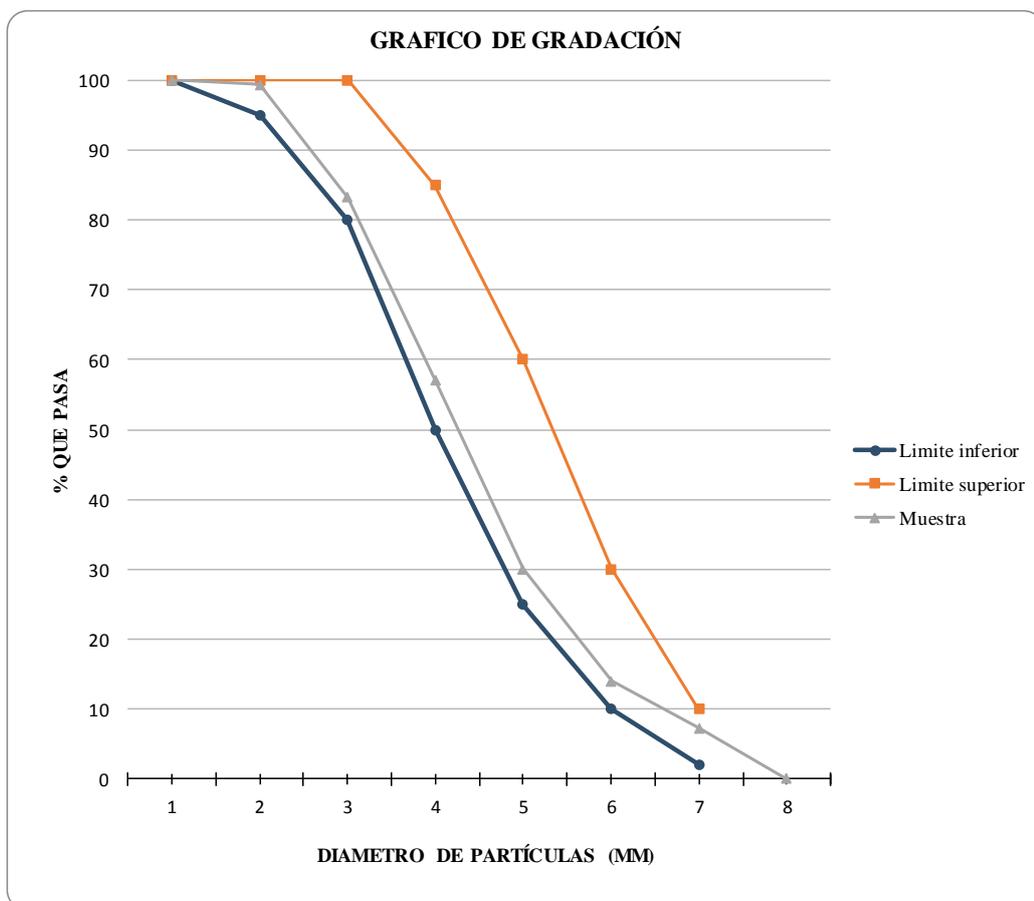


Figura N°13: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado fino-F2  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°05:  
Granulometría de Agregado Fino – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F3</b>					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	05/08/2019			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	MÁXIMO RIVERA GUERRERO			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.20	0	0	100	95	100
N° 8	72.70	15	15	85	80	100
N° 16	144.60	29	44	56	50	85
N° 30	119.80	24	68	32	25	60
N° 50	80.30	16	84	16	10	30
N° 100	41.90	8	92	8	2	10
Fondo	39.50	8	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.02		

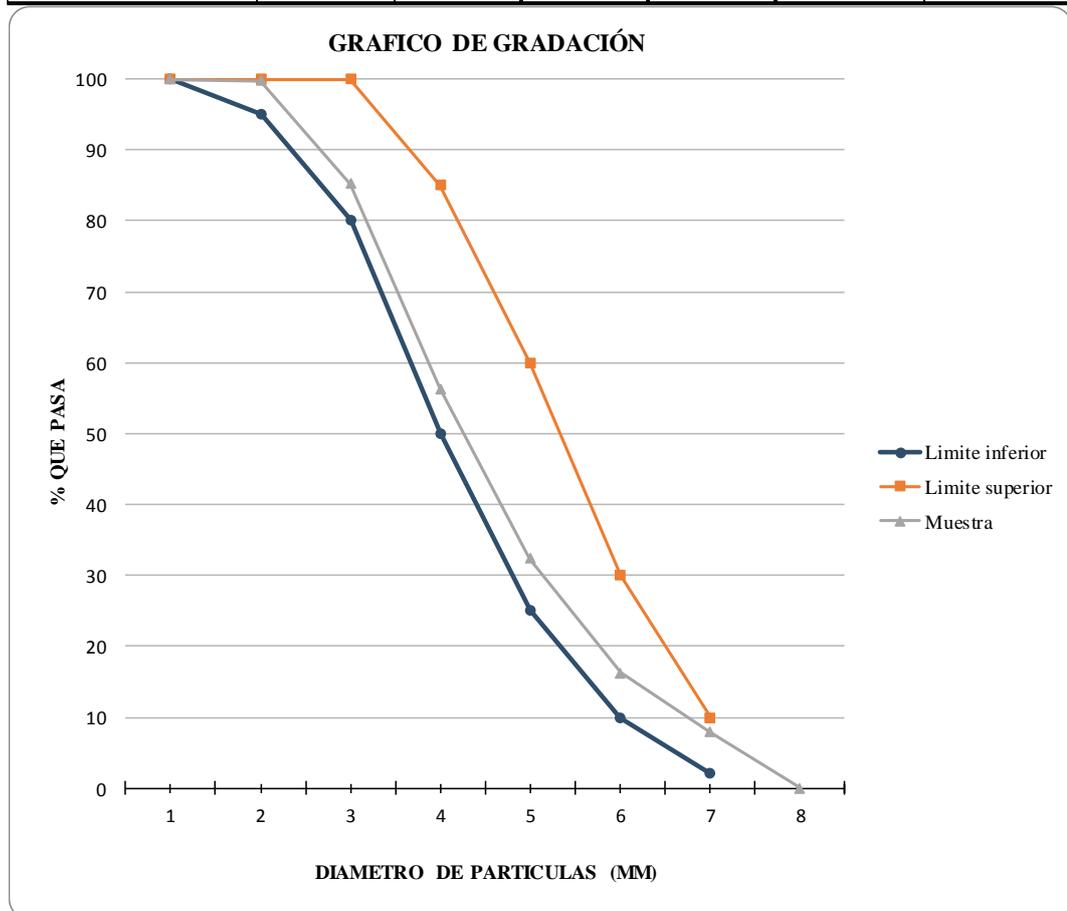


Figura N°14: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado fino-F3  
Fuente: Elaboración Propia

- **Módulo de Finura del Agregado Fino**

Aplicando la fórmula para el agregado fino se obtuvo los siguientes resultados:

$$m1 = \frac{11+36+62+81+91}{100} = 2,81$$

$$m2 = \frac{1+17+43+70+86+93}{100} = 3,09$$

$$m3 = \frac{15+44+68+84+92}{100} = 3,02$$

Tabla N°06:  
Promedio de Módulo de finura Agregado Fino

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO FINO	<b>NORMA</b> : NTP 400.012		
<b>PROCEDENCIA</b>	UNICON	<b>FECHA</b> : 05/08/19		
		<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO	ROSARIO SALDAÑA VILLALTA		
<b>RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - FINO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ENSAYOS</b>			<b>mf PROMEDIO</b>
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	
<b>MÓDULO DE FINURA</b>	2.81	3.09	3.02	<b>2.97</b>

Fuente: Elaboración Propia

- ❖ **Peso Unitario del Agregado Fino (NTP 400.017)**

El cálculo del peso unitario del agregado fino según NTP 400.17, se muestra entre las Tablas N°07 a la Tabla N°10, con su respectivo promedio de las tres muestras realizadas.

Tabla N°07:

Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra 1

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F1</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19
		HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>PESO UNITARIO SUELTO - F1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.02	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.28	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1562.04	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - F1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.56	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	4.82	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.14	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1721.43	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°08:

Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F2</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>PESO UNITARIO SUELTO - F2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA +		6.29	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.55	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1628.05	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - F2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.75	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	5.01	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL	f	357.92	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1792.51	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°09:

Peso Unitario del Agregado Fino – Muestra 3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F3	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>PESO UNITARIO SUELTO - F3</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA +		6.32	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.58	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1637.64	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - F3</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.85	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.75	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	5.10	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.54	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.79	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	357.92	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1825.55	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°10:  
Promedio de Peso Unitario del Agregado Fino

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>					
	<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: AGREGADO FINO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.017			
<b>PROCEDENCIA</b>	: UNICON	<b>FECHA</b>	: 05/08/19			
		<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO			
<b>NOMBRE</b>	: PROMEDIO	<b>PO R</b>	ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
<b>RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - FINO</b>						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	1562.04	1628.05	1637.64	<b>1609</b>	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	1721.43	1792.51	1825.55	<b>1780</b>	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- **Material que Pasa el Tamiz N°200 del Agregado Fino (NTP 400.018)**

El material que pasa el tamiz N° 200, se mostrara desde la Tabla N°11 a la N°14 respectivamente las 3 muestras ensayadas con su promedio.

Tabla N°11:  
Material que Pasa el Tamiz N°200 – Muestra 1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>				
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>				
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>				
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO</b>				
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	: AGREGADO FINO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.018		
<b>PROCEDENCIA</b>	:	<b>FECHA</b>	: 06/08/19		
<b>NOMBRE DE LA MUESTRA</b> : F1		<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO		
<b>PESO DE MUESTRA</b> : 500 g.			ROSARIO SALDAÑA VILLALTA		
<b>A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO</b>					
<b>MUESTRA 1</b>					
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD		
<b>PESO DE MUESTRA</b>	<b>P1</b>	<b>500.00</b>	gr		
<b>PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA</b>	<b>P2</b>	<b>466.00</b>	gr		
<b>MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200</b>	<b>P1-P2</b>	<b>34.00</b>	gr		
<b>% QUE PASA DE LA MALLA N°200</b>	<b>A</b>	<b>6.80</b>	%		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°12:  
Material que Pasa el Tamiz N°200 – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.018	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA:	F2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO				
<b>MUESTRA 2</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA	P1	500.00	gr
	PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	469.50	gr
	MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	30.50	gr
	% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	6.10	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°13:  
Material que Pasa el Tamiz N°200 – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.018	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA:	F3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO FINO				
<b>MUESTRA 3</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA	P1	500.00	gr
	PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	477.00	gr
	MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	23.00	gr
	% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	4.60	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°14:  
Promedio de Material que Pasa el Tamiz N°200

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 DEL AGREGADO FINO-PROMEDIO</b>																
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA : NTP 400.018															
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA : 06/08/19															
NOMBRE DE LA MUESTRA	: PROMEDIO	HECHO POR : MAXIMO RIVERA GUERRERO															
PESO DE MUESTRA	: -----	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
<b>A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200</b>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRAS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-1</td> <td style="text-align: center;">6.80</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>M-2</td> <td style="text-align: center;">6.10</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td>M-3</td> <td style="text-align: center;">4.60</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> <tr> <td><b>PROMEDIO</b></td> <td style="text-align: center;"><b>5.83</b></td> <td style="text-align: center;"><b>%</b></td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD	M-1	6.80	%	M-2	6.10	%	M-3	4.60	%	<b>PROMEDIO</b>	<b>5.83</b>	<b>%</b>	
MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD															
M-1	6.80	%															
M-2	6.10	%															
M-3	4.60	%															
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.83</b>	<b>%</b>															

Fuente: Elaboración Propia

### ❖ Contenido de Humedad del Agregado Fino (NTP 339.185)

El cálculo del contenido de humedad según NTP 339.185 de las tres muestras ensayadas y su promedio se mostrara entre las Tablas N°15 a la Tabla N°18.

Tabla N°15:  
Contenido de Humedad del Agregado Fino – Muestra 1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																									
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																									
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																									
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-F1</b>																									
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA : NTP 339.158																								
PROCEDENCIA	: -----	FECHA : 06/08/19																								
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR : MAXIMO RIVERA GUERRERO																								
PESO DE MUESTRA	: 500 g.	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																								
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">MUESTRA 1</th> </tr> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE MUESTRA HUMEDA</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">500.00</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE MUESTRA SECA</td> <td style="text-align: center;">B</td> <td style="text-align: center;">491.80</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA</td> <td style="text-align: center;">(A-B)</td> <td style="text-align: center;">8.20</td> <td style="text-align: center;">gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td style="text-align: center;">H</td> <td style="text-align: center;">1.67</td> <td style="text-align: center;">%</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA 1				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00	gr	PESO DE MUESTRA SECA	B	491.80	gr	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	8.20	gr	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.67	%	
MUESTRA 1																										
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																							
PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00	gr																							
PESO DE MUESTRA SECA	B	491.80	gr																							
CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	8.20	gr																							
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.67	%																							

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°16:  
Contenido de Humedad del Agregado Fino – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-F2</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.158	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA:	F2	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>				
MUESTRA 2				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00	gr
	PESO DE MUESTRA SECA	B	492.30	gr
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	7.70	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.56	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°17:  
Contenido de Humedad del Agregado Fino – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-F3</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.158	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA:	F3	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>				
MUESTRA 3				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500.00	gr
	PESO DE MUESTRA SECA	B	491.50	gr
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	8.50	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	1.73	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°18:  
Promedio de Contenido de Humedad del Agregado Fino

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																	
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO-PROMEDIO</b>																	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 339.158															
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19															
NOMBRE DE LA MUESTRA:	PROMEDIO	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO															
PESO DE MUESTRA	: -----		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</b>																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRAS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-1</td> <td>1.67</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>M-2</td> <td>1.56</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>M-3</td> <td>1.73</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>1.65</b></td> <td><b>%</b></td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD	M-1	1.67	%	M-2	1.56	%	M-3	1.73	%	<b>PROMEDIO</b>	<b>1.65</b>	<b>%</b>
MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD																
M-1	1.67	%																
M-2	1.56	%																
M-3	1.73	%																
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.65</b>	<b>%</b>																

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Peso Específico del Agregado Fino (NTP 400.022)**

El peso específico del agregado fino según NTP 400.22 de las 3 muestras ensayadas y su promedio se mostrara entre la Tabla N°19 a la Tabla N°22.

Tabla N°19:  
Peso Específico del Agregado Fino – Muestra

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.021
PROCEDENCIA		FECHA	06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA AF		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO TARA: LEM 015		184	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		959.10	g
PESO TARA + PESO DE LA MUESTRA AF SECA		678.80	g
PESO DEL AGUA	W	309.20	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	494.80	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.59	g/cm3
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (Gsss)			
		2.62	g/cm3
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (Ga)			
		2.67	g/cm3
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		1.05	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°20:

Peso Específico del Agregado Fino – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1</b>		
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO FINO	NORMA	NTP 400.021	
PROCEDENCIA	FECHA	06/08/2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA : F2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA : 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA AF		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO TARA: LEM 004		277.7	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		955.60	g
PESO TARA + PESO DE LA MUESTRA AF SECA		771.70	g
PESO DEL AGUA	W	305.70	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	494.00	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.54	g/cm <sup>3</sup>
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>ss</sub> )			
		2.57	g/cm <sup>3</sup>
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
		2.62	g/cm <sup>3</sup>
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		1.21	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°21:

Peso Específico del Agregado Fino – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1</b>		
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO FINO	NORMA	NTP 400.021	
PROCEDENCIA	FECHA	06/08/2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA : F3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA : 500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F3</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA AF		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO TARA: LEM 002		282.7	g
PESO DE LA MUESTRA AF + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		955.50	g
PESO TARA + PESO DE LA MUESTRA AF SECA		780.00	g
PESO DEL AGUA	W	305.60	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	497.30	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.56	g/cm <sup>3</sup>
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>sss</sub> )			
		2.57	g/cm <sup>3</sup>
3. PESO ESPECIFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
		2.59	g/cm <sup>3</sup>
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		0.54	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°22:  
Promedios Peso Específico del Agregado Fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
		PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO				
DESCRIPCIÓN	: AREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.021			
PROCEDENCIA		FECHA	: 06/08/2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO	: MAXIMO RIVERA GUERRERO			
		POR	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
PESO ESPECIFICO DE MASA	G	2.59	2.54	2.56	2.56	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	G <sub>ss</sub>	2.62	2.57	2.57	2.59	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G <sub>a</sub>	2.67	2.62	2.59	2.63	g/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	1.05	1.21	0.54	0.94	%

Fuente: Elaboración Propia

❖ Tabla Resumen Propiedades del Agregado Fino

Se presenta la Tabla N°23 con el Resumen de las propiedades del Agregado Fino obtenidas tras el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

Tabla N°23:  
Resumen de propiedades del Agregado Fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
		TABLA DE RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS PARA EL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	: AREGADO FINO	NORMA	: VARIAS			
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19			
NOMBRE	: TABLA RESUMEN	HECHO	: MAXIMO RIVERA GUERRERO			
		POR	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
DESCRIPCIÓN	NORMA	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
PESO UNITARIO SUELTO	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1562.04	1628.05	1637.64	1609.24
PESO UNITARIO COMPACTADO	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1721.43	1792.51	1825.55	1779.83
MODULO DE FINURA DE A. FINO	400.012	adimensional	2.81	3.09	3.02	2.97
CONTENIDO DE HUMEDAD DE A.	339.185	%	1.67	1.56	1.73	1.65
% QUE PASA LA MALLA N°200	400.018	%	6.80	6.10	4.60	5.83
PESO ESPECIFICO DE MASA	400.022	adimensional	2.59	2.54	2.56	2.56
PESO ESPECIFICO DE MASA	400.022	adimensional	2.62	2.57	2.57	2.59
PESO ESPECÍFICO APARENTE	400.022	adimensional	2.67	2.62	2.59	2.63
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	400.022	%	1.05	1.21	0.54	0.94

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.2. Propiedades del Agregado Grueso

❖ Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012)

El análisis granulométrico del agregado grueso según NTP 400.12, se distribuye entre las Tablas N° 24 a la Tabla N°27 y los gráficos de gradación se muestran de la figura N°15 a la N°17.

Tabla N°24:  
Granulometría del Agregado Grueso – Muestra 1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G1				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO			
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0.22	2	2	98	40	85
1/2"	5.00	42	44	57	10	40
3/8"	3.26	27	71	29	0	15
N° 4	3.12	26	97	3	0	5
Fondo	0.40	3	100	0		
Total	12	100				
			mg :	6.69		

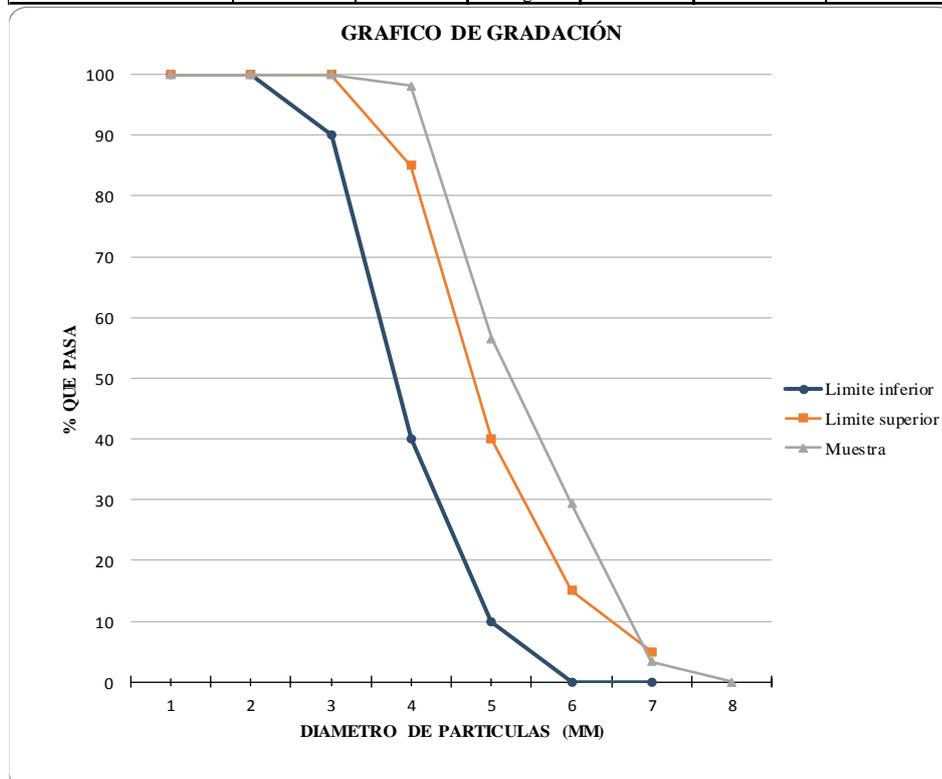


Figura N°15: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado grueso-G1  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°25:  
Granulometría del Agregado Grueso – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G2</b>					
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO GRUESO			NORMA : NTP 400.012			
PROCEDENCIA : UNICON			FECHA : 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA : G2			HECHO POR : MAXIMO RIVERA GUERRERO			
PESO DE MUESTRA : 12000 g.			: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100	100	100
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0.22	2	2	98	40	85
1/2"	5.30	44	46	54	10	40
3/8"	2.80	23	69	31	0	15
N° 4	3.48	29	98	2	0	5
Fondo	0.20	2	100	0		
Total	12	100				
				mg :	6.70	

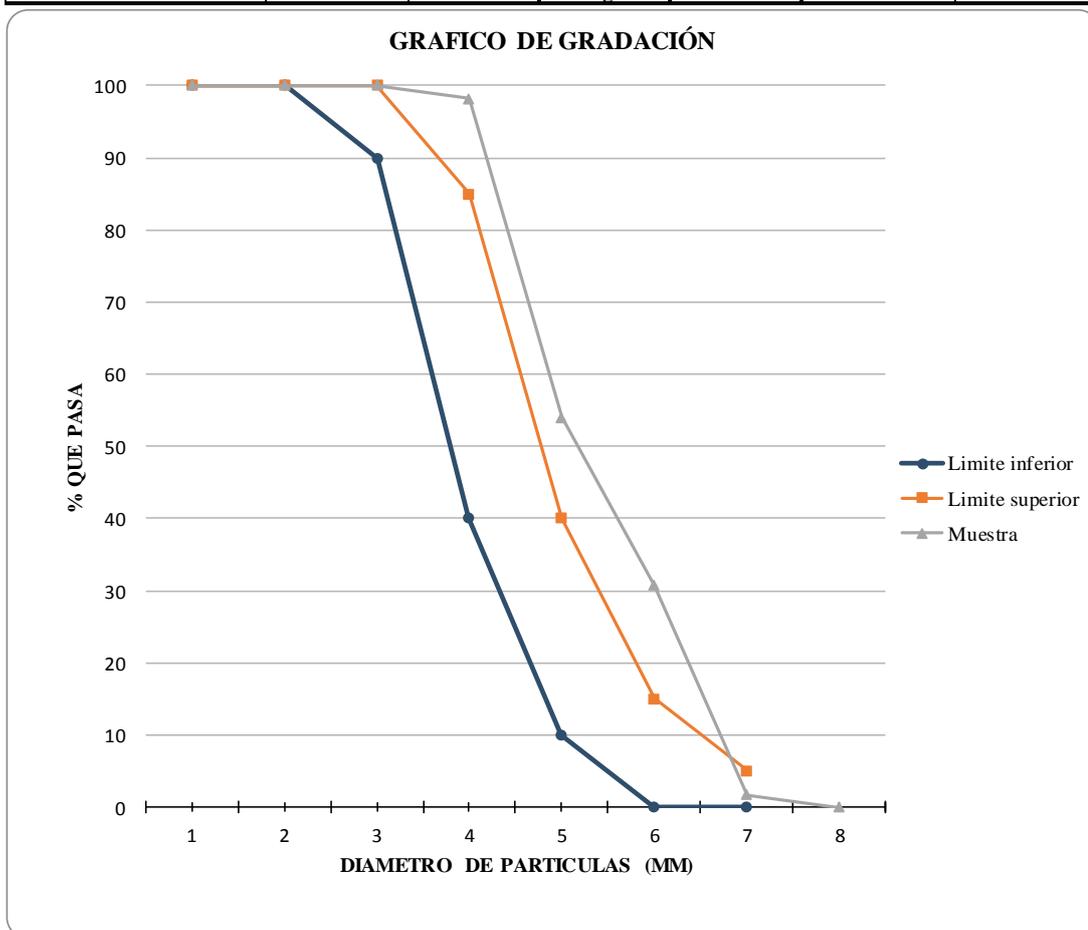


Figura N°16: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado grueso-G2  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°26:  
Granulometría del Agregado Grueso – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G3</b>					
TIPO DE AGREGADO	: A GREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.012			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19			
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO			
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.	HECHO POR	ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100	100	100
1"	0	0	0	100	90	100
3/4"	0.08	1	1	99	40	85
1/2"	4.28	36	36	64	10	40
3/8"	3.38	28	65	36	0	15
N° 4	3.94	33	97	3	0	5
Fondo	0.32	3	100	0		
Total	12	100				
			mg :	6.63		

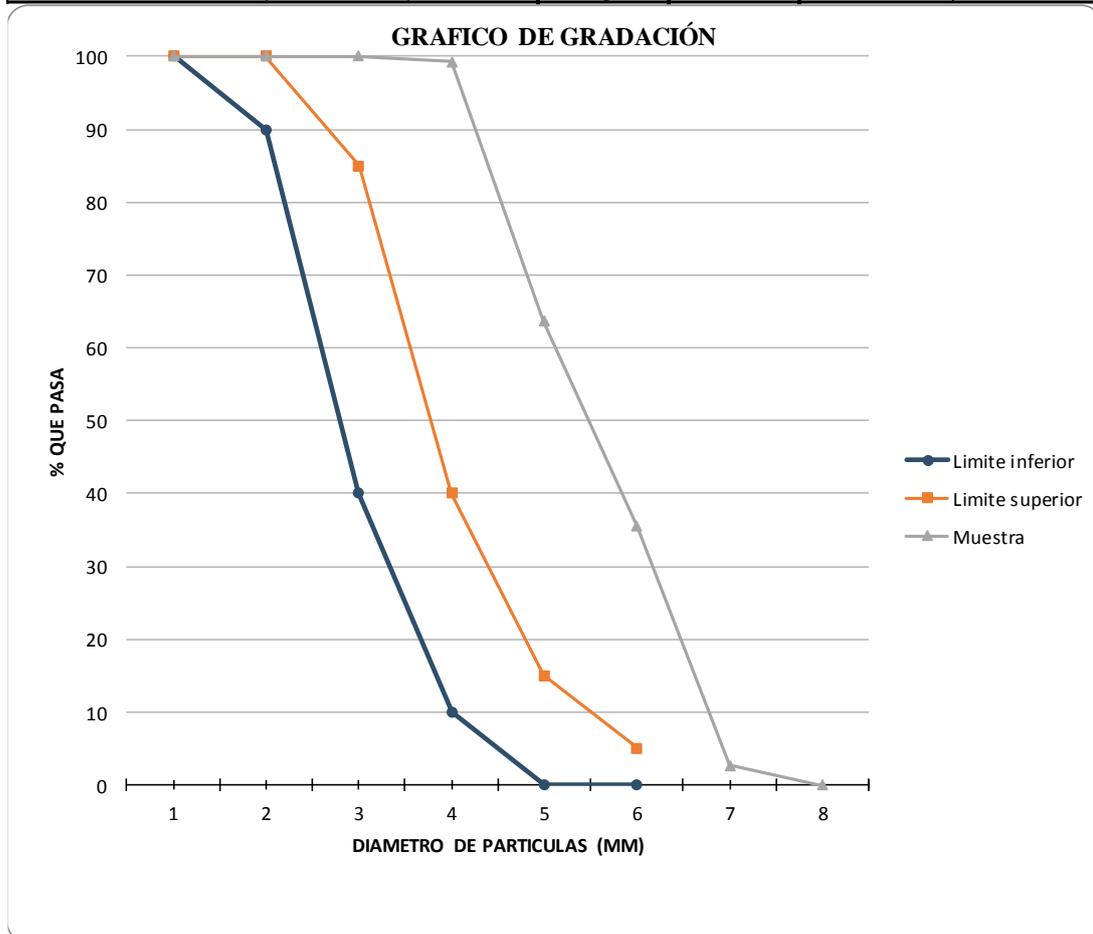


Figura N°17: Gráfico de gradación para análisis granulométrico agregado grueso-G3  
Fuente: Elaboración Propia

- **Módulo de Finura del Agregado Grueso**

Aplicando la fórmula para el agregado grueso se obtuvo los siguientes resultados:

$$m1 = \frac{0+2+71+97+500}{100} = 6,69$$

$$m2 = \frac{0+2+69+98+500}{100} = 6,70$$

$$m3 = \frac{0+1+65+97+500}{100} = 6,63$$

Tabla N°27:  
Promedio de Módulo de Finura del Agregado Grueso

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO GRUESO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.012	
<b>PROCEDENCIA</b>	UNICON	<b>FECHA</b>	: 05/08/19	
		<b>HECHO</b>	: MAXIMO RIVERA GUERRERO	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO	<b>POR</b>	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - GRUESO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ENSAYOS</b>			<b>mf PROMEDIO</b>
	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	
<b>MÓDULO DE FINURA</b>	6.69	6.70	6.63	<b>6.67</b>

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Peso Unitario del Agregado Grueso (NTP 400.017)**

El cálculo del peso unitario del agregado grueso según NTP 400.17, se muestra entre la Tabla N°27 a la Tabla N°31, con su respectivo promedio de las tres muestras realizadas.

Tabla N°28:

Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 1

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G1</b>			
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO GRUESO		NORMA : NTP 400.017	
PROCEDENCIA : UNICON		FECHA : 05/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA : G1		HECHO POR MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>PESO UNITARIO SUELTO - G1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.41	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	21.49	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1557.25	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - G1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.66	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	22.74	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1647.83	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°29:

Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G2</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>PESO UNITARIO SUELTO - G2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.12	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	21.20	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1536.23	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - G2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.43	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	22.51	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1631.16	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°30:  
Peso Unitario del Agregado Grueso – Muestra 3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G3	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 05/08/19
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>PESO UNITARIO SUELTO - G3</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.34	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	21.42	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1552.17	kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - G3</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.54	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	22.62	Kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.72	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.80	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	72.46	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1639.13	kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°31:  
Promedio de Peso Unitario del Agregado Grueso

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: AGREGADO GRUESO		<b>NORMA</b>	: NTP 400.017		
<b>PROCEDENCIA</b>	: UNICON		<b>FECHA</b>	: 05/08/19		
<b>NOMBRE</b>	: PROMEDIO		<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO		
				ROSARIO SALDAÑA VILLALTA		
<b>RESUMEN PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - GRUESO</b>						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	1557.25	1536.23	1552.17	<b>1549</b>	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	1647.83	1631.16	1639.13	<b>1639</b>	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

- **Material que Pasa el Tamiz N°200 del Agregado Grueso (NTP 400.018)**

El material que pasa el tamiz N° 200 según NTP 400.018, se mostrara entre la Tabla N°32 a la Tabla N°35 respectivamente las 3 muestras ensayadas con su promedio.

Tabla N°32:  
Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso – Muestra 1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b>				
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	: AGREGADO GRUESO		<b>NORMA</b>	: NTP 400.018	
<b>PROCEDENCIA</b>	:		<b>FECHA</b>	: 06/08/19	
<b>NOMBRE DE LA MUESTRA</b>	: GI		<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
<b>PESO DE MUESTRA</b>	: 2500 g.			ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b>					
<b>MUESTRA 1</b>					
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD		
<b>PESO DE MUESTRA</b>	<b>P1</b>	<b>2500.00</b>	gr		
<b>PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA</b>	<b>P2</b>	<b>2293.00</b>	gr		
<b>MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200</b>	<b>P1-P2</b>	<b>207.00</b>	gr		
<b>% QUE PASA DE LA MALLA N°200</b>	<b>A</b>	<b>8.28</b>	%		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°33:

Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.018	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b>				
<b>MUESTRA 2</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA	P1	2500.00	gr
	PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2308.60	gr
	MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	191.40	gr
	% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	7.66	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°34:

Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.018	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 PARA EL AGREGADO GRUESO</b>				
<b>MUESTRA 3</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA	P1	2500.00	gr
	PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	2305.20	gr
	MATERIAL QUE PASA DE LA MALLA N°200	P1-P2	194.80	gr
	% QUE PASA DE LA MALLA N°200	A	7.79	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°35:  
Promedio de Material que Pasa el Tamiz N°200 Agregado Grueso

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																
		FACULTAD DE INGENIERÍA																
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																
MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200 DEL AGREGADO GRUESO-PROMEDIO																		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.018															
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19															
NOMBRE DE LA MUESTRA	: PROMEDIO	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO															
PESO DE MUESTRA	: -----		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
A) MATERIAL PASANTE DE LA MALLA N°200																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRAS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-1</td> <td>8.28</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>M-2</td> <td>7.66</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>M-3</td> <td>7.79</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>7.91</b></td> <td><b>%</b></td> </tr> </tbody> </table>				MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD	M-1	8.28	%	M-2	7.66	%	M-3	7.79	%	<b>PROMEDIO</b>	<b>7.91</b>	<b>%</b>
MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD																
M-1	8.28	%																
M-2	7.66	%																
M-3	7.79	%																
<b>PROMEDIO</b>	<b>7.91</b>	<b>%</b>																

Fuente: Elaboración Propia

- **Contenido de Humedad del Agregado Grueso (NTP 339.185)**

El cálculo del contenido de humedad según NTP 339.185 de las tres muestras ensayadas y su promedio se mostrara entre la Tabla N° 36 a la Tabla N°39.

Tabla N°36:  
Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Muestra 1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																					
		FACULTAD DE INGENIERÍA																					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES																					
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO-G1																							
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.158																				
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19																				
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO																				
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																				
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO																							
MUESTRA 1																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>SÍMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE MUESTRA HUMEDA</td> <td>A</td> <td>2500.00</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE MUESTRA SECA</td> <td>B</td> <td>2489.00</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA</td> <td>(A-B)</td> <td>11.00</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>H</td> <td>0.44</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	gr	PESO DE MUESTRA SECA	B	2489.00	gr	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	11.00	gr	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.44	%
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	gr																				
PESO DE MUESTRA SECA	B	2489.00	gr																				
CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	11.00	gr																				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.44	%																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°37:  
Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Muestra 2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO-G2</b>			
TIPO DE AGREGADO	: A GREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.158	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>				
MUESTRA 2				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	gr
	PESO DE MUESTRA SECA	B	2493.40	gr
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	6.60	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.26	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°38:  
Contenido de Humedad del Agregado Grueso – Muestra 3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO-G3</b>			
TIPO DE AGREGADO	: A GREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 339.158	
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO	
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>				
MUESTRA 3				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>
	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	2500.00	gr
	PESO DE MUESTRA SECA	B	2492.40	gr
	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	7.60	gr
	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.30	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°39:

Promedio de Contenido de Humedad del Agregado Grueso

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO-PROMEDIO</b>																
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA : NTP 339.158															
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA : 06/08/19															
NOMBRE DE LA MUESTRA	: PROMEDIO	HECHO POR MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
PESO DE MUESTRA	: ----																
<b>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRAS</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M-1</td> <td>0.44</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>M-2</td> <td>0.26</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>M-3</td> <td>0.30</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td><b>PROMEDIO</b></td> <td><b>0.34</b></td> <td><b>%</b></td> </tr> </tbody> </table>			MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD	M-1	0.44	%	M-2	0.26	%	M-3	0.30	%	<b>PROMEDIO</b>	<b>0.34</b>	<b>%</b>
MUESTRAS	CANTIDAD	UNIDAD															
M-1	0.44	%															
M-2	0.26	%															
M-3	0.30	%															
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.34</b>	<b>%</b>															

Fuente: Elaboración Propia

- **Peso Específico del Agregado Grueso (NTP 400.022)**

El peso específico del agregado grueso según NTP 400.22 de las 3 muestras ensayadas y su promedio se mostrara entre la Tabla N°40 a la Tabla N° 43.

Tabla N°40:  
Peso Específico del Agregado Grueso – Muestra 1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G1	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA		FECHA	06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3779.70	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		615.70	g
PESO DEL AGUA	C	3164.00	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4960.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.70	g/cm3
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>sss</sub> )			
		2.72	g/cm3
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
		2.76	g/cm3
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		0.81	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°41:  
Peso Específico del Agregado Grueso – Muestra 2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G2	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA		FECHA	06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3778.60	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		615.70	g
PESO DEL AGUA	C	3162.90	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	4980.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.71	g/cm3
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (Gsss)			
		2.72	g/cm3
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (Ga)			
		2.74	g/cm3
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		0.40	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°42:  
Peso Específico del Agregado Grueso – Muestra 3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G3	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA		FECHA	06/08/2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SSS	B	5000.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3779.00	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		615.70	g
PESO DEL AGUA	C	3163.30	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	5080.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
		2.77	g/cm <sup>3</sup>
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>sss</sub> )			
		2.72	g/cm <sup>3</sup>
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
		2.65	g/cm <sup>3</sup>
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
		-1.57	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°43:  
Promedios del Peso Específico del Agregado Grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022			
PROCEDENCIA	: UNICON	FECHA	: 06/08/19			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO	: MAXIMO RIVERA GUERRERO			
		POR	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
RESUMEN PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.70	2.71	2.77	2.73	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	G <sub>sss</sub>	2.72	2.72	2.72	2.72	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO APARENTE	G <sub>a</sub>	2.76	2.74	2.65	2.72	g/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	a%	0.81	0.40	-1.57	-0.12	%

Fuente: Elaboración Propia

- Tabla Resumen Propiedades del Agregado Grueso**

Se presenta la Tabla N°44 con el Resumen de las propiedades del Agregado Grueso obtenidas tras el desarrollo de los ensayos de laboratorio.

Tabla N°44:  
Resumen de propiedades del Agregado Grueso

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	TABLA DE RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS PARA EL AGREGADO GRUESO					
DESCRIPCIÓN	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: VARIAS			
PROCEDENCIA	:	FECHA	: 06/08/19			
		HECHO	: MAXIMO RIVERA GUERRERO			
NOMBRE	: TABLA RESUMEN	POR	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
DESCRIPCIÓN	NORMA	UNIDAD	M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
PESO UNITARIO SUELTO	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1557.25	1536.23	1552.17	1548.55
PESO UNITARIO COMPACTADO	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1647.83	1631.16	1639.13	1639.37
MODULO DE FINURA DE A. GRUESO	400.012	adimensional	6.69	6.70	6.63	6.67
CONTENIDO DE HUMEDAD DE A. GRUESO	339.185	%	0.44	0.26	0.30	0.34
% QUE PASA LA MALLA N°200	400.018	%	8.28	7.66	7.79	7.91
PESO ESPECÍFICO DE MASA	400.022	adimensional	2.70	2.71	2.77	2.73
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	400.022	adimensional	2.72	2.72	2.72	2.72
PESO ESPECÍFICO APARENTE	400.022	adimensional	2.76	2.74	2.65	2.72
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	400.022	%	0.81	0.40	-1.57	-0.12

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. Diseños de mezcla

Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

### a) Resistencia a la compresión promedio

Calcular el  $f'cr$  de acuerdo a la Tabla N°45

Por tabla 10.1

$$F'cr = f'c + 84 \quad (1)$$

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Tabla N°45:

Diseño de mezclas del concreto (Tabla 10.1)

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO*</b>			
<b><math>f_c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		<b><math>f_{cr}</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	
Menos de 210		$f_c + 70$	
210 a 350		$f_c + 84$	
Sobre 350		$1,1f_c + 50$	
<p>* Los valores de esta tabla se emplean cuando no existe información suficiente para el cálculo de la desviación estándar.</p>			

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales

### b) Asentamiento

El asentamiento escogido en la presente tesis es de 7 a 10 mm en estado plástico.

### c) Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal es de  $\frac{3}{4}$ "

### d) Agua de diseño

Según la Tabla N°46 nuestra agua de diseño será 200

Tabla N°46:  
Diseño de mezclas del concreto (Tabla 2.1)

ASENTAMIENTO (Centímetros)		AGUA, en kg/m <sup>3</sup> de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y asentamiento indicados.						
		9,5 mm 3/8 "	12,7 mm 1/2 "	19,0 mm 3/4 "	25,4 mm 1 "	38,0 mm 1 1/2"	50,8 mm 2 "	76,0 mm 3 "
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
2,5 a 5,0	205	200	185	180	160	155	145	125
7,5 a 10,0	225	215	200	195	175	170	160	140
15,0 a 17,5	240	230	210	205	185	180	170	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en concreto sin incluir de aire en porcentaje (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
<b>CONCRETO CON AIRE INCORPORADO</b>								
2,5 a 5,0	180	175	165	160	145	140	135	120
7,5 a 10,0	200	190	180	175	160	155	150	135
15,0 a 17,5	215	205	190	185	170	165	160	—
Promedio recomendado de contenido total de aire, porcentaje (%)	8,0	7,0	6,0	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0

Fuente: ACI Committe 211, 1993

**e) Aire**

El porcentaje de aire según tabla 2,1 será 2.0%

Tabla N°47:  
Diseño de mezclas del concreto (Tabla 3.1)



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**RELACIÓN AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA**

Resistencia a la compresión probable a los 28 días en kg/cm <sup>2</sup> (f'cr)	Relación agua - cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0,38	---
400	0,43	---
350	0,48	0,40
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,70	0,61
150	0,80	0,71

Fuente: ACI Committe 211, 1993

❖ Por Resistencia

Se obtiene la relación agua cemento interpolando los datos en la Tabla N°47.

250 kg/cm<sup>2</sup>.... 0,55

200 kg/cm<sup>2</sup>....0, 62

Entonces la relación de a/c = 0,5584

Por lo tanto el factor cemento se calcula de la siguiente manera:

❖ Por Durabilidad

Cemento tipo I

Calculo del contenido de cemento:

$$FC = \frac{\text{Agua de diseño}}{a/c} \quad (2)$$

a/c

$$FC = 358,17 \text{ kg/m}^3$$

$$FC = 300 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto el factor cemento =  $358,17 \text{ kg/m}^3 = 8,43 \text{ bolsas/m}^3$

f) Cálculo del módulo de finura de los agregados

Según la Tabla N°48 se encuentra entre los valores de 8 y 9 bolsas para un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ ".

Tabla N°48:  
Diseño de mezclas del concreto (Tabla 5.2)



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**REQUISITOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES ASENTAMIENTOS Y TAMAÑOS MÁXIMOS NOMINALES DE AGREGADO GRUESO**

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de finura de la combinación de agregados el cual da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en bolsa por metro cúbico de concreto indicadas			
(mm)	6	7	8	9
9,5	3,96	4,04	4,11	4,19
12,7	4,46	4,54	4,61	4,69
19,0	4,96	5,04	5,11	5,19
25,4	5,26	5,34	5,41	5,49
38,0	5,56	5,64	5,71	5,79
50,8	5,86	5,94	6,01	6,09
76,0	6,16	6,24	6,31	6,39

Los valores de la tabla están referidos a agregado grueso adecuadamente graduado, con un contenido de vacíos del orden del 35%. Los valores deben incrementarse o disminuirse en 0,10 por cada 5% de disminución o incremento en el porcentaje de vacíos.  
Los valores de la tabla pueden ser algo sobre-arenosos para pavimentos o estructuras ciclópeas. Si las condiciones de colocación son favorables, los valores de la tabla pueden ser incrementados en 0,20.

Fuente: ACI Committe 211, 1993

g) Cálculo de proporciones de materiales por m<sup>3</sup>

Se sacan los siguientes parámetros:

$$mf = 2.97$$

$$mg = 6.67$$

$$pe. f = 2,56$$

$$pe. g = 2,73$$

Factor de peso de agregado fino y grueso:

$$zf = \frac{mg - mc}{mg - mf}, \quad (3)$$

$$z_g = 1 - z_f \quad (4)$$

$$z_f = (6.67 - 5.144) / (6.67 - 2.97)$$

$$z_f = 0.4123 \text{ m}^3$$

$$z_g = 1 - 0.4123 = 0.5877 \text{ m}^3$$

Factor volumen agregado fino y grueso

$$r_f = \frac{(z_f / p.e.f)}{(z_f / p.e.f) + (z_g / p.e.g)} \quad (5)$$

$$r_g = 1 - r_f \quad (6)$$

$$r_f = \frac{(0.4123 / 2.56)}{(0.4123 / 2.56) + (0.5877 / 2.73)} = 0.4273$$

$$r_g = 1 - 0.4273 = 0.5727$$

Volumen absoluto del agregado total (fino + grueso)

$$\text{Vol.ab (f+g)} = 1 - \left( \frac{p.cem}{p.cem} + \frac{\text{agua de diseño}}{p.e. Agua} + \frac{\%aire}{100} \right) \quad (7)$$

$$\text{Vol. Ab (f+g)} = 1 - \left( \frac{358.17}{3120} + \frac{200}{1000} + \frac{2.0}{100} \right) = 0.6604 \text{ m}^3$$

Volumen absoluto del agregado fino

$$\text{Vol abs (fino)} = r_f * \text{Vol abs (f+g)} \quad (8)$$

$$\text{Vol abs (grueso)} = r_g * \text{Vol abs (f+g)} \quad (9)$$

$$\text{Vol abs (fino)} = 0.4273 * 0.6604 = 0.2822 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs (grueso)} = 0.5727 * 0.6604 = 0.3782 \text{ m}^3$$

Peso del agregado grueso seco:

$$\text{Peso Ag} = \text{Vol. Ab. A.grueso} * \text{Peso esp. Grueso} \quad (10)$$

$$\text{Peso Ag} = 0.3782 * 2.73 * 1000 = 1,032.49 \text{ kg}$$

Peso del agregado fino seco:

$$\text{Peso Af} = \text{Vol Ab.A.fino} * \text{Peso esp. Fino} \quad (11)$$

$$\text{Peso Af} = 0,284 * 2,56 * 1000 = 727,04 \text{ kg}$$

En resumen por m<sup>3</sup> de concreto para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> las siguientes proporciones serán:

$$\text{Cemento} = 358,17 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} = 739,04 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1038,07 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 190,09 \text{ L}$$

- Primera corrección del diseño de mezcla

$$r_f = 43\% \quad \text{Nuevo } r_f = 51\%$$

$$r_g = 57\% \quad \text{Nuevo } r_g = 49\%$$

- Corrección de agua de diseño

(2'' – 5'') Esperado

1'' Obtenido

$$5'' - 1'' = 4'' \times 2,54 = 10,16 \text{ cm} \times 2 = 20,32 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Nuevo agua de diseño} = 200 + 20,32 = 220,32 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Nuevo FC} = \frac{\text{Nuevo Agua de diseño}}{a/c}$$

$$\text{Nuevo FC} = \frac{220,32}{0,5584} = 394,56 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantidad de bolsas} = 9,28 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. Ab (f+g)} = 1 - \left( \frac{394,56}{3120} + \frac{220,32}{1000} + \frac{2,0}{100} \right) = 0,6332 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol abs (fino)} = 0,51 * 0,6332 = 0,3229 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. abs (grueso)} = 0,49 * 0,6332 = 0,3103 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso seco Ag} = 0,3103 * 2,71 * 1000 = 840,91 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco Af} = 0,3229 * 2,56 * 1000 = 826,62 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Af} = 826,62 * (1 + 0,01627) = 840,07 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Ag} = 840,91 * (1 + 0,00547) = \underline{845,51 \text{ kg}}$$

-5,44 kg

✚ La diferencia de agregados húmedos no se encuentra entre 70 –100kg

- Segunda corrección del diseño de mezcla

$$\text{rf} = 43\% \qquad \text{Nuevo rf} = 53\%$$

$$\text{rg} = 57\% \qquad \text{Nuevo rg} = 47\%$$

$$\text{Nuevo Vol abs (fino)} = 0,53 * 0,6332 = 0,3356 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. abs (grueso)} = 0,47 * 0,6332 = 0,2976 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso seco Ag} = 0,2976 * 2,71 * 1000 = 806,50 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco Af} = 0,3356 * 2,56 * 1000 = 859,14 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Af} = 859,14 * (1 + 0,01627) = 873,12 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Ag} = 806,50 * (1 + 0,00547) = \underline{810,91 \text{ kg}}$$

62,20 kg

✚ La diferencia de agregados húmedos no se encuentra entre 70 –100kg

- Tercera corrección del diseño de mezcla

$$\text{rf} = 43\% \qquad \text{Nuevo rf} = 55\%$$

$$\text{rg} = 57\% \qquad \text{Nuevo rg} = 45\%$$

$$\text{Nuevo Vol abs (fino)} = 0,55 * 0,6332 = 0,3483 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. abs (grueso)} = 0,45 * 0,6332 = 0,2849 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso seco Ag} = 0,2849 * 2,71 * 1000 = 772,08 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco Af} = 0,3483 * 2,56 * 1000 = 891,65 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Af} = 891,65 * (1 + 0,01627) = 906,16 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Ag} = 772,08 * (1 + 0,00547) = \underline{776,30 \text{ kg}}$$

129,86 kg

✚ La diferencia de agregados húmedos no se encuentra entre 70 –100kg

- Cuarta corrección del diseño de mezcla

$$rf = 43\% \quad \text{Nuevo } rf = 54\%$$

$$rg = 57\% \quad \text{Nuevo } rg = 46\%$$

$$\text{Nuevo Vol abs (fino)} = 0,54 * 0,6332 = 0,3419 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. abs (grueso)} = 0,46 * 0,6332 = 0,2913 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso seco Ag} = 0,2913 * 2,71 * 1000 = 789,42 \text{ kg}$$

$$\text{Peso seco Af} = 0,3419 * 2,56 * 1000 = 875,26 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Af} = 875,26 * (1 + 0,01627) = 889,50 \text{ kg}$$

$$\text{Peso húmedo Ag} = 789,42 * (1 + 0,00547) = \frac{793,74 \text{ kg}}{95,76 \text{ kg}}$$

- ✚ La diferencia de agregados húmedos se encuentra entre 70 – 100kg, por lo cual se realizó el diseño pero no se obtuvo el resultado esperado, por lo tanto se hace una quinta corrección.

- Corrección de agua de diseño

$$5'' \times 2,54 = 25,40 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Nuevo agua de diseño} = 220,32 + 25,40 = 245,72 \text{ L/m}^3$$

$$\text{Nuevo FC} = \frac{\text{Nuevo Agua de diseño}}{a/c}$$

$$\text{Nuevo FC} = \frac{245,72}{0,67} = 366,75 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cantidad de bolsas} = 8,63 \text{ bolsas/m}^3 = 9 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. Ab (f+g)} = 1 - \left( \frac{366,75}{3120} + \frac{245,72}{1000} + \frac{2,0}{100} \right) = 0,6167 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol abs (fino)} = 0,54 * 0,6167 = 0,3330 \text{ m}^3$$

$$\text{Nuevo Vol. abs (grueso)} = 0,46 * 0,6167 = 0,2837 \text{ m}^3$$

Peso seco Ag=0,2837\*2,71\*1000= 768,83 kg

Peso seco Af=0,3330\*2,56\*1000 = 852,48 kg

Peso húmedo Af= 852,48\*(1 + 0,01627)= 866,35 kg

Peso húmedo Ag= 768,83\*(1 + 0,00547)=  $\frac{773,04 \text{ kg}}{93,31 \text{ kg}}$

En resumen por m<sup>3</sup> de concreto para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> las siguientes proporciones serán:

Cemento= 366,75 kg

Agregado fino= 866,35 kg

Agregado grueso= 773,04 kg

Agua efectiva= 234,71 L

### 4.3. Ensayos de concreto fresco

#### 4.3.1. Asentamiento (Slump)

Los ensayos de asentamiento se realizaron siguiendo la Norma Técnica Peruana NTP 339.035 o ASTM C143, detallándolo a continuación:

Primero se mezcla los agregados, cemento y agua en la mezcladora, luego se coloca un molde de metal (Plancha metálica) humedecido para que la mezcla no quede adherida y sobre esta se coloca el cono metálico, manteniéndolo inmóvil y pisando con ambos pies los estribos laterales del cono de metal.

Seguidamente, se llena 1/3 del volumen del cono con la mezcla y se compacta con 25 golpes uniformes en forma de espiral sin tocar la base; es decir, sin tocar la plancha metálica. Luego se llena el cono hasta 2/3 del volumen total y se vuelve a compactar con 25 golpes.

Después, se llena el cono en exceso (1" más del tamaño del cono) y se compacta con 25 golpes más, el exceso de mezcla es retirado con la regla metálica con la que también se hará el enrasado.

Finalmente, se retiran los pies de los estribos laterales del cono, sujetando con fuerza en dirección vertical (hacia abajo), las abrazaderas del cono con ambas manos (Para evitar que la mezcla se escape por el piso). Se va retirando

el cono de forma lenta y en dirección vertical hacia arriba, se retira el cono, se voltea y se coloca la varilla en forma horizontal en el molde de forma invertida de modo que esta varilla se extienda hasta el concreto, la medida del slump se toma en el eje central del molde en su posición original desde la parte superior del concreto hasta la parte inferior de la varilla, todo este procedimiento se observa en la figura N°18.

Asentamiento:

0" – 2" Seco

3" – 4" Normal

4" – 6" Plástico

6" > Superplastificado

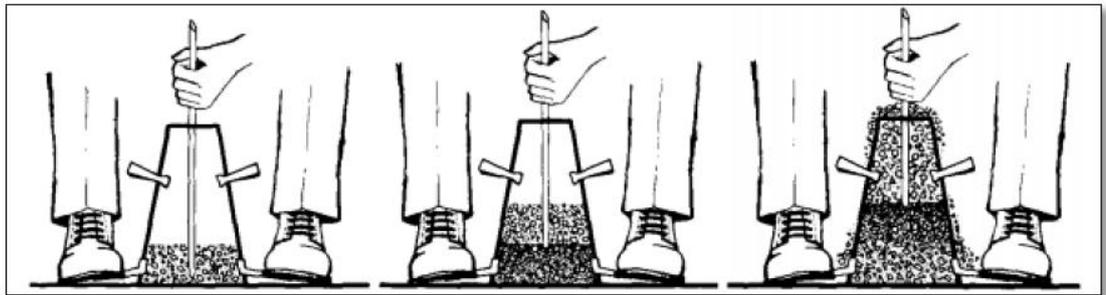


Figura N°18: Ensayo cono de Abrams  
Fuente: Barrera, J. (2014)

Los resultados de nuestros ensayos del cono de Abrams se muestran en la tabla N°49 y en la figura N°19 se aprecia la medición de uno de nuestros asentamientos.



Figura N°19: Medición de asentamiento  
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°49:  
Ensayo de asentamiento

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>		
	<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO</b>		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2	<b>NORMA</b>	: NTP 339.035
<b>MUESTRA</b>	: M1	<b>FECHA</b>	: 23/08/19
<b>LUGAR</b>	: LEM	<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	<b>ASENTAMIENTO OBTENIDO (pulg)</b>	<b>% DISMINUCIÓN</b>
<b>MUESTRA PATRÓN (M1)</b>	210 kg/cm2	4.30	0.00
<b>MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)</b>	210 kg/cm2	4.00	7.01
<b>MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)</b>	210 kg/cm2	3.50	18.70
<b>MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)</b>	210 kg/cm2	3.20	25.60

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2. Peso unitario del concreto

El ensayo de peso unitario del concreto consiste en determinar el peso del concreto por unidad de volumen.

Según la NTP 339.046, se debe anotar el peso y el volumen del molde específico para el ensayo, después del mezclado de los componentes del concreto, se procede a llenar el molde en tres capas iguales compactadas 25 veces cada una con una varilla lisa y también compactando entre 10 a 15 golpes con la comba alrededor del molde para poder vibrar cada capa, una vez llenado el molde se enrasa con la regla metálica y se limpia todo el borde de excedentes de concreto para luego pesarlo en la balanza electrónica.

Obtenidos todos los datos se divide el peso entre el volumen del molde cuyo resultado es el peso unitario del concreto, estos datos se muestran en la tabla N°50.

Tabla N°50:  
Ensayo de peso unitario del concreto

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>		
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO</b>		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2	<b>NORMA</b>	: NTP 339.046
<b>MUESTRA</b>	: M1	<b>FECHA</b>	: 23/08/19
<b>LUGAR</b>	: LEM	<b>HECHO POR</b>	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	<b>P.U. (kg/m3)</b>	<b>% INCREMENTO</b>
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm2	2320.22	0.00
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm2	2324.45	100.15
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm2	2326.57	100.30
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm2	2336.08	100.70

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Ensayos de concreto endurecido.

##### 4.4.1. Resistencia a compresión

Según la NTP 339.034, este método consiste en aplicar una carga axial a los moldes cilíndricos mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta ensayada es calculada por división de la carga máxima ensayada entre el área de la sección recta de la probeta.

Los resultados de las pruebas ensayadas se muestran a continuación (Ver Tabla N°51 a la Tabla N°54) y las comparación de las mismas (Ver Figuras N°20 a la Figura N°25)

1. Resistencia a la compresión a los 3 días
2. Resistencia a la compresión a los 7 días
3. Resistencia a la compresión los 14 días
4. Resistencia a la compresión los 28 días



Figura N°20: Ensayo de probetas a compresión en el laboratorio de ensayo de materiales.  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°51:

Resultados de rotura de probetas a compresión a 3 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
FACULTAD DE INGENIERÍA		FACULTAD DE INGENIERÍA				
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 3 DÍAS						
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.034			
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 27/08/19			
LUGAR	: LEM	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm2	26/08/2019	29/08/2019	198.40	195	93.00
				192.70		
				194.80		
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm2	03/09/2019	06/09/2019	199.70	202	96.00
				207.30		
				197.80		
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm2	28/08/2019	31/08/2019	201.90	206	97.90
				205.80		
				209.10		
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm2	06/09/2019	09/09/2019	211.90	211	100.33
				206.40		
				213.80		
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL					
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL					
SERIE	: 040400000001					

Fuente: Elaboración Propia

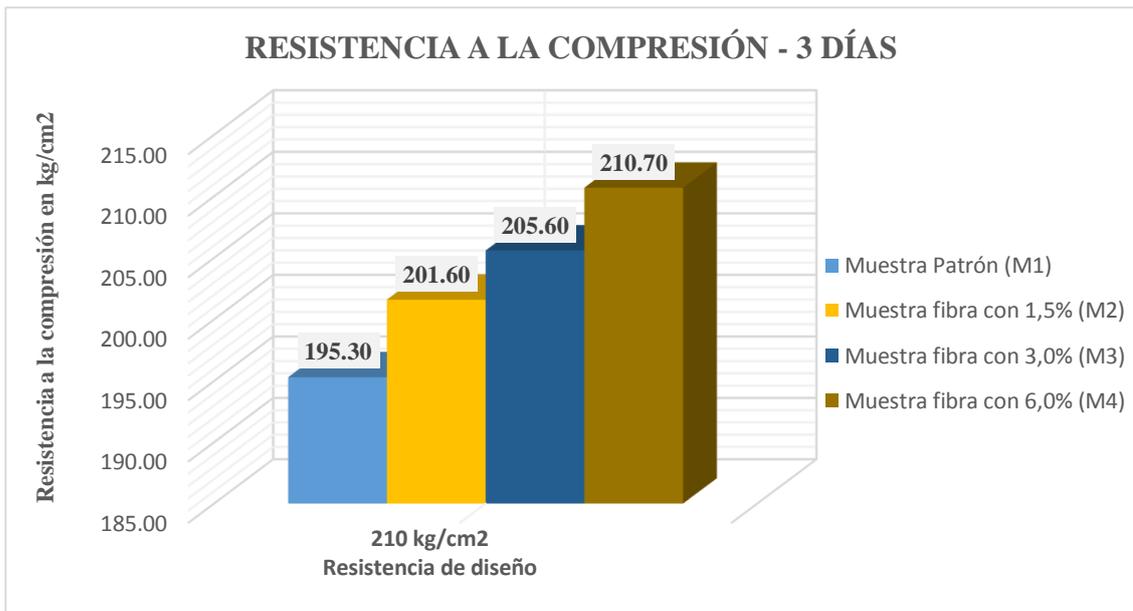


Figura N°21: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (3 días)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°52:

Resultados de rotura de probetas a compresión a 7 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 7 DÍAS						
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.034			
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 29/08/19			
LUGAR	: LEM	HECHO POR	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	22/08/2019	29/08/2019	285.00	283	134.59
				280.80		
				282.10		
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	04/09/2019	287.40	295	140.70
				304.60		
				294.40		
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	04/09/2019	291.80	287	136.76
				291.90		
				277.90		
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	298.00	300	143.08
				303.60		
				299.80		
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL					
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL					
SERIE	: 04040000001					

Fuente: Elaboración Propia

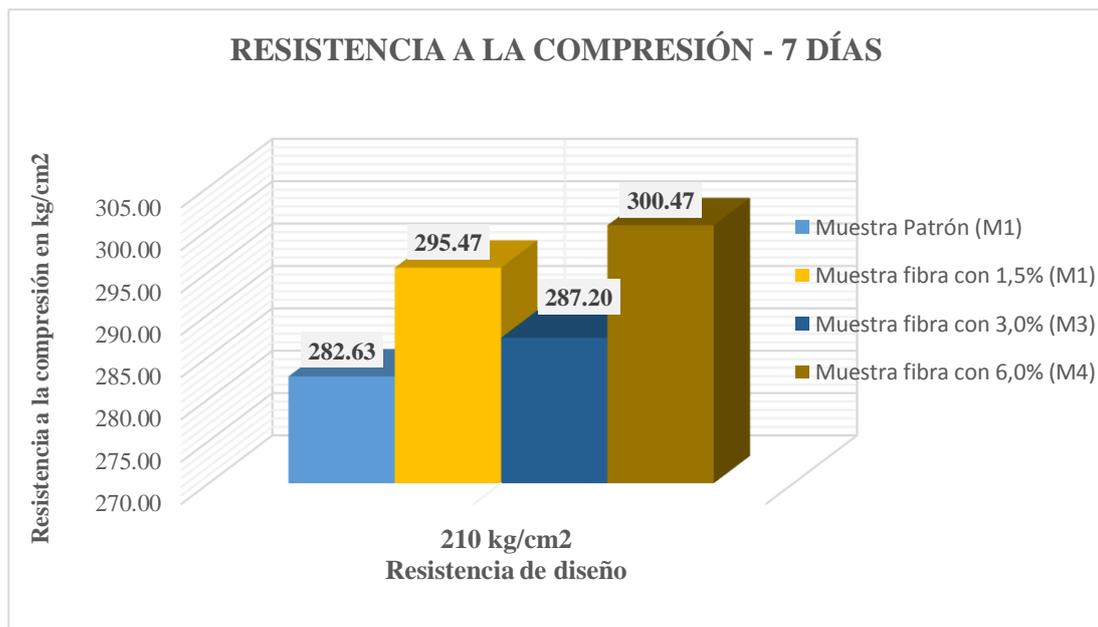


Figura N°22: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°53:

Resultados de rotura de probetas a compresión a 14 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 14 DÍAS						
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.034			
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 03/09/19			
LUGAR	: LEM	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm2	22/08/2019	05/09/2019	335.20	333	158.65
				330.60		
				333.70		
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm2	28/08/2019	11/09/2019	339.50	338	161.08
				338.60		
				336.70		
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm2	28/08/2019	11/09/2019	363.30	345	164.14
				316.80		
				354.00		
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm2	06/09/2019	20/09/2019	356.80	351	167.02
				351.40		
				344.00		
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL					
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL					
SERIE	: 04040000001					

Fuente: Elaboración Propia

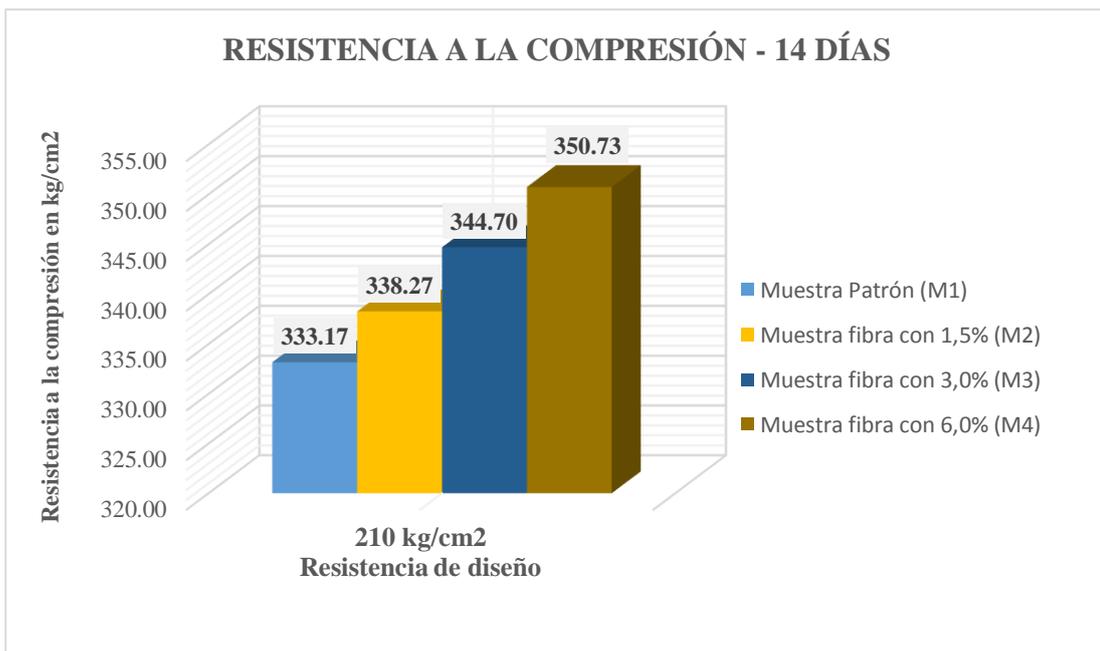


Figura N°23: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°54:

Resultados de rotura de probetas a compresión a 28 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
FACULTAD DE INGENIERÍA						
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 28 DÍAS						
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.034			
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 03/09/19			
LUGAR	: LEM	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA			
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'_c$ PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	22/08/2019	19/09/2019	393.00	388	184.52
				387.40		
				382.10		
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	25/09/2019	395.90	401	190.75
				404.00		
				401.80		
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	25/09/2019	406.60	410	195.44
				415.40		
				409.30		
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	417.00	419	199.32
				420.80		
				417.90		
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL					
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL					
SERIE	: 040400000001					

Fuente: Elaboración Propia

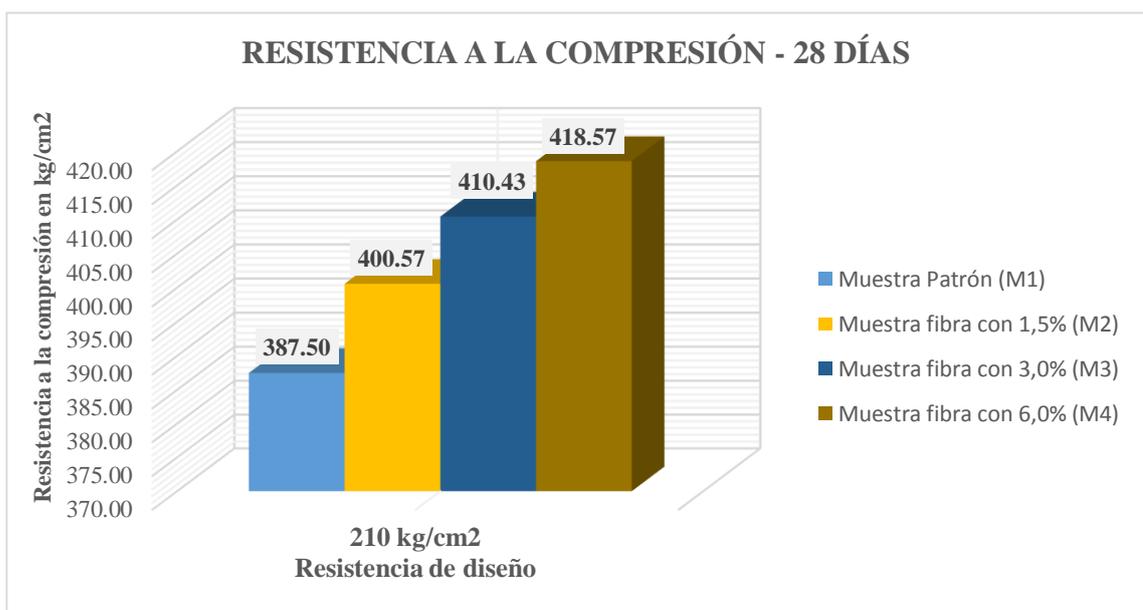


Figura N°24: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (28 días)

Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resistencia: 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

Muestra: Varios

Norma: N.T.P. 339.034

Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales

Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario

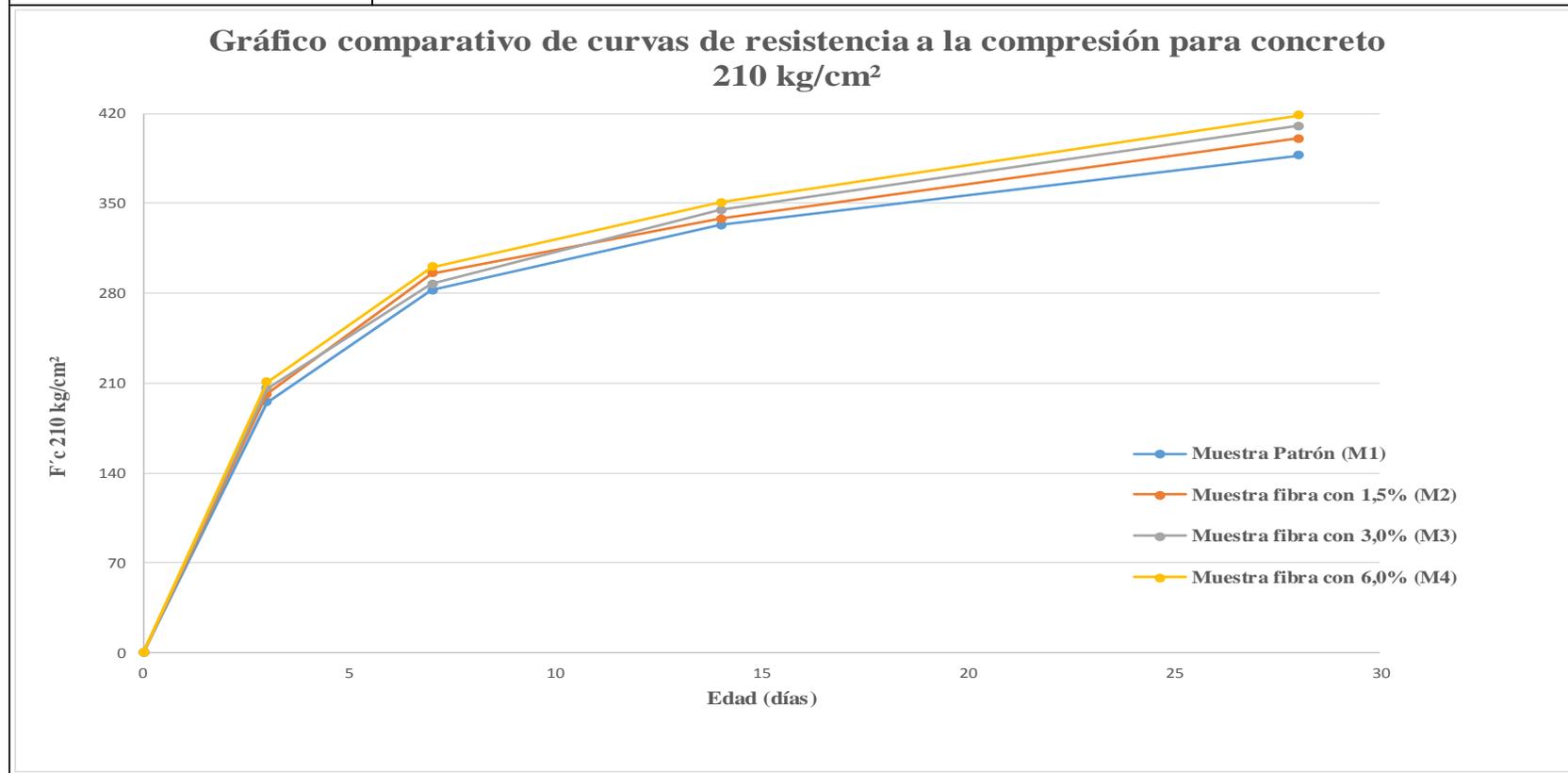


Figura N°25: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a la compresión convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos realizados de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras de betarraga con 1,5% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 3,23%, aumenta un 4,54%, aumenta un 1,53% y aumenta un 3,37% respectivamente.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 3,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 5,27%, aumenta un 1,62%, aumenta un 3,46% y aumenta un 5,92% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 6,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumentan un 7,89%; 6,31%; 5,27% y 8,02% respectivamente.

#### 4.4.2. Resistencia a la tracción

Según la NTP 339.084, este método consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la misma. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente.

Los resultado de las pruebas ensayadas se muestran a continuación (Ver Tabla N°55 a la Tabla N°58) y las comparación de las mismas (Ver Figura N°26 a la Figura N°31)

1. Resistencia a la tracción a los 3 días
2. Resistencia a la tracción a los 7 días
3. Resistencia a la tracción a los 14 días
4. Resistencia a la tracción a los 28 días



Figura N°26: Ensayo de probetas a tracción en el laboratorio de ensayo de materiales.  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°55:

Resultados de rotura de probetas a tracción a 3 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN <math>f'_c=210 \text{ kg/cm}^2</math> - 3 DÍAS</b>					
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.084		
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 27/08/19		
LUGAR	: LEM	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA		
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm2	26/08/2019	29/08/2019	17.10	17
				16.80	
				17.70	
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm2	03/09/2019	06/09/2019	18.40	18
				16.70	
				17.60	
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm2	28/08/2019	31/08/2019	18.60	20
				19.90	
				20.50	
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm2	06/09/2019	09/09/2019	20.70	21
				20.40	
				20.60	
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL				
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL				
SERIE	: 040400000001				

Fuente: Elaboración Propia

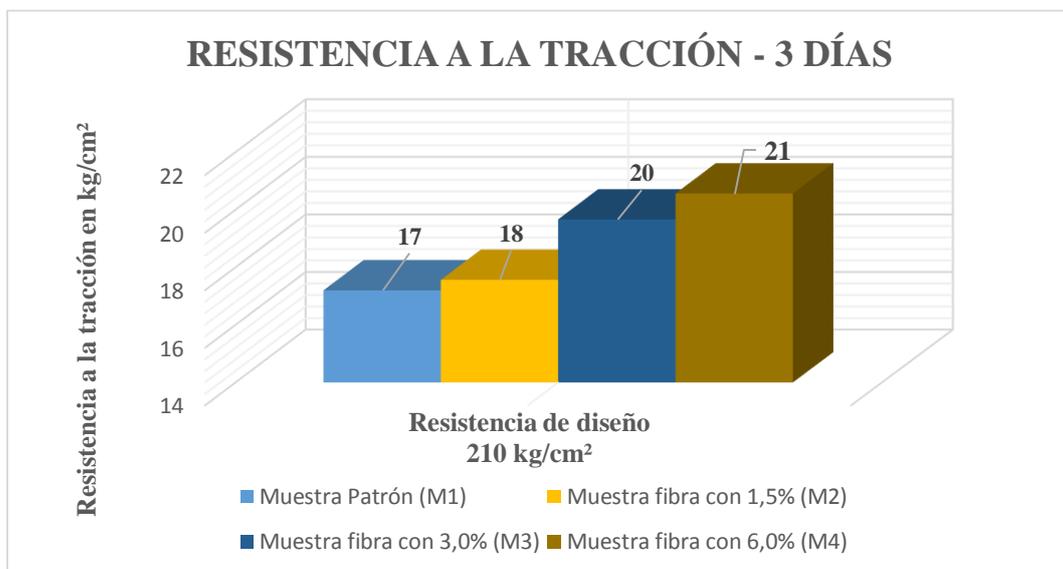


Figura N°27: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (3 días)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°56:

Resultados de rotura de probetas a tracción a 7 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>				
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>				
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>				
	<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN <math>f'_c=210 \text{ kg/cm}^2</math> - 7 DÍAS</b>				
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>NORMA</b>	: NTP 339.084	
<b>MUESTRA</b>	: M1, M2, M3, M4		<b>FECHA</b>	: 29/08/19	
<b>LUGAR</b>	: LEM		<b>HECHO POR</b>	MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>f'c PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	22/08/2019	29/08/2019	23.80	22
				18.90	
				22.70	
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	04/09/2019	21.30	24
				25.30	
				24.90	
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	04/09/2019	26.80	26
				25.50	
				26.20	
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	26.50	28
				28.60	
				27.90	
<b>EQUIPO</b>	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL				
<b>MARCA</b>	: ELE - INTERNACIONAL				
<b>SERIE</b>	: 040400000001				

Fuente: Elaboración Propia

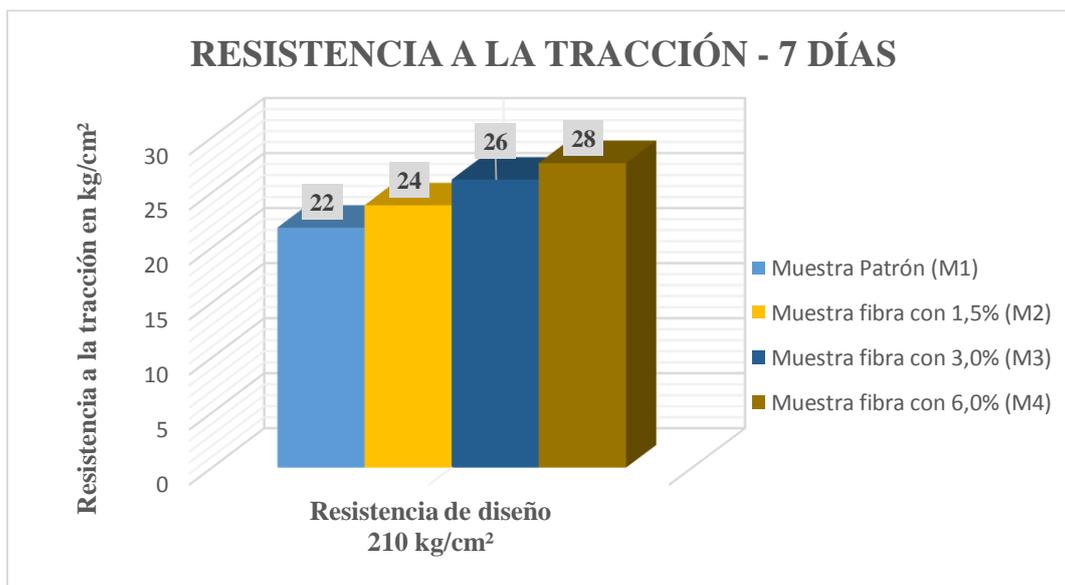


Figura N°28: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (7 días)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°57:

Resultados de rotura de probetas a tracción a 14 días convencional, con 1,5%; 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
		RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - 14 DÍAS			
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.084		
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 03/09/19		
LUGAR	: LEM	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA		
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	22/08/2019	05/09/2019	27.50	28
				28.10	
				28.90	
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	11/09/2019	29.60	29
				28.30	
				29.10	
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	11/09/2019	32.00	31
				29.50	
				31.50	
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	20/09/2019	32.90	31
				33.20	
				28.30	
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL				
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL				
SERIE	: 040400000001				

Fuente: Elaboración Propia

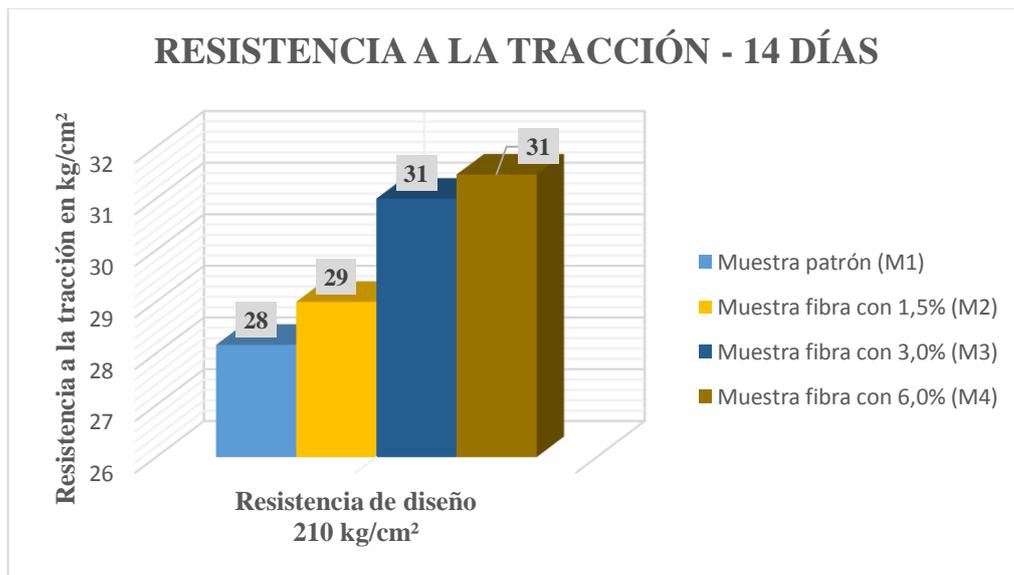


Figura N°29: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (14 días)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°58:

Resultados de rotura de probetas a tracción a 28 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> - 28 DÍAS</b>					
RESISTENCIA	: 210 KG/CM2	NORMA	: NTP 339.084		
MUESTRA	: M1, M2, M3, M4	FECHA	: 03/09/19		
LUGAR	: LEM	HECHO POR	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA		
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	22/08/2019	19/09/2019	38.50	39
				37.90	
				40.70	
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	25/09/2019	42.60	41
				40.90	
				38.90	
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	28/08/2019	25/09/2019	36.50	37
				38.20	
				37.50	
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	42.70	43
				41.60	
				43.70	
EQUIPO	: MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL				
MARCA	: ELE - INTERNACIONAL				
SERIE	: 040400000001				

Fuente: Elaboración Propia

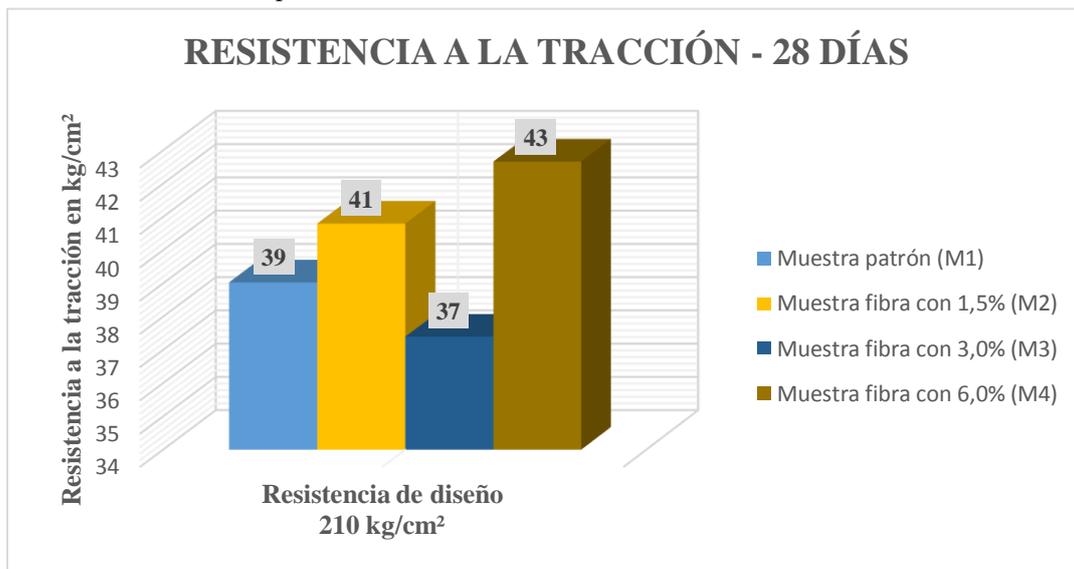


Figura N°30: Gráfico comparativo de resistencia a la tracción (28 días)

Fuente: Elaboración Propia



	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Resistencia: 210 kg/cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Muestra: Varios	Norma: N.T.P. 339.084
Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales	Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario

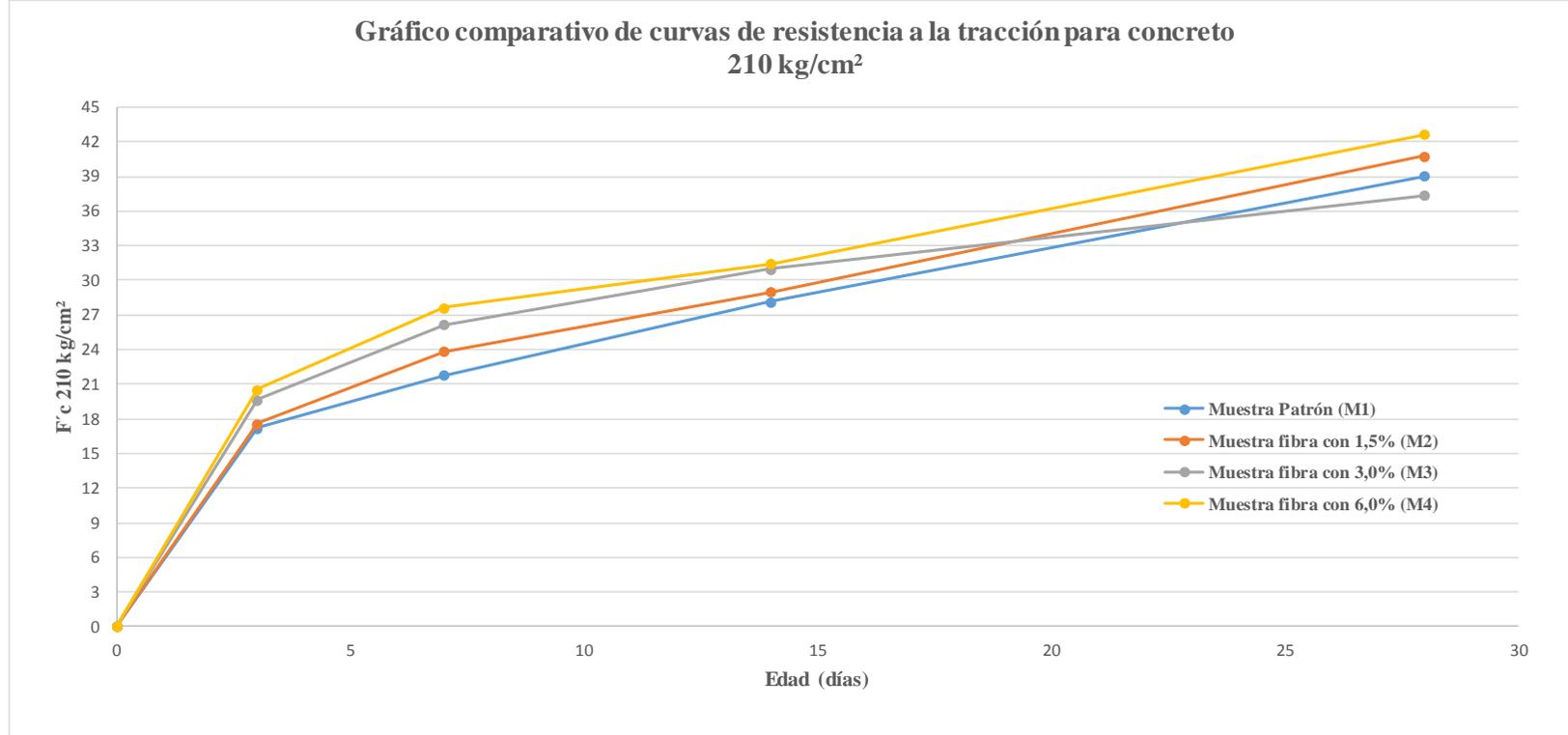


Figura N°31: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a la tracción convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos realizados de resistencia a la tracción para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras de betarraga con 1,5% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 2,13%, aumenta un 9,33%, aumenta un 2,96% y aumenta un 4,53% respectivamente.

Al realizar los ensayos de resistencia a la tracción para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 3,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 14,34%, aumenta un 20,03%, aumenta un 10,06% y disminuye un 4,18% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a la tracción para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 6,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 19,57%, aumenta un 26,91%, aumenta un 11,72% y aumenta un 9,31% respectivamente.

#### 4.4.3. Resistencia a flexión

Según la NTP 339.078, este método establece el procedimiento que se seguirá para determinar la resistencia a flexión en forma de vigas simplemente apoyadas y ensayadas con cargas que sean a los tercios de luz.

Los resultado de las pruebas ensayadas se muestran a continuación (Ver Tabla N°59 a la Tabla N°62) y las comparación de las mismas (Ver Figuras N°32 a la Figura N°37)

1. Resistencia a la flexión a los 3 días
2. Resistencia a la flexión a los 7 días
3. Resistencia a la flexión a los 14 días
4. Resistencia a la flexión a los 28 días



Figura N°32: Ensayo de vigas a flexión en el laboratorio de ensayo de materiales.  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°59:

Resultados de rotura de vigas a flexión para 3 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
		FACULTAD DE INGENIERÍA									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
<b>Resistencia: 210 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> - 3 DÍAS</b>									
<b>Muestra: M1-M2-M3-M4</b>		<b>Norma: N.T.P. 339.078</b>									
<b>Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales</b>		<b>Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario</b>									
DESCRIPCIÓN	$f_c$ Diseño	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LECTURA (KN)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	FUERZA (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
<b>MUESTRA PATRÓN (M1)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	01/09/2019	20.50	15.10	15.30	2089.70	26.78	28	195	14.27
				22.60	15.10	15.30	2303.77	29.52			
				20.90	15.20	15.30	2130.48	27.30			
<b>MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	01/09/2019	25.70	15.20	15.30	2619.78	33.57	31	202	15.23
				22.40	15.10	15.40	2283.38	28.88			
				23.00	15.30	15.40	2344.55	29.66			
<b>MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	09/09/2019	24.30	15.10	15.40	2477.06	31.33	32	206	15.35
				25.00	15.10	15.30	2548.42	32.66			
				23.50	15.20	15.30	2395.51	30.70			
<b>MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	09/09/2019	24.90	15.30	15.40	2538.23	32.11	33	211	15.82
				27.00	15.30	15.40	2752.29	34.82			
				25.30	15.20	15.30	2579.00	33.05			
<b>EQUIPO</b>		<b>: MÁQUINA PARA ENSAYOS A FLEXIÓN MANUAL</b>									
<b>MARCA</b>		<b>: TECNOTEST</b>									
<b>SERIE</b>		<b>: 920</b>									

Fuente: Elaboración Propia

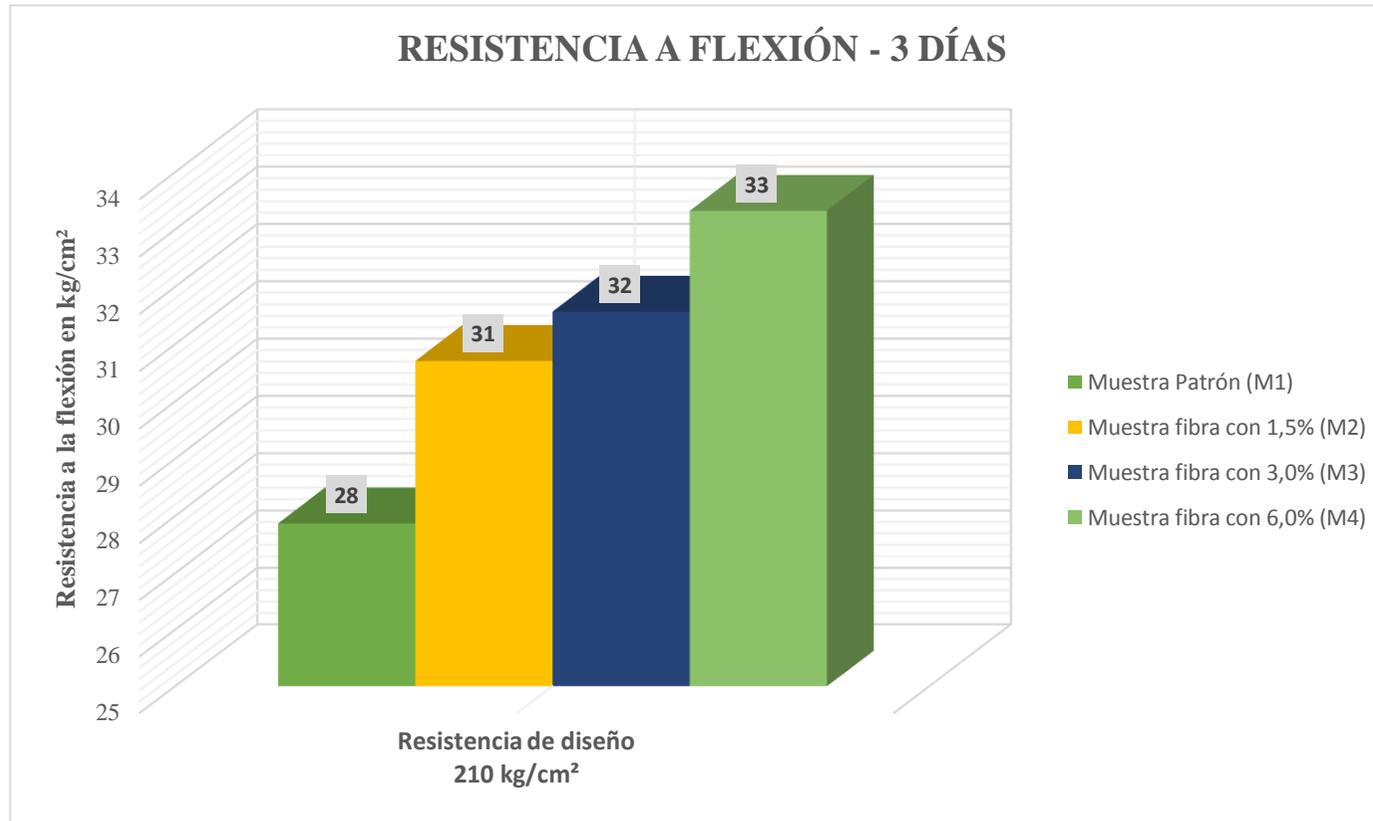


Figura N°33: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (3 días)  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°60:

Resultados de rotura de vigas a flexión para 7 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
		FACULTAD DE INGENIERÍA									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
<b>Resistencia: 210 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup> - 7 DÍAS</b>									
<b>Muestra: M1-M2-M3-M4</b>		<b>Norma: N.T.P. 339.078</b>									
<b>Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales</b>		<b>Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario</b>									
DESCRIPCIÓN	f <sub>c</sub> Diseño	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LECTURA (KN)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	FUERZA (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
<b>MUESTRA PATRÓN (M1)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	05/09/2019	33.50	15.20	15.30	3414.88	43.76	46	283	16.15
				35.00	15.30	15.30	3567.79	45.72			
				36.30	15.20	15.30	3700.31	47.42			
<b>MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	05/09/2019	36.90	15.20	15.40	3761.47	47.58	48	295	16.24
				38.50	15.20	15.30	3924.57	50.30			
				35.70	15.30	15.40	3639.14	46.03			
<b>MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	38.20	15.20	15.40	3893.99	49.26	49	287	17.21
				36.30	15.30	15.30	3700.31	47.42			
				40.00	15.30	15.40	4077.47	51.58			
<b>MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	41.30	15.30	15.30	4209.99	53.95	52	300	17.22
				39.50	15.30	15.40	4026.50	50.93			
				38.50	15.20	15.30	3924.57	50.30			
<b>EQUIPO</b>		<b>: MÁQUINA PARA ENSAYOS A FLEXIÓN MANUAL</b>									
<b>MARCA</b>		<b>: TECNOTEST</b>									
<b>SERIE</b>		<b>: 920</b>									

Fuente: Elaboración Propia

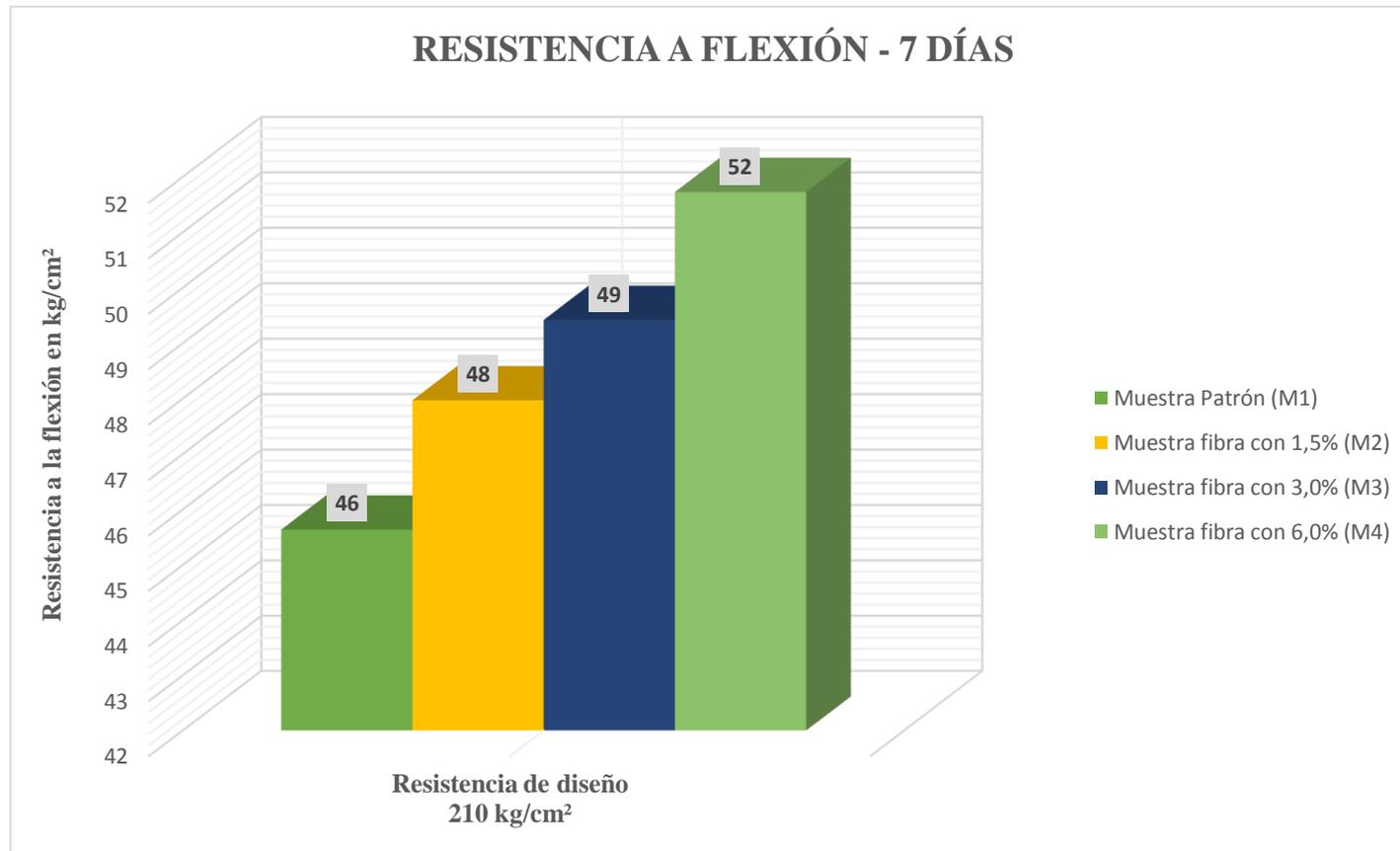


Figura N°34: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (7 días)  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°61:

Resultados de rotura de vigas a flexión para 14 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
		FACULTAD DE INGENIERÍA									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
<b>Resistencia: 210 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN <math>f_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> - 14 DÍAS</b>									
<b>Muestra: M1-M2-M3-M4</b>		<b>Norma: N.T.P. 339.078</b>									
<b>Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales</b>		<b>Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario</b>									
DESCRIPCIÓN	$f_c$ Diseño	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LECTURA (KN)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	FUERZA (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
<b>MUESTRA PATRÓN (M1)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	12/09/2019	41.50	15.30	15.40	4230.38	53.51	53	333	15.95
				38.60	15.20	15.30	3934.76	50.43			
				42.50	15.20	15.30	4332.31	55.52			
<b>MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	12/09/2019	41.30	15.30	15.40	4209.99	53.26	55	338	16.13
				40.50	15.30	15.30	4128.44	52.91			
				44.00	15.20	15.30	4485.22	57.48			
<b>MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	20/09/2019	45.00	15.30	15.40	4587.16	58.03	57	345	16.47
				43.50	15.20	15.40	4434.25	56.09			
				43.00	15.30	15.30	4383.28	56.17			
<b>MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	20/09/2019	44.00	15.20	15.40	4485.22	56.74	59	351	16.68
				45.00	15.30	15.40	4587.16	58.03			
				46.50	15.20	15.30	4740.06	60.75			
<b>EQUIPO : MÁQUINA PARA ENSAYOS A FLEXIÓN MANUAL</b>											
<b>MARCA : TECNOTEST</b>											
<b>SERIE : 920</b>											

Fuente: Elaboración Propia

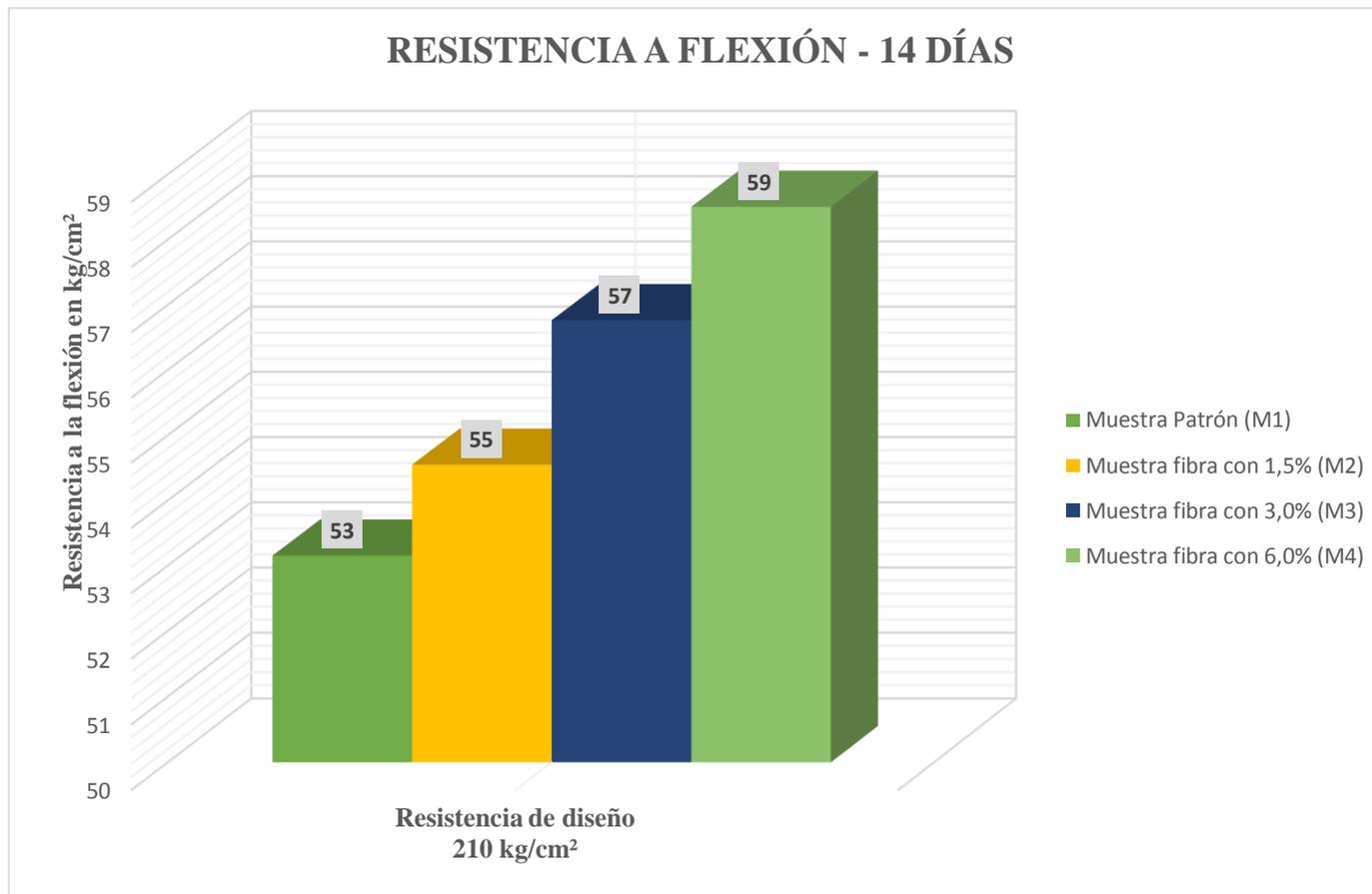


Figura N°35: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (14 días)  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°62:

Resultados de rotura de vigas a flexión para 28 días convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra de betarraga.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
		FACULTAD DE INGENIERÍA									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
Resistencia: 210 kg/cm <sup>2</sup>		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> - 28 DÍAS									
Muestra: M1-M2-M3-M4		Norma: N.T.P. 339.078									
Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales		Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario									
DESCRIPCIÓN	f <sub>c</sub> Diseño	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LECTURA (KN)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	FUERZA (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	26/09/2019	46.00	15.30	15.40	4689.09	59.32	58	388	14.88
				42.50	15.20	15.30	4332.31	55.52			
				44.50	15.20	15.30	4536.19	58.13			
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	26/09/2019	47.70	15.30	15.40	4862.39	61.51	60	400.57	14.99
				45.00	15.30	15.40	4587.16	58.03			
				46.40	15.20	15.30	4729.87	60.62			
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	47.40	15.30	15.40	4831.80	61.12	63	410.43	15.29
				48.00	15.20	15.30	4892.97	62.71			
				49.30	15.30	15.30	5025.48	64.40			
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	50.30	15.20	15.40	5127.42	64.86	66	418.57	15.74
				51.80	15.30	15.40	5280.33	66.79			
				50.50	15.20	15.30	5147.81	65.97			
EQUIPO		: MÁQUINA PARA ENSAYOS A FLEXIÓN MANUAL									
MARCA		: TECNOTEST									
SERIE		: 920									

Fuente: Elaboración Propia

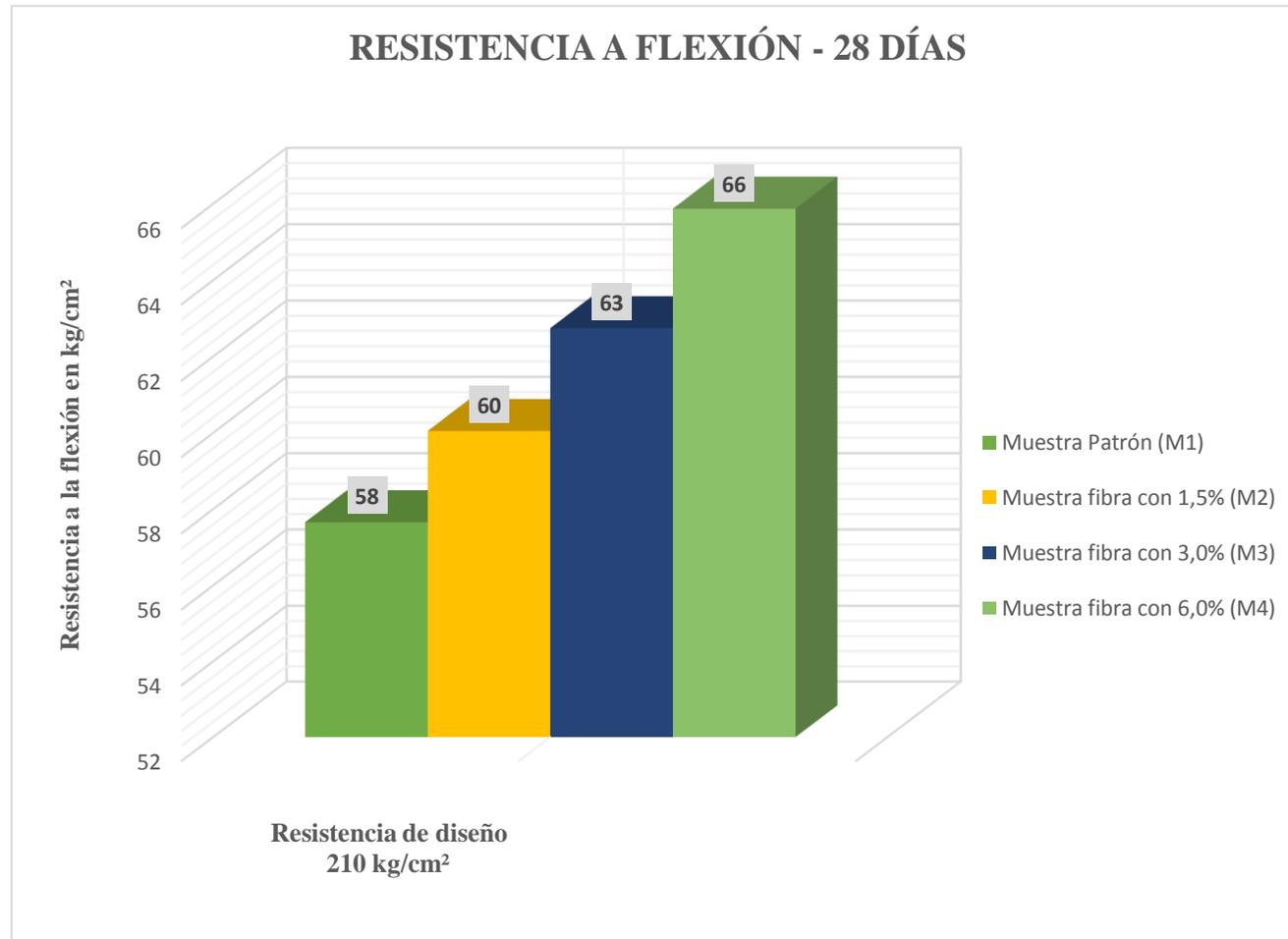


Figura N°36: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (28 días)  
Fuente: Elaboración Propia



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resistencia: 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A FLEXIÓN  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra: Varios

Norma: N.T.P. 339.078

Lugar: Laboratorio de Ensayo de

Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario

Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

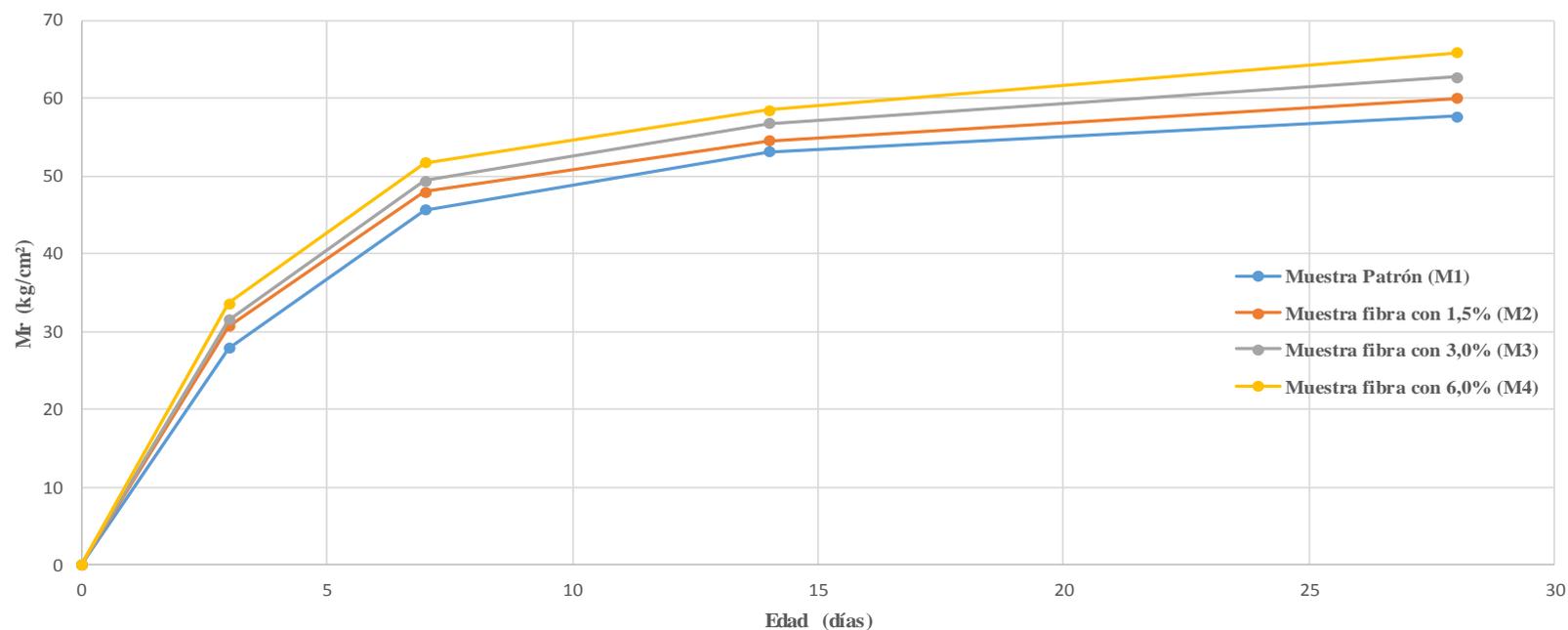


Figura N°37: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión convencional, con 1,5%, 3,0% y 6,0% de fibra para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos realizados de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras de betarraga con 1,5% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 10,18%, aumenta un 5,11%, aumenta un 2,62% y aumenta un 4,15% respectivamente.

Al realizar los ensayos de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 3,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 13,26%, aumenta un 8,29%, aumenta un 6,79% y aumenta un 8,82% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 6,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 19,58%, aumenta un 13,35%, aumenta un 10,06% y aumenta un 14,25% respectivamente.

#### 4.5. Potencial de fisuración:

Método que evalúa la contracción plástica mediante una comparación del potencial de fisuración de superficie de paneles rectangulares de un concreto sometido a una alta tasa de evaporación, a cierta temperatura.

El ensayo consiste en moldear una muestra de concreto de 560x 360 mm con un espesor de 40 mm, esta medida se tomó por investigaciones previas ya que a mayor espesor impedía el desarrollo de fisuras.

El diseño patrón junto al concreto con fibra de betarraga fue evaluado con la misma geometría, colocándose restricciones en los 4 lados de la losa para así generar fisuras.



Figura N°38: Losas en estado de fraguado sometido a la temperatura.  
Fuente: Elaboración Propia

En las Tablas N°63 a la Tabla N°75 se muestran los resultados de potencial de fisuración de los ensayos que se realizaron por cada muestra y sus respectivas imágenes (Ver figura N°38 a la Figura N° 43).

A continuación se muestra los resultados del potencial de fisuración para 210 kg/cm<sup>2</sup> con y sin fibra de betarraga.

Tabla N°63:

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra patrón (M1) concreto 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																																						
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																						
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM <sup>2</sup>			<b>FECHA:</b> 13/09/19																																			
<b>MUESTRA</b>	: M1 (Patrón)																																						
<b>LUGAR</b>	: LEM			<b>HECHO POR</b> MAXIMO RIVERA GUERRERO ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>2,30</td> <td>2,30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,10</td> <td>1,00</td> <td>1,50</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1,2</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1.80</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>2,05</td> <td>2,05</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td style="text-align: center;"><b>8.85</b></td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1,00	2,30	2,30	2	0,10	1,00	1,50	1,50	3	0,05	1,00	1,2	1,2	4	0,05	1,00	1.80	1.80	5	0,05	1,00	2,05	2,05	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				<b>8.85</b>
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																			
1	0,05	1,00	2,30	2,30																																			
2	0,10	1,00	1,50	1,50																																			
3	0,05	1,00	1,2	1,2																																			
4	0,05	1,00	1.80	1.80																																			
5	0,05	1,00	2,05	2,05																																			
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				<b>8.85</b>																																			

Fuente: Elaboración Propia



Figura N°39: Fisura Losa 01 muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°64:

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																																						
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																						
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>FECHA:</b> 13/09/19																																				
<b>MUESTRA</b>	: M1 (Patrón)		<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																																				
<b>LUGAR</b>	: LEM		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>2.55</td> <td>2.55</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,10</td> <td>1,00</td> <td>1.60</td> <td>1.6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1.28</td> <td>1.28</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1.84</td> <td>1.84</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>2.02</td> <td>2.02</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>9.29</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1,00	2.55	2.55	2	0,10	1,00	1.60	1.6	3	0,05	1,00	1.28	1.28	4	0,05	1,00	1.84	1.84	5	0,05	1,00	2.02	2.02	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				9.29
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																			
1	0,05	1,00	2.55	2.55																																			
2	0,10	1,00	1.60	1.6																																			
3	0,05	1,00	1.28	1.28																																			
4	0,05	1,00	1.84	1.84																																			
5	0,05	1,00	2.02	2.02																																			
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				9.29																																			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°65:

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra patrón (M1) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																																						
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																						
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>FECHA:</b> 13/09/19																																				
<b>MUESTRA</b>	: M1 (Patrón)		<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																																				
<b>LUGAR</b>	: LEM		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>2.40</td> <td>2.4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,10</td> <td>1,00</td> <td>1.70</td> <td>1.7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1.35</td> <td>1.35</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1.84</td> <td>1.84</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>2.09</td> <td>2.09</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>9.38</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1,00	2.40	2.4	2	0,10	1,00	1.70	1.7	3	0,05	1,00	1.35	1.35	4	0,05	1,00	1.84	1.84	5	0,05	1,00	2.09	2.09	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				9.38
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																			
1	0,05	1,00	2.40	2.4																																			
2	0,10	1,00	1.70	1.7																																			
3	0,05	1,00	1.35	1.35																																			
4	0,05	1,00	1.84	1.84																																			
5	0,05	1,00	2.09	2.09																																			
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				9.38																																			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°66:

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 1,5% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																							
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																							
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																							
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																							
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>FECHA:</b> 13/09/19																					
<b>MUESTRA</b>	: M2 (Fibra 1,5%)		<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																					
<b>LUGAR</b>	: LEM		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,10</td> <td>1,00</td> <td>1,20</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>2,20</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,10	1,00	1,20	1,20	2	0,05	1,00	1,00	1,00	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				2,20
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																				
1	0,10	1,00	1,20	1,20																				
2	0,05	1,00	1,00	1,00																				
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				2,20																				

Fuente: Elaboración Propia



Figura N°40: Fisura Losa 01 muestra fibra con 1,5% de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°67:

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 1,5% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																												
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																												
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																												
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																												
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>FECHA:</b> 13/09/19																										
<b>MUESTRA</b>	: M2 (1.5%)		<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																										
<b>LUGAR</b>	: LEM		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1.00</td> <td>2.00</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,10</td> <td>1.00</td> <td>1.50</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.20</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>4.7</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1.00	2.00	2	2	0,10	1.00	1.50	1.5	3	0.05	1.00	1.20	1.2	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				4.7
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																									
1	0,05	1.00	2.00	2																									
2	0,10	1.00	1.50	1.5																									
3	0.05	1.00	1.20	1.2																									
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				4.7																									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°68:

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 1,5% de fibra de betarraga (M2) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																												
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																												
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																												
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																												
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>FECHA:</b> 13/09/19																										
<b>MUESTRA</b>	: M2 (1.5%)		<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																										
<b>LUGAR</b>	: LEM		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1.00</td> <td>1.20</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,10</td> <td>1.00</td> <td>1.30</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.50</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>4.0</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1.00	1.20	1.2	2	0,10	1.00	1.30	1.3	3	0.05	1.00	1.50	1.5	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				4.0
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																									
1	0,05	1.00	1.20	1.2																									
2	0,10	1.00	1.30	1.3																									
3	0.05	1.00	1.50	1.5																									
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				4.0																									

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°69:

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 3,0% de fibra de betarraga (M3) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																		
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>FECHA:</b> 13/09/19																
<b>MUESTRA</b>	: M3 (Fibra 3,0%)		<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																
<b>LUGAR</b>	: LEM		: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1,20</td> <td>1,20</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>1,20</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1,00	1,20	1,20	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1,20
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración															
1	0,05	1,00	1,20	1,20															
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1,20															

Fuente: Elaboración Propia



Figura N°41: Fisura Losa 01 muestra fibra con 3,0% de betarraga (M3) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°70:

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 3,0% de fibra de betarraga (M3) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																							
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																							
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																							
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																							
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2			<b>FECHA:</b> 13/09/19																				
<b>MUESTRA</b>	: M3 (3,0%)																							
<b>LUGAR</b>	: LEM			<b>HECHO POR</b>																				
				: MAXIMO RIVERA GUERRERO																				
				: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1.00</td> <td>1.20</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>1.10</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>2.3</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1.00	1.20	1.2	2	1.00	1.00	1.10	1.1	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				2.3
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																				
1	0,05	1.00	1.20	1.2																				
2	1.00	1.00	1.10	1.1																				
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				2.3																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°71:

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 3,0% de fibra de betarraga (M3) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																							
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																							
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																							
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																							
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2			<b>FECHA:</b> 13/09/19																				
<b>MUESTRA</b>	: M3 (3,0%)																							
<b>LUGAR</b>	: LEM			<b>HECHO POR</b>																				
				: MAXIMO RIVERA GUERRERO																				
				: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1.00</td> <td>1.20</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1.00</td> <td>1.00</td> <td>2.03</td> <td>2.03</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>3.2</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1.00	1.20	1.2	2	1.00	1.00	2.03	2.03	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				3.2
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																				
1	0,05	1.00	1.20	1.2																				
2	1.00	1.00	2.03	2.03																				
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				3.2																				

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°72:

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 6,0% de fibra de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																		
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM <sup>2</sup>			<b>FECHA:</b> 13/09/19															
<b>MUESTRA</b>	: M4 (Fibra 6,0%)																		
<b>LUGAR</b>	: LEM			<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO															
				: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> <td>1,00</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>1,00</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1,00	1,00	1,00	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1,00
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración															
1	0,05	1,00	1,00	1,00															
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1,00															

Fuente: Elaboración Propia



Figura N°42: Fisura Losa 04 muestra fibra con 6,0% de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°73:

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 6,0% de fibra de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																		
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2			<b>FECHA:</b> 13/09/19															
<b>MUESTRA</b>	: M4 (6%)																		
<b>LUGAR</b>	: LEM			<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO															
				: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1.00</td> <td>1.30</td> <td>1.3</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>1.3</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1.00	1.30	1.3	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1.3
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración															
1	0,05	1.00	1.30	1.3															
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1.3															

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°74:

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 6,0% de fibra de betarraga (M4) concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>																		
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2			<b>FECHA:</b> 13/09/19															
<b>MUESTRA</b>	: M4 (6%)																		
<b>LUGAR</b>	: LEM			<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO															
				: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N° de fisura</th> <th>Espesor (mm)</th> <th>Peso</th> <th>Longitud (cm)</th> <th>Potencial de Fisuración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,05</td> <td>1.00</td> <td>1.14</td> <td>1.14</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;"><b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b></td> <td>1.14</td> </tr> </tbody> </table>					N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0,05	1.00	1.14	1.14	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1.14
N° de fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración															
1	0,05	1.00	1.14	1.14															
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				1.14															

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°75:  
Resultados Potencial de fisuración de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																							
		FACULTAD DE INGENIERÍA																																							
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																																							
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN F'c =210 kg/cm<sup>2</sup></b>																																									
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2	<b>FECHA:</b> 13/09/19																																							
<b>MUESTRA</b>	: M1-M2-M3-M4	<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																																							
<b>LUGAR</b>	: LEM	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Resistencia de diseño</th> <th>Elemento</th> <th>Potencial de fisuración</th> <th>Potencial promedio</th> <th>% Reducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Muestra Patrón (M1)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>8,85</td> <td rowspan="3">9.34</td> <td rowspan="3">0,00</td> </tr> <tr> <td>9,29</td> </tr> <tr> <td>9,38</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Muestra Fibra con 1,5% (M2)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>2.20</td> <td rowspan="3">3.63</td> <td rowspan="3">61.08</td> </tr> <tr> <td>4.70</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Muestra Fibra con 3,0% (M3)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>1.20</td> <td rowspan="3">2.23</td> <td rowspan="3">76.08</td> </tr> <tr> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>3.20</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Muestra Fibra con 6,0% (M4)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>1.00</td> <td rowspan="3">1.15</td> <td rowspan="3">87.72</td> </tr> <tr> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td>1.14</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	Resistencia de diseño	Elemento	Potencial de fisuración	Potencial promedio	% Reducción	Muestra Patrón (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	8,85	9.34	0,00	9,29	9,38	Muestra Fibra con 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	2.20	3.63	61.08	4.70	4.00	Muestra Fibra con 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.20	2.23	76.08	2.30	3.20	Muestra Fibra con 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.00	1.15	87.72	1.30	1.14
Descripción	Resistencia de diseño	Elemento	Potencial de fisuración	Potencial promedio	% Reducción																																				
Muestra Patrón (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	8,85	9.34	0,00																																				
			9,29																																						
			9,38																																						
Muestra Fibra con 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	2.20	3.63	61.08																																				
			4.70																																						
			4.00																																						
Muestra Fibra con 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.20	2.23	76.08																																				
			2.30																																						
			3.20																																						
Muestra Fibra con 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.00	1.15	87.72																																				
			1.30																																						
			1.14																																						

Fuente: Elaboración Propia

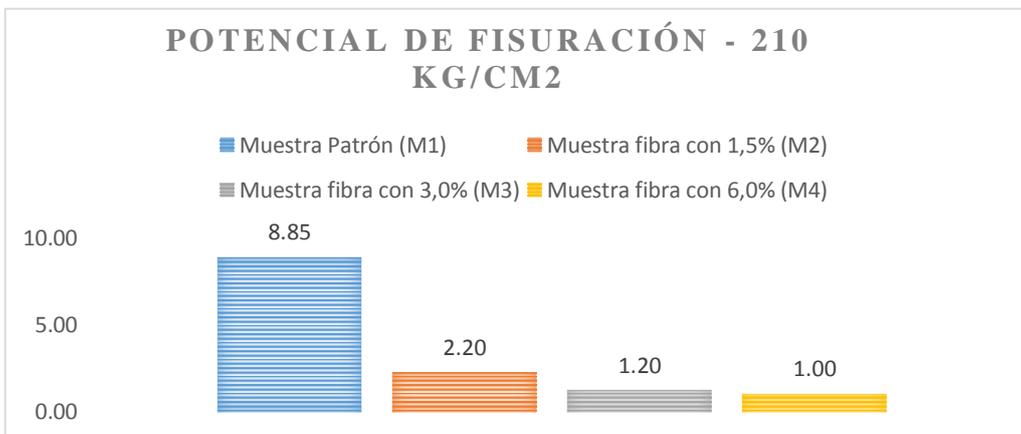


Figura N°43: Gráfico comparativo de potencial de fisuración para concreto 210 kg/ cm<sup>2</sup>.

Fuente: Elaboración Propia

Los ensayos realizados de potencial de fisuración para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras de betarraga con 1,5% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que disminuye un 75,14% con respecto al diseño patrón.

Al realizar los ensayos de potencial de fisuración para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 3,0% con

respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que disminuye un 86,44% con respecto al diseño patrón.

Mientras que los ensayos de potencial de fisuración para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compara los resultados entre el diseño patrón y el diseño con fibras con 6,0% con respecto al peso agregado fino, obteniéndose como resultado que disminuye un 88,70% con respecto al diseño patrón.

#### 4.6. Presentación de resultados de ensayos de compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración

Tabla N°76:

Resultados de ensayos de compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERÍA						
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>							
<b>HECHO POR</b>	: Máximo Rivera Guerrero							
	: Rosario Saldaña Villalta							
<b>EDAD DE ENSAYO</b>	: 3, 7, 14 y 28 días							
Objetivos Específicos	Variable Dependiente	Indicadores	Potencial a la fisuración					
O.E.1. Determinar la dosificación de la fibra de betarraga para disminuir la contracción plástica del concreto		Contracción plástica del concreto	Dosificación de mezcla		Edad (día)			
			Patrón		1			
			Fibra de betarraga	1,5%	61%			
				3,0%	76.08%			
6,0%	87.72%							
O.E.2. Diseñar mezclas con fibra de betarraga para aumentar la resistencia del concreto	Resistencia del concreto	Resistencia a la compresión	Propiedades Mecánicas del concreto					
			Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )					
			Dosificación de mezcla		Edad (días)			
			Patrón		3	7	14	28
			Fibra de betarraga	1,5%	195	283	333	388
				3,0%	202	295	338	401
				6,0%	206	287	345	410
			Fibra de betarraga	6,0%	211	300	351	419
				Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )				
				Dosificación de mezcla		Edad (días)		
			Patrón		3	7	14	28
			Fibra de betarraga	1,5%	17	22	28	39
				3,0%	18	24	29	41
6,0%	20	26		31	37			
Fibra de betarraga	6,0%	21	28	31	43			
	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )							
	Dosificación de mezcla		Edad (días)					
Patrón		3	7	14	28			
Fibra de betarraga	1,5%	28	46	53	58			
	3,0%	31	48	55	60			
	6,0%	32	49	57	63			
Fibra de betarraga	6,0%	33	52	59	66			
	<b>Objetivo General</b>							
	<b>Variable Independiente</b>							
O.G. Determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga para aumentar la resistencia del concreto	Dosificación del concreto con fibra de betarraga							

Fuente: Elaboración Propia

La tabla N°76 nos muestra los resultados promedio de los ensayos a compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración en edades de 3, 7, 14 y 28 días, comparando el diseño patrón con las distintas dosificaciones de betarraga agregadas a la mezcla de concreto y a su vez responde los objetivos específicos planteados en nuestra investigación

#### **4.7. Interpretación de resultados de ensayos de compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración**

##### **Resultados de contracción plástica del concreto:**

- a) Al observar en la tabla N°76 los porcentajes de disminución del potencial de fisuración, de acuerdo con las diferentes dosificaciones con las que hemos trabajado (1,5%; 3,0% y 6,0%) con respecto a la muestra patrón, se interpreta que al añadir fibras de betarraga a la mezcla del concreto, estas fibras ayudan a reducir la permeabilidad en el concreto y aumentan la resistencia a la tensión (actúan como acero de refuerzo). Estos son dos de los factores más importantes para evitar que el concreto presente fisuras por contracción plástica.

##### **Resultados de resistencia a compresión, tracción y flexión:**

- b) De acuerdo a lo explicado en el punto (a), donde se manifiesta que las fibras de betarraga que se añaden a la mezcla de concreto actúan como acero de refuerzo, produce que se obtenga un aumento de las resistencias a compresión, tracción y flexión, tal como se muestra a continuación:

**Resistencia a la compresión:** Se aprecia en la tabla N°76 que la resistencia a los 28 días para las dosificaciones empleadas (1,5%, 3,0% y 6,0%), aumenta en 3,37%; 5,92% y 8,02% respectivamente.

**Resistencia a la tracción:** Los resultados muestran un ligero aumento de un 4,53% y 9,31% en la resistencia, para las dosificaciones de 1,5% y 6,0%; por lo contrario para la dosificación de 3,0% ya que disminuye en un 4,18%.

**Resistencia a la flexión:** Los resultados para la resistencia a flexión tiende a aumentar en 4,15%; 8,82% y 14,25% para las dosificaciones empleadas, demostrando que en el ensayo de flexión presenta mayor incremento con respecto a la muestra patrón.

## 4.8. Contrastación de hipótesis

### 4.8.1. Contrastación de la primera hipótesis

HIPÓTESIS 1: Análisis estadístico de la variación de la resistencia a la compresión, tracción y flexión de las probetas y vigas ensayadas con distintas dosificaciones de fibras de betarraga.

- **Análisis estadístico de resistencia a la compresión con fibra de betarraga:**  
Para el análisis estadístico de la hipótesis planteada se analizarán los ensayos de la resistencia a la compresión a los 28 días, ya que según la curva de esfuerzo – deformación a los 28 días el concreto obtiene su máxima resistencia sin pasar del estado elástico al plástico.  
Se tiene por cada diseño 3 ensayos de compresión, como se tiene 3 diseños diferentes con fibra vegetal (1.5%, 3% y 6%) existirán 9 ensayos, se expresan los resultados en la siguiente tabla (ver tabla N°77).

Tabla N°77:  
Resultados a la resistencia a la compresión  
a los 28 días con fibra de betarraga

Descripción	Resistencia	f'c 210 Kg/cm <sup>2</sup>
Muestra con fibra (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	395.90
		404.00
		401.80
Muestra con fibra (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	406.60
		415.40
		409.30
Muestra con fibra (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	417.00
		420.80
		417.90

Fuente: Elaboración Propia

Las dosificaciones fueron las siguientes: 1,5%; 3,0% y 6,0% con fibras de betarraga.

Se usó el método de regresión para evaluar que si conforme aumentamos el porcentaje de betarraga se aumenta la resistencia del concreto a compresión.

Los resultados que se obtuvieron de la estadística se muestran en la Tabla N° 78:

Tabla N°78:

Resultados Estadísticos descriptivos

Estadísticos		
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
N	Válido	9
	Perdidos	0
Media		409.8556
Mediana		409.6000
Desv. Desviación		8.4493
Asimetría		-0.296
Error estándar de asimetría		0.717
Curtosis		-1.128
Error estándar de curtosis		1.400

Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis:

-H0:

Los diseños de mezcla usando diferentes dosificaciones de fibra de betarraga no aumentan la resistencia del concreto a compresión.

-H1:

Los diseños de mezcla usando diferentes dosificaciones de fibra de betarraga aumentan la resistencia del concreto a compresión.

Análisis estadístico:

Se realizó la distribución normal de nuestros datos donde se puede observar en el histograma y en la curva de distribución normal de Gauss (Ver figura 44 y 45), los cuales muestran una curva uniforme y simétrica con tendencia al centro.

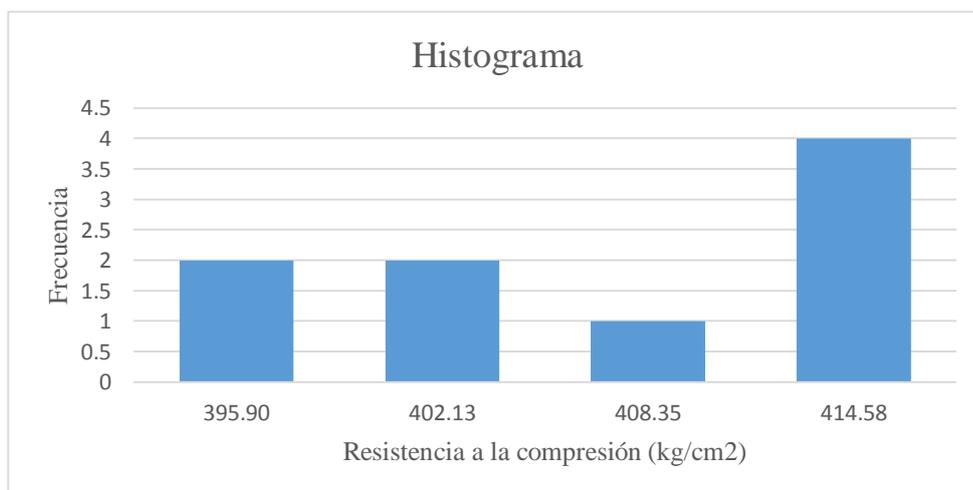


Figura N°44: Histograma del ensayo de resistencia a la compresión (28 días)

Fuente: Elaboración Propia

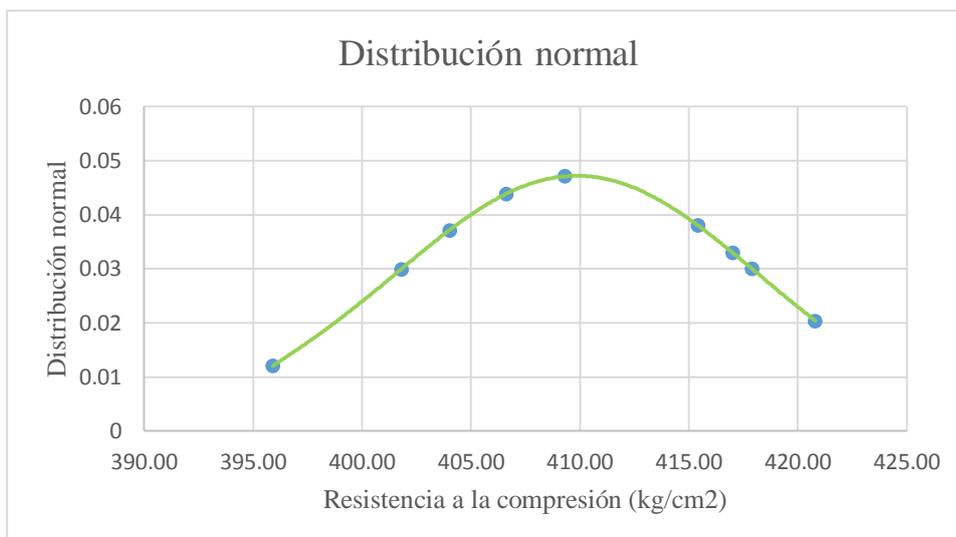


Figura N°45: Distribución normal de Gauss  
Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos, mediante el cual se puede predecir la recta de regresión y se obtuvo los resultados que muestra la tabla N°79:

Tabla N°79:

Coefficientes de la recta de regresión

Coefficientes						
Modelo		Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	395,564	2,470		160,146	0,000
	Diseño	2,858	0,439	0,926	6,512	0,000

**a. Variable dependiente: Resistencia a la compresión (kg/cm²)**

Fuente: Elaboración Propia

Con los coeficientes de la tabla se mide la correlación lineal, esto quiere decir el tipo de función que mejor se aproxima a la nube de puntos puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, exponencial, logarítmica, etc.

El análisis de regresión lineal es un método estadístico que se usa para analizar la relación entre 2 variables; la variable dependiente “Y” y la variable independiente “X”.

Con este método se obtienen valores “Y” una vez que se ingresan en “X” para determinar valores estimados en caso se requiera conocer cuánto sería la resistencia del concreto para diseños no hechos (Se obtendría aproximadamente el valor).

Este método se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y= Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

X= N° de ensayos respecto al diseño de mezcla

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados de la Figura N° 46 se forma la ecuación lineal con el ensayo de resistencia a compresión con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con fibra de betarraga

$$Y = 395.564 + 2.858 X$$

La siguiente recta nos permite deducir que los modelos ensayados fueron efectivos, desde el ensayo número 01 al número 09, ya que la línea es de recta ascendente lineal.

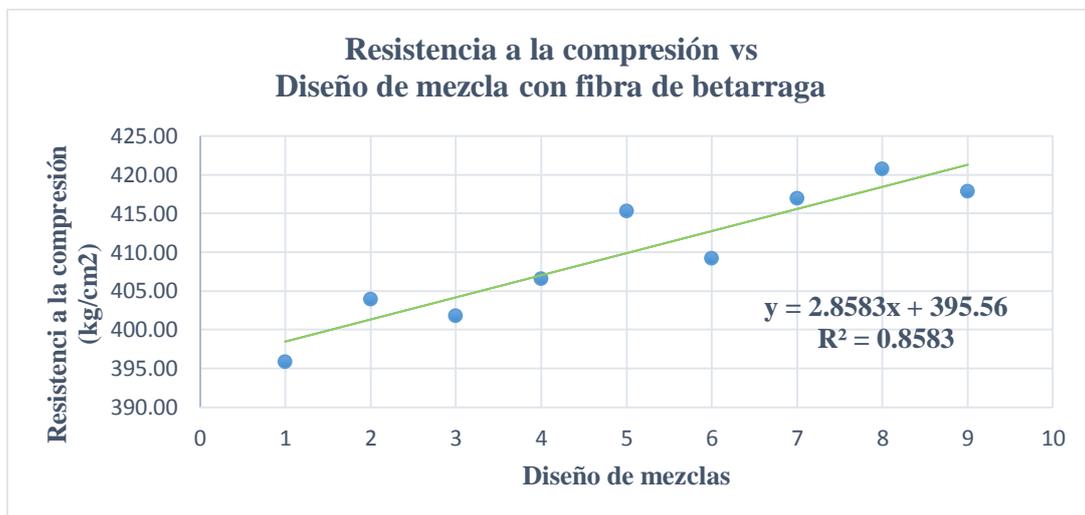


Figura N°46: Modelo de regresión lineal de resistencia a compresión

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis estadístico de resistencia a la tracción con fibra de betarraga:**

Para el análisis estadístico de la hipótesis planteada se analizarán los ensayos de la resistencia a la tracción a los 28 días, ya que según la curva de esfuerzo – deformación a los 28 días el concreto obtiene su máxima resistencia sin pasar del estado elástico al plástico.

Se tiene por cada diseño 3 ensayos de tracción, como se tiene 3 diseños diferentes con fibra vegetal (1.5%, 3% y 6%) existirán 9 ensayos, se expresan los resultados en la tabla N°80:

Tabla N°80:

Resultados de la resistencia a tracción con fibra de betarraga (28 días)

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>				
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>				
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>				
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> - 28 DÍAS</b>					
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2		<b>NORMA</b>	: NTP 339.084	
<b>MUESTRA</b>	: M1, M2, M3, M4		<b>FECHA</b>	: 03/09/19	
<b>LUGAR</b>	: LEM		<b>HECHO POR</b>	: MAXIMO RIVERA GUERRERO : ROSARIO SALDAÑA VILLALTA	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO</b>	<b>FECHA DE VACIADO</b>	<b>FECHA DE ROTURA</b>	<b>RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>f'c PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm2	28/08/2019	25/09/2019	42.60	41
				40.90	
				38.90	
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm2	28/08/2019	25/09/2019	36.50	37
				38.20	
				37.50	
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm2	06/09/2019	04/10/2019	42.70	43
				41.60	
				43.70	

Fuente: Elaboración Propia

Se utilizó el método de regresión para evaluar que si conforme aumentamos el porcentaje de betarraga se aumenta la resistencia del concreto a tracción.

Los resultados que se obtuvieron de la estadística se muestran en la Tabla N° 81:

Tabla N°81:

Resultados Estadísticos descriptivos

Estadísticos		
Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )		
N	Válido	9
	Perdidos	0
Media		40.2889
Mediana		40.9000
Desv. Desviación		2.5814
Asimetría		-0.181
Error estándar de asimetría		0.717
Curtosis		-1.615
Error estándar de curtosis		1.400

Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis:

-H0:

Los diseños de mezcla con el uso de distintas dosificaciones de fibra de betarraga no aumentan la resistencia del concreto a tracción.

-H1:

Los diseños de mezcla con el uso de distintas dosificaciones de fibra de betarraga aumentan la resistencia del concreto a tracción.

### Análisis estadístico

Se realizó la distribución normal de nuestros datos donde se puede observar en el histograma y en la curva de distribución normal de Gauss (Ver figuras 47 y 48), los cuales muestran una curva uniforme y simétrica con tendencia al centro.

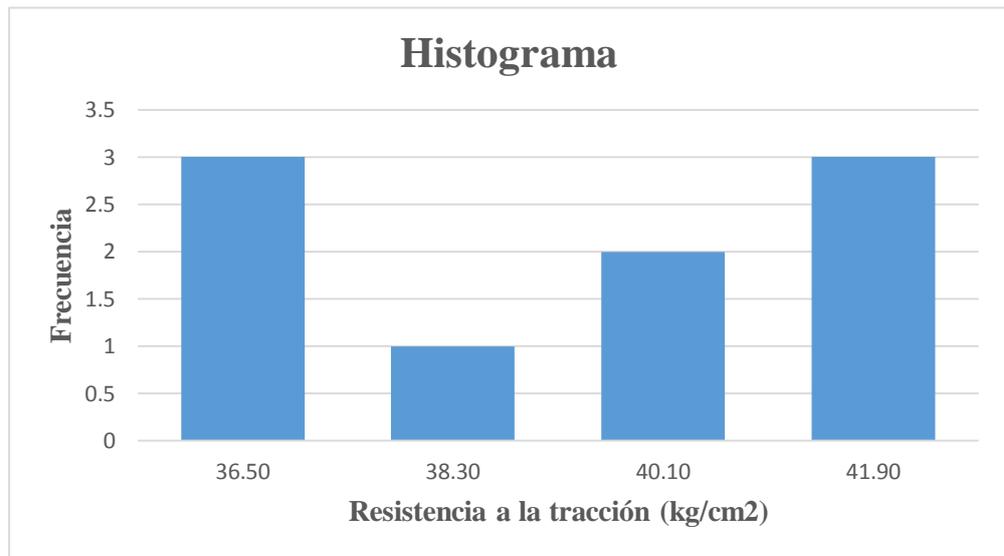


Figura N°47: Histograma del ensayo de resistencia a la tracción

Fuente: Elaboración Propia

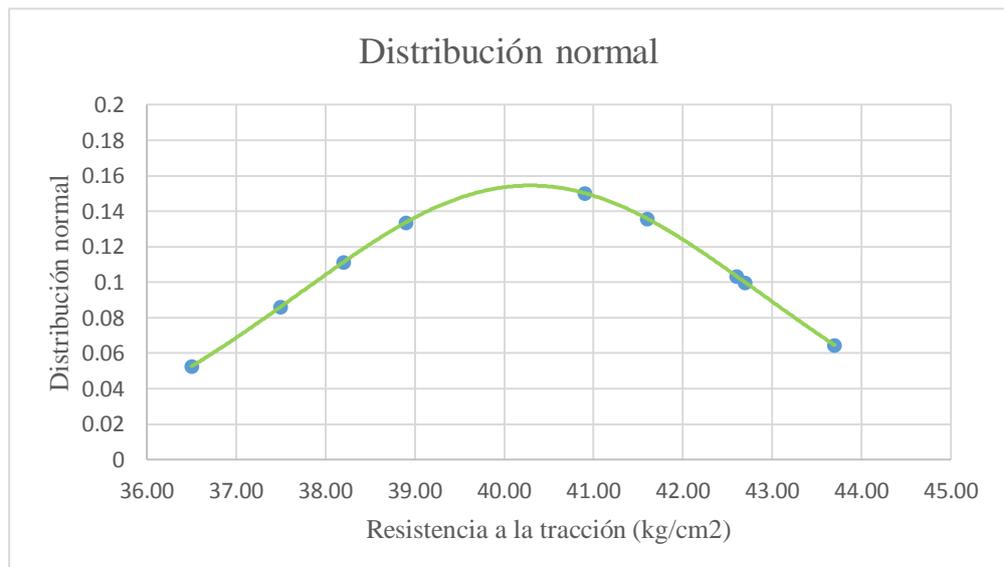


Figura N°48: Distribución normal de Gauss

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos, mediante el cual se puede predecir la recta de regresión y se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla N°82:

Tabla N°82:

Coefficientes de la recta de regresión

Coeficientes						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	39,031	1,932		20,202	0,000
	Diseño	0,252	0,343	0,267	0,733	0,487
<b>a. Variable dependiente: Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</b>						

Fuente: Elaboración Propia

Con los coeficientes de la tabla se mide la correlación lineal, esto quiere decir el tipo de función que mejor se aproxima a la nube de puntos puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, exponencial, logarítmica, etc.

El análisis de regresión lineal es un método estadístico que se usa para analizar la relación entre 2 variables; la variable dependiente “Y” y la variable independiente “X”.

Con este método se obtienen valores “Y” una vez que se ingresan en “X” para determinar valores estimados en caso se requiera conocer cuánto sería la resistencia del concreto para diseños no hechos (Se obtendría aproximadamente el valor).

Este método se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y= Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>)

X= N° de ensayos respecto al diseño de mezcla

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados de la Figura N° 49 se forma la ecuación lineal con el ensayo de resistencia a tracción con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con fibra vegetal

$$Y = 39.031 + 0.252 X$$

En la figura N°49 se muestra la recta de regresión de los resultados obtenidos de la resistencia a la tracción en función al diseño de mezcla con fibras de betarraga.

La siguiente recta nos permite deducir que los modelos ensayados fueron efectivos, desde el ensayo número 01 al número 03, ya que la línea es de recta ascendente lineal.

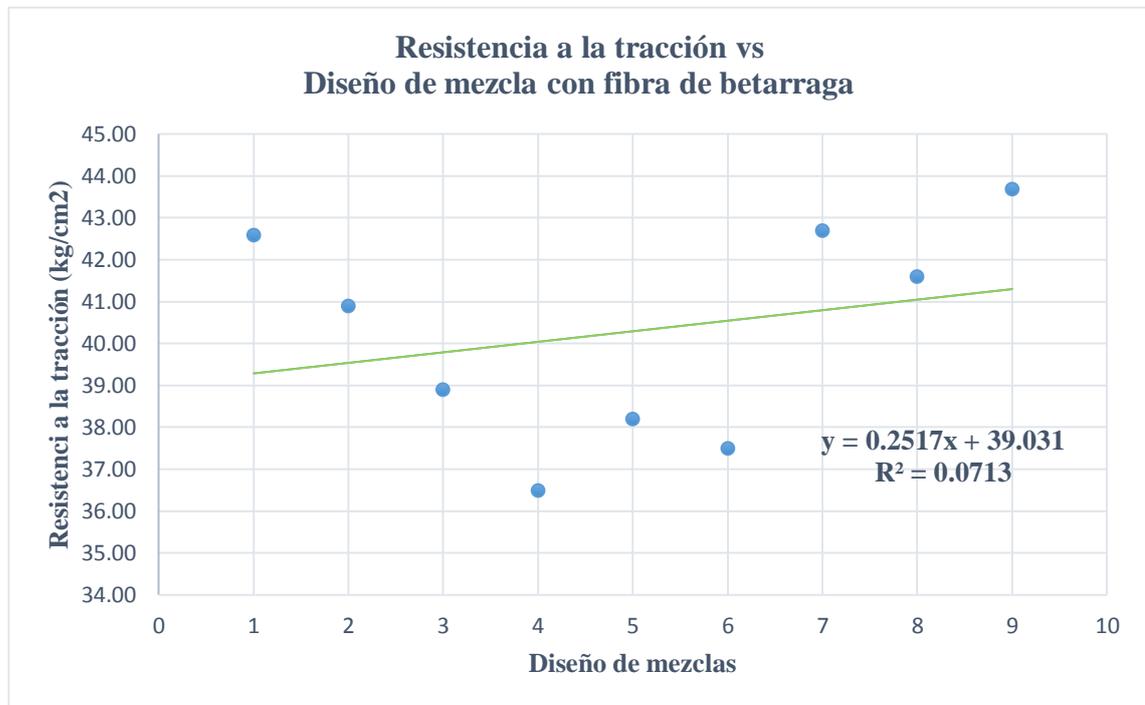


Figura N°49: Modelo de regresión lineal de resistencia a la tracción

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis estadístico de resistencia a la flexión con fibra de betarraga:**

Para el análisis estadístico de la hipótesis planteada se analizarán los ensayos de la resistencia a la flexión a los 28 días, ya que según la curva de esfuerzo – deformación a los 28 días el concreto obtiene su máxima resistencia sin pasar del estado elástico al plástico.

Se tiene por cada diseño 3 ensayos de flexión, como se tiene 3 diseños diferentes con fibra vegetal (1.5%, 3% y 6%) existirán 9 ensayos, se expresan los resultados en la tabla N°83:

Tabla N°83:

Resultados de la resistencia a flexión con fibra de betarraga (28 días)

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
		FACULTAD DE INGENIERÍA									
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
Resistencia: 210 kg/cm <sup>2</sup>		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> - 28 DÍAS									
Muestra: M1-M2-M3-M4		Norma: N.T.P. 339.078									
Lugar: Laboratorio de Ensayo de Materiales		Realizado por: Rivera Guerrero, Máximo - Saldaña Villalta, Rosario									
DESCRIPCIÓN	f <sub>c</sub> Diseño	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	LECTURA (KN)	BASE (cm)	ALTURA (cm)	FUERZA (kg)	Mr (kg/cm <sup>2</sup> )	Mr Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>c</sub> Prom. (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO
MUESTRA FIBRA CON 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	29/08/2019	26/09/2019	47.70	15.30	15.40	4862.39	61.51	60	400.57	14.99
				45.00	15.30	15.40	4587.16	58.03			
				46.40	15.20	15.30	4729.87	60.62			
MUESTRA FIBRA CON 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	47.40	15.30	15.40	4831.80	61.12	63	410.43	15.29
				48.00	15.20	15.30	4892.97	62.71			
				49.30	15.30	15.30	5025.48	64.40			
MUESTRA FIBRA CON 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	50.30	15.20	15.40	5127.42	64.86	66	418.57	15.74
				51.80	15.30	15.40	5280.33	66.79			
				50.50	15.20	15.30	5147.81	65.97			

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados que se obtuvieron de la estadística se muestran en la Tabla N° 84:

Tabla N°84:

Resultados Estadísticos descriptivos

Estadísticos		
Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
N	Válido	9
	Perdidos	0
Media		62.8898
Mediana		62.7062
Desv. Desviación		2.8466
Asimetría		-0.244
Error estándar de asimetría		0.717
Curtosis		-0.725
Error estándar de curtosis		1.400

Fuente: Elaboración Propia

Hipótesis:

-H0:

Los diseños de mezcla con el uso de distintas dosificaciones de fibra de betarraga no aumentan la resistencia del concreto a flexión.

-H1:

Los diseños de mezcla con el uso de distintas dosificaciones de fibra de betarraga aumentan la resistencia del concreto a flexión.

Análisis estadístico:

Se realizó la distribución normal de nuestros datos donde se puede observar en el histograma y en la curva de distribución normal de Gauss (Ver figura 50 y 51), los cuales muestran una curva uniforme y simétrica con tendencia al centro.

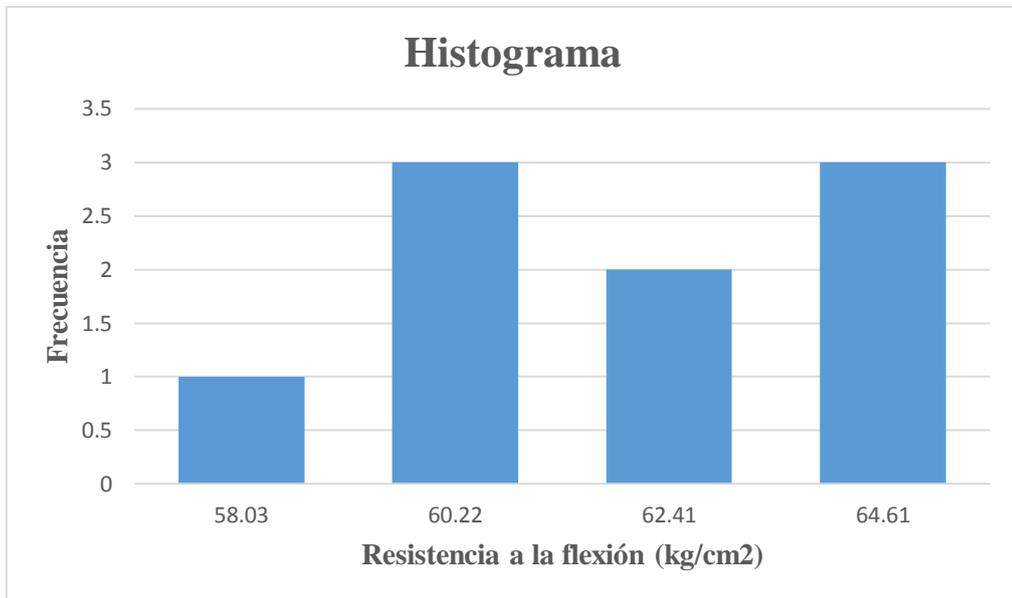


Figura N°50: Histograma del ensayo de resistencia a la flexión

Fuente: Elaboración Propia

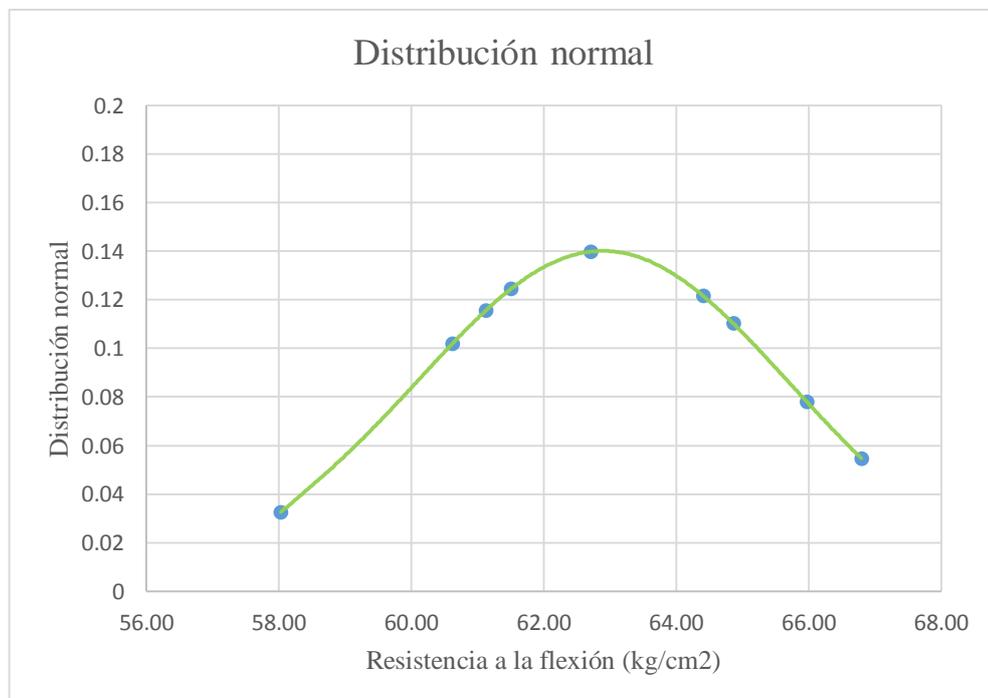


Figura N°51: Distribución normal de Gauss

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos, mediante el cual se puede predecir la recta de regresión y se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla N°85.

Tabla N°85:

Coefficientes de la recta de regresión

Coeficientes						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	58,233	0,977		59,612	0,000
	Diseño	0,931	0,174	0,897	5,365	0,001

**a. Variable dependiente: Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)**

Fuente: Elaboración Propia

Con los coeficientes de la tabla se mide la correlación lineal, esto quiere decir el tipo de función que mejor se aproxima a la nube de puntos puede ser lineal, de segundo grado, de tercer grado, exponencial, logarítmica, etc.

El análisis de regresión lineal es un método estadístico que se usa para analizar la relación entre 2 variables; la variable dependiente “Y” y la variable independiente “X”.

Con este método se obtienen valores “Y” una vez que se ingresan en “X” para determinar valores estimados en caso se requiera conocer cuánto sería la resistencia del concreto para diseños no hechos (Se obtendría aproximadamente el valor).

Este método se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y= Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)

X= N° de ensayos respecto al diseño de mezcla

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados de la Figura N° 51 se forma la ecuación lineal con el ensayo de resistencia a flexión con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con fibra vegetal

$$Y = 56.233+ 0.931 X$$

En la figura N°52 se muestra la recta de regresión de los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión en función al diseño de mezcla con fibras de betarraga.

La siguiente recta nos permite deducir que los modelos ensayados fueron efectivos, desde el ensayo número 01 al número 03, ya que la línea es de recta ascendente lineal.

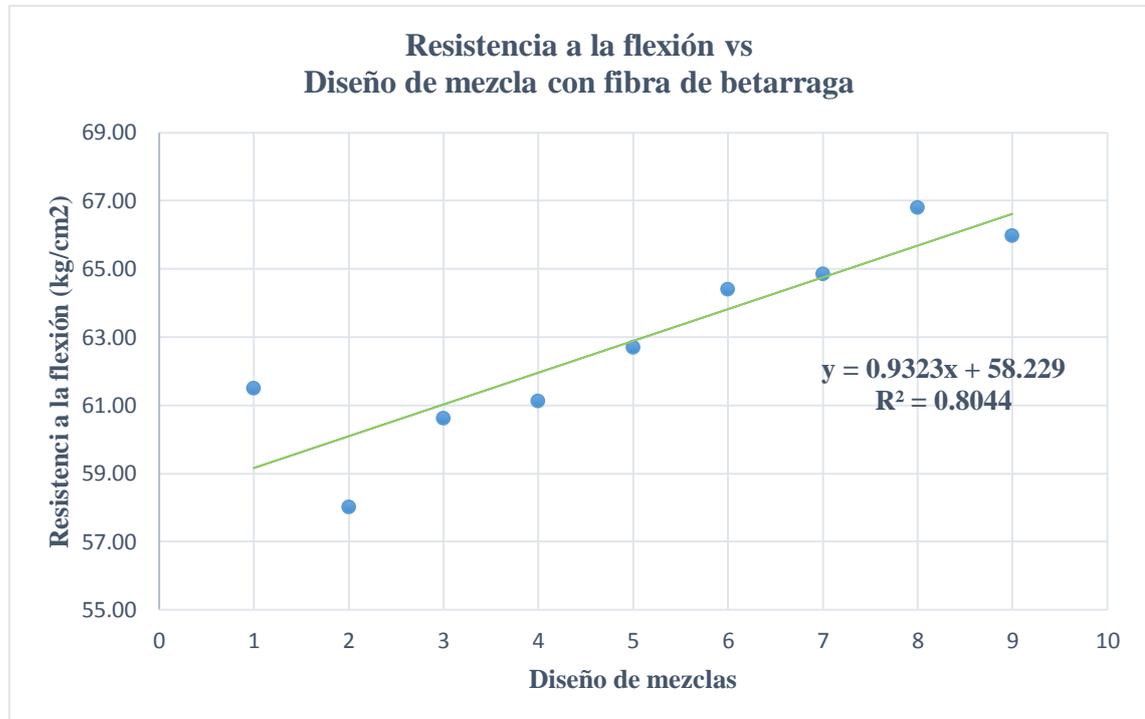


Figura N°52: Modelo de regresión lineal de resistencia a flexión

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.6.2. Contratación de la segunda hipótesis

HIPÓTESIS 2: Análisis estadístico de la reducción del potencial de fisuración en losas apoyadas en función de los diseños de mezcla de concreto con fibra de betarraga.

Para analizar la variación del potencial de fisuración por contracción plástica en función a los diseños de concreto con fibra de betarraga.

Se tiene por cada diseño 3 ensayos de potencial de fisuración, como se tiene 3 diseños diferentes, existirán 9 potenciales de fisuración en total, se expresan los resultados en las siguientes tablas (ver Tabla N°86)

Tabla N°86:

Potencial de fisuración en función a los diseños de mezcla

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																		
	FACULTAD DE INGENIERÍA																																		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																																		
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN <math>F'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math></b>																																		
<b>RESISTENCIA</b>	: 210 KG/CM2	<b>FECHA:</b> 13/09/19																																	
<b>MUESTRA</b>	: M1-M2-M3-M4	<b>HECHO POR</b> : MAXIMO RIVERA GUERRERO																																	
<b>LUGAR</b>	: LEM	: ROSARIO SALDAÑA VILLALTA																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Resistencia de diseño</th> <th>Elemento</th> <th>Potencial de fisuración</th> <th>Potencial promedio</th> <th>% Reducción</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Muestra Fibra con 1,5% (M2)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>2.20</td> <td rowspan="3">3.63</td> <td rowspan="3">61.08</td> </tr> <tr> <td>4.70</td> </tr> <tr> <td>4.00</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Muestra Fibra con 3,0% (M3)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>1.20</td> <td rowspan="3">2.23</td> <td rowspan="3">76.08</td> </tr> <tr> <td>2.30</td> </tr> <tr> <td>3.20</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Muestra Fibra con 6,0% (M4)</td> <td rowspan="3">210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">Losa</td> <td>1.00</td> <td rowspan="3">1.15</td> <td rowspan="3">87.72</td> </tr> <tr> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td>1.14</td> </tr> </tbody> </table>						Descripción	Resistencia de diseño	Elemento	Potencial de fisuración	Potencial promedio	% Reducción	Muestra Fibra con 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	2.20	3.63	61.08	4.70	4.00	Muestra Fibra con 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.20	2.23	76.08	2.30	3.20	Muestra Fibra con 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.00	1.15	87.72	1.30	1.14
Descripción	Resistencia de diseño	Elemento	Potencial de fisuración	Potencial promedio	% Reducción																														
Muestra Fibra con 1,5% (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	2.20	3.63	61.08																														
			4.70																																
			4.00																																
Muestra Fibra con 3,0% (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.20	2.23	76.08																														
			2.30																																
			3.20																																
Muestra Fibra con 6,0% (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	Losa	1.00	1.15	87.72																														
			1.30																																
			1.14																																

Fuente: Elaboración Propia

### Análisis estadístico de potencial de fisuración con 1.5% de fibra de betarraga

En la variación del potencial de fisuración en función al diseño de mezcla con distintas dosificaciones, analizaremos con 1.5 % de fibra de betarraga (Ver Tabla N°87)

Tabla N°87:

Potencial de fisuración para dosificación de 1,5% de fibra de betarraga

Resistencia	Dosificación fibra	Potencial de fisuración
210 kg/cm <sup>2</sup>	1,5%	2.20
		4.70
		4.00

Fuente: Elaboración Propia

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de 1,5% de fibra de betarraga en las mezclas de concreto se disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la tabla N °88:

Tabla N°88:  
Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos		
1,5% de fibra de betarraga		
N	Válido	3
	Perdidos	0
Media		3.6333
Mediana		4.0000
Desv. Desviación		1.2897
Asimetría		-1.176
Error estándar de asimetría		1.225
Curtosis		0.000
Error estándar de curtosis		0.000

Fuente: Elaboración Propia

### Hipótesis

-H0:

La dosificación de 1,5 % de fibra de betarraga no disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

-H1:

La dosificación de 1,5 % de fibra de betarraga si disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

### Análisis estadístico

Se realizó la distribución normal de nuestros datos observándose en el histograma y en la curva de distribución normal de Gauss (ver Figura N°53 y N°54), los cuales muestran una curva uniforme.

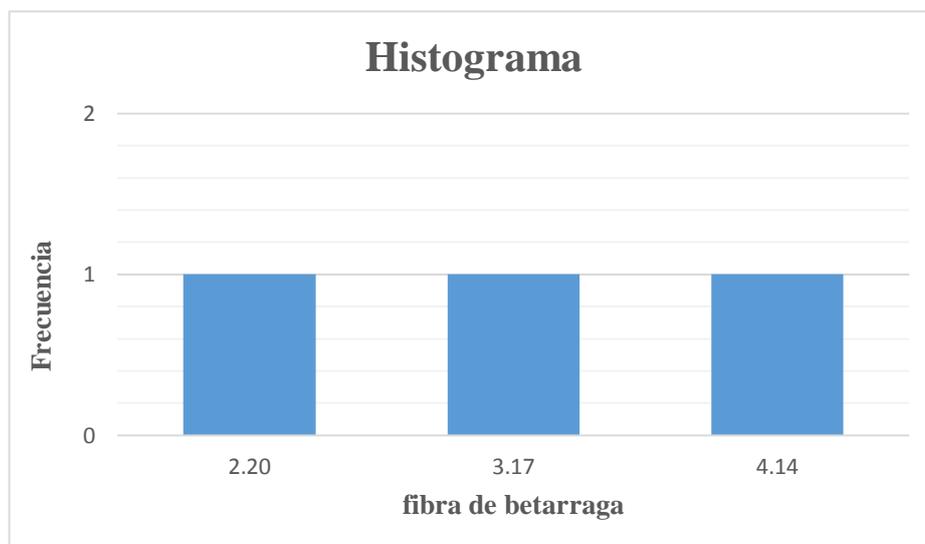


Figura N°53: Histograma del potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

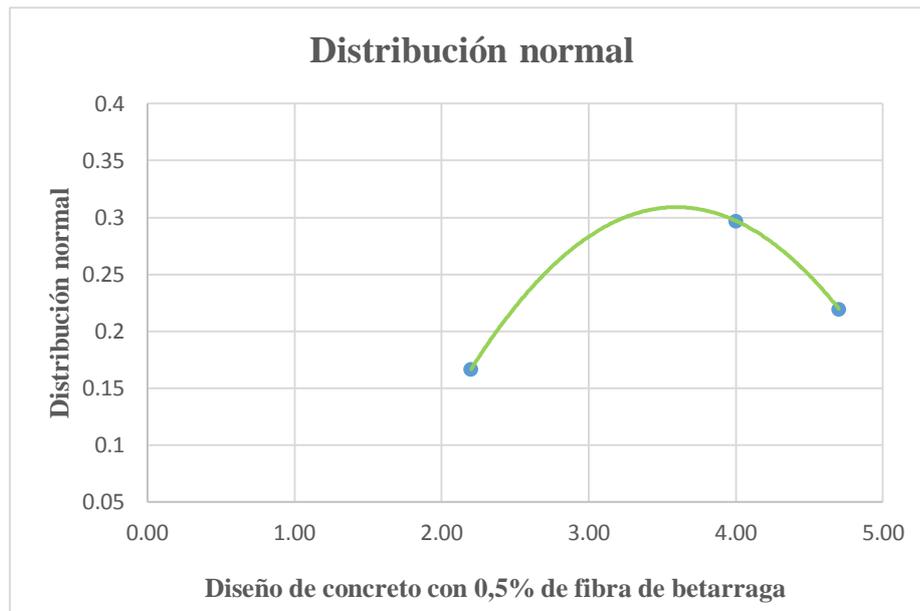


Figura N°54: Distribución normal de Gauss

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla N°89:

Tabla N°89:

Coefficientes de la recta de regresión

Coefficientes						
Modelo		Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	1,833	1,996		0,919	0,527
	Diseño	0,900	0,924	0,698	0,974	0,508

**a. Variable dependiente: Potencial de fisuración con 1,5% de fibra de betarraga**

Fuente: Elaboración Propia

Con los coeficientes de regresión se mide la correlación lineal, es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos puede ser lineal, de segundo grado de tercer grado, exponencial, logarítmica, etc.

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística que se utiliza para estudiar la relación entre 2 variables, una dependiente “Y” y las variables independientes “X”.

La recta de regresión “Y” sobre “X”, se utiliza para poder estimar los valores de “Y” partiendo de “X”.

Este método se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y= Potencial de fisuración

X= N° de ensayos con 1,5% de fibra de betarraga

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados obtenidos en la Tabla N°89 se forma la ecuación lineal con el ensayo de potencial de fisuración con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con 1,5% de fibra de betarraga.

$$Y = 1,833 + 0,90x$$

En la Figura N°55 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos del ensayo de potencial de fisuración en función al diseño de mezcla usando 1,5% de fibra de betarraga.

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo numero 01 hasta el ensayo número 03 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada:

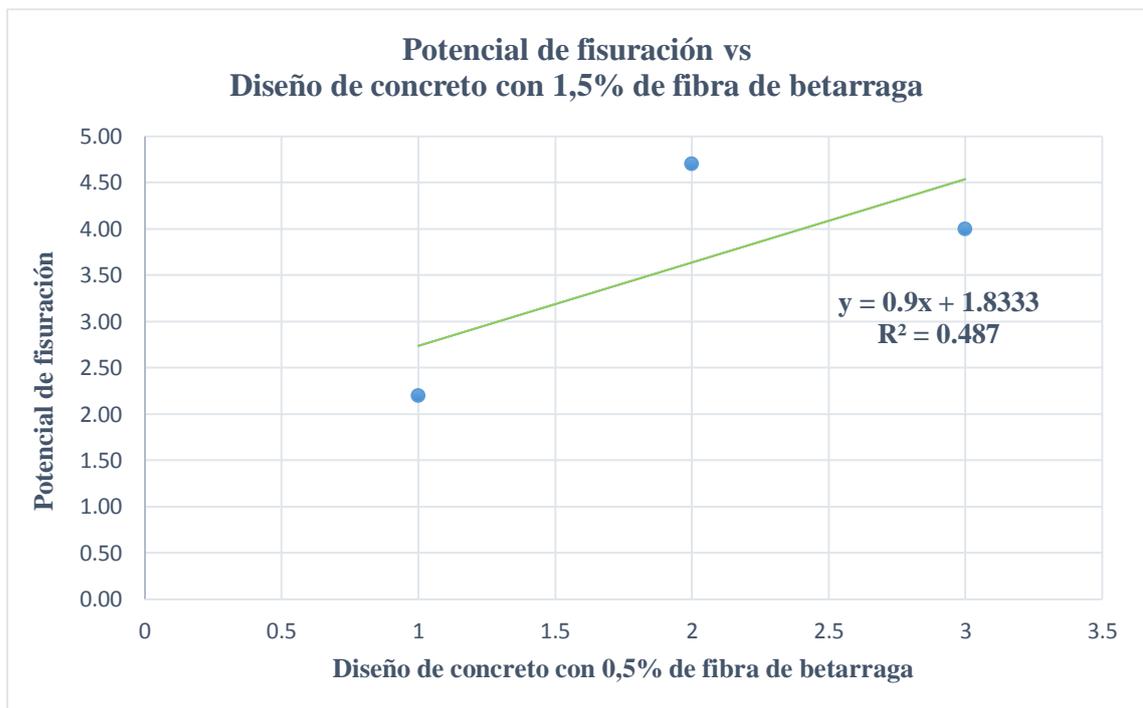


Figura N°55: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis estadístico del potencial de fisuración con 3,0 % de fibra de betarraga.**

Para analizar la variación del potencial de fisuración en función al diseño de mezcla con distintas dosificaciones, analizaremos con 3,0% fibra de betarraga (Ver Tabla N°90)

Tabla N°90:  
Potencial de fisuración para dosificación de 3,0% de fibra de betarraga.

<b>Resistencia</b>	<b>Dosificación fibra</b>	<b>Potencial de fisuración</b>
210 kg/cm <sup>2</sup>	3,0 %	1.20
		2.30
		3.20

Fuente: Elaboración Propia

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de 3,0% de fibra de betarraga en las mezclas de concreto se disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la tabla N °91:

Tabla N°91:  
Resultados estadísticos descriptivos

<b>Estadísticos</b>		
<b>3,0% de fibra de betarraga</b>		
N	Válido	3
	Perdidos	0
Media		2.2333
Mediana		2.3000
Desv. Desviación		1.0017
Asimetría		-0.298
Error estándar de asimetría		1.225
Curtosis		0.000
Error estándar de curtosis		0.000

Fuente: Elaboración Propia

### Hipótesis

-H0:

La dosificación de 3,0 % de fibra de betarraga no disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

-H1:

La dosificación de 3,0 % de fibra de betarraga si disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

Análisis estadístico

Se realizó la distribución normal de nuestros datos observándose en el histograma y en la curva de distribución normal de Gauss (ver Figura N°56 y N°57), los cuales muestran una curva uniforme

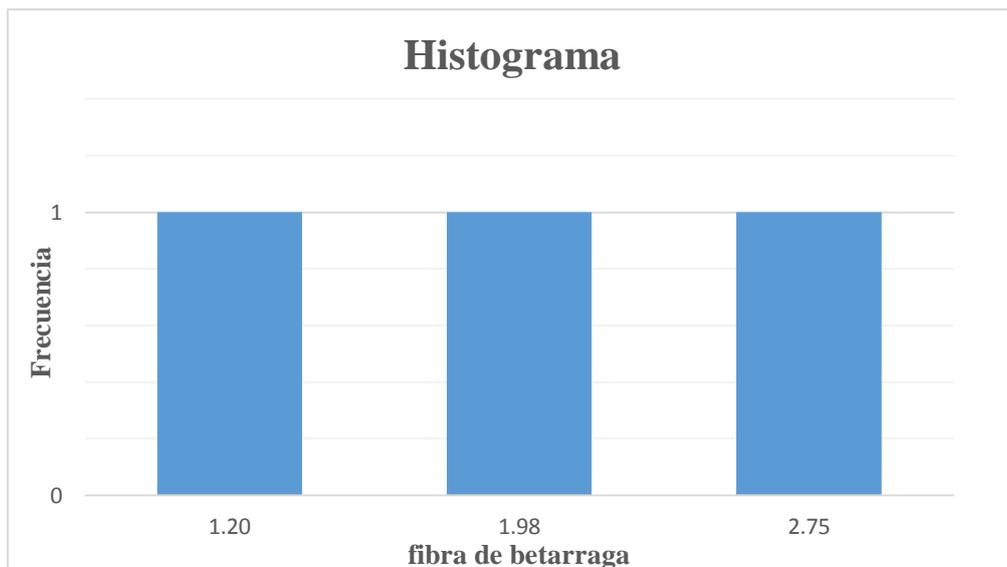


Figura N°56: Histograma del potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

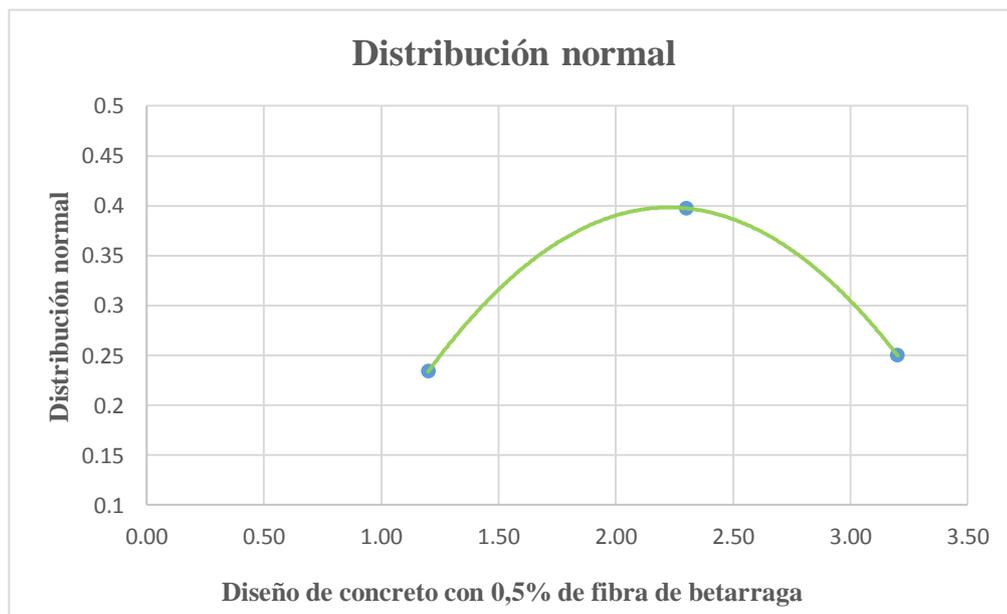


Figura N°57: Distribución normal de Gauss

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla N°92:

Tabla N°92:

Coefficientes de la recta de regresión

Coefficientes						
Modelo		Coefficientes no estandarizados		Coefficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	2,333	0,125		1,871	0,313
	Diseño	1,000	0,058	0,998	17,321	0,037
<b>a. Variable dependiente: Potencial de fisuración con 3,0% de fibra de betarraga</b>						

Fuente: Elaboración Propia

Con los coeficientes de regresión se mide la correlación lineal, es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos puede ser lineal, de segundo grado de tercer grado, exponencial, logarítmica, etc.

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística que se utiliza para estudiar la relación entre 2 variables, una dependiente "Y" y las variables independientes "X".

La recta de regresión "Y" sobre "X", se utiliza para poder estimar los valores de "Y" partiendo de "X".

Este método se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y= Potencial de fisuración

X= N° de ensayos con 3,0% de fibra de betarraga

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados obtenidos en la Tabla N°92 se forma la ecuación lineal con el ensayo de potencial de fisuración con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con 3,0% de fibra de betarraga.

$$Y = 0,233 + x$$

En la Figura N°58 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos del ensayo de potencial de fisuración en función al diseño de mezcla usando 3,0% de fibra de betarraga.

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo numero 01 hasta el ensayo número 03 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada:

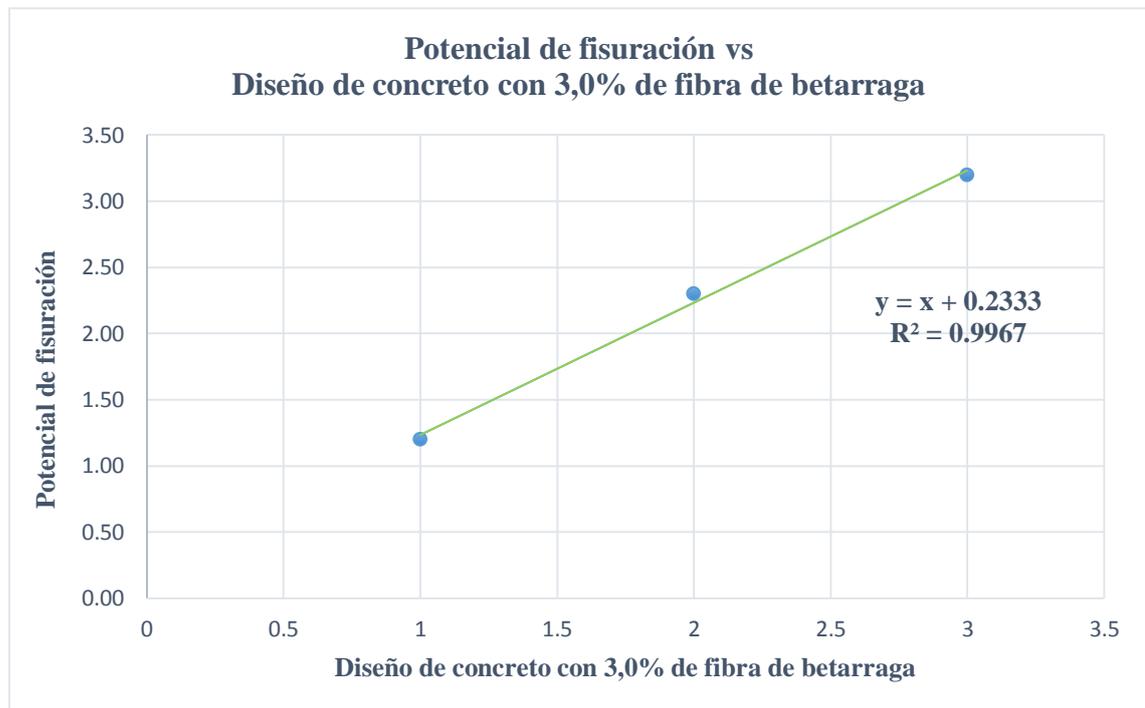


Figura N°58: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

### **Análisis estadístico del potencial de fisuración con 6,0 % de fibra de betarraga.**

Para analizar la variación del potencial de fisuración en función al diseño de mezcla con distintas dosificaciones, analizaremos con 6,0% fibra de betarraga (Ver Tabla N°93)

Tabla N°93:

Potencial de fisuración para dosificación de 6,0% de fibra de betarraga

<b>Resistencia</b>	<b>Dosificación fibra</b>	<b>Potencial de fisuración</b>
210 kg/cm <sup>2</sup>	6,0%	1.00
		1.30
		1.14

Fuente: Elaboración Propia

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de 6,0% de fibra de betarraga en las mezclas de concreto se disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la tabla N °94:

Tabla N°94:  
Resultados estadísticos descriptivos

<b>Estadísticos</b>		
<b>6,0% de fibra de betarraga</b>		
N	Válido	3
	Perdidos	0
Media		1.1467
Mediana		1.1400
Desv. Desviación		0.1501
Asimetría		0.199
Error estándar de asimetría		1.225
Curtosis		0.000
Error estándar de curtosis		0.000

Fuente: Elaboración Propia

#### Hipótesis

-H0:

La dosificación de 6,0 % de fibra de betarraga no disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

-H1:

La dosificación de 6,0 % de fibra de betarraga si disminuye el potencial de fisuración por contracción plástica.

#### Análisis estadístico

Se realizó la distribución normal de nuestros datos observándose en el histograma y en la curva de distribución normal de Gauss (ver Figura N°59 y N°60), los cuales muestran una curva uniforme.

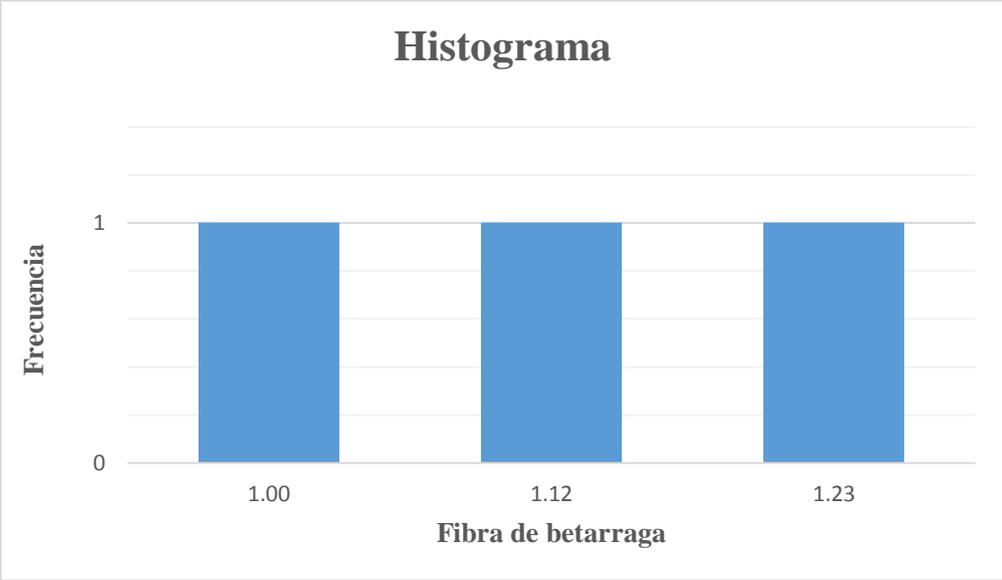


Figura N°59: Histograma del potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

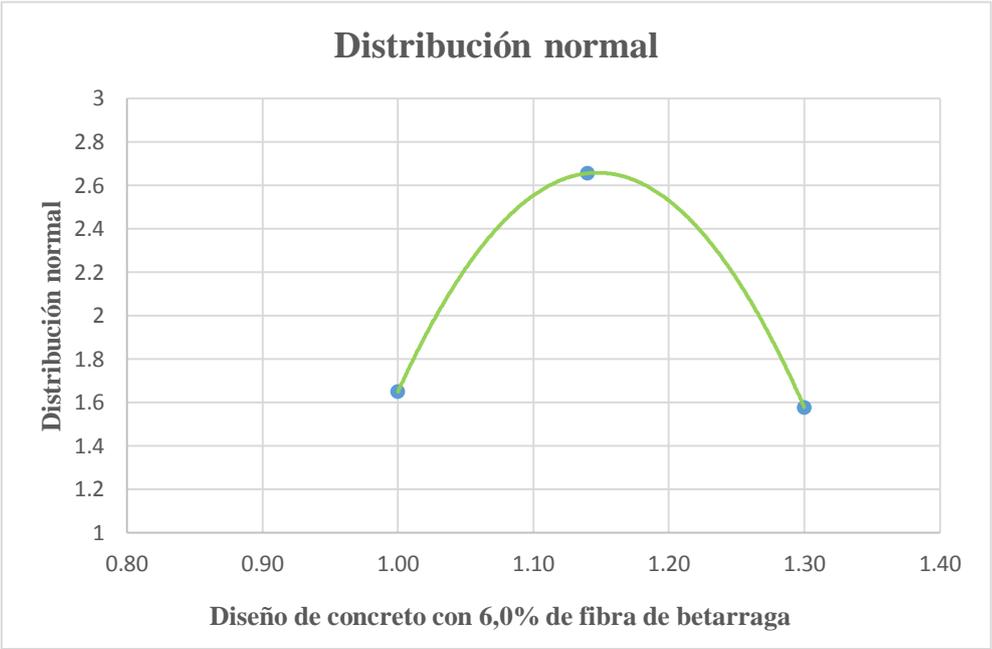


Figura N°60: Distribución normal de Gauss

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla N°95:

Tabla N°95:

Coefficientes de la recta de regresión

Coefficients						
Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	1,007	0,287		3,509	0,177
	Diseño	0,070	0,133	0,466		

**a. Variable dependiente: Potencial de fisuración con 6,0% de fibra de betarraga**

Fuente: Elaboración Propia

Con los coeficientes de regresión se mide la correlación lineal, es decir la función que mejor se aproxima a la nube de puntos puede ser lineal, de segundo grado de tercer grado, exponencial, logarítmica, etc.

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística que se utiliza para estudiar la relación entre 2 variables, una dependiente "Y" y las variables independientes "X".

La recta de regresión "Y" sobre "X", se utiliza para poder estimar los valores de "Y" partiendo de "X".

Este método se expresa como:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y= Potencial de fisuración

X= N° de ensayos con 6,0% de fibra de betarraga

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados obtenidos en la Tabla N°96 se forma la ecuación lineal con el ensayo de potencial de fisuración con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con 6,0% de fibra de betarraga.

$$Y = 1,0067 + 0,07x$$

En la Figura N°61 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos del ensayo de potencial de fisuración en función al diseño de mezcla usando 6,0% de fibra de betarraga.

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo numero 01 hasta el ensayo número 03 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada:

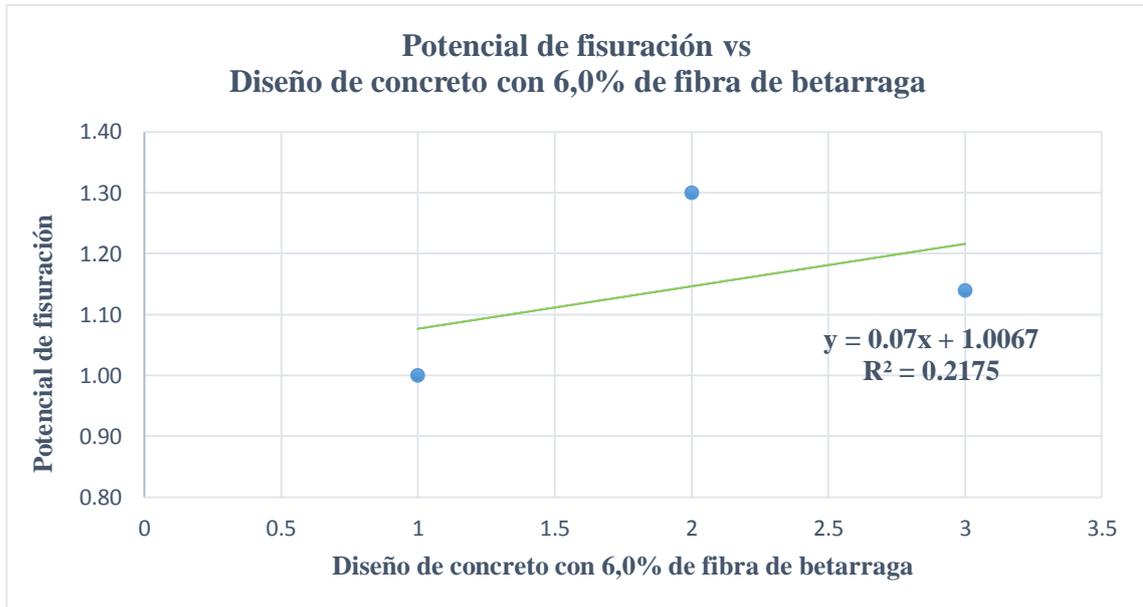


Figura N°61: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.9. Discusión de resultados

Al incorporar en las muestras los porcentajes de 1,5%; 3,0% y 6,0% del peso del agregado fino con respecto a la resistencia a la compresión van en un rango de -1,53% a + 8,02% con respecto a los resultados de la muestra patrón en las resistencias de diseño, lo que nos indica que no presenta un aumento significativo en la resistencia a compresión del concreto coincidiendo con lo concluido en la tesis de Alarcón, V. (2018) en su investigación sobre fibra de cabuya.

La diferencia de asentamiento (slump) entre la muestra patrón y las muestra con fibra es inversamente proporcional al porcentaje añadido, es decir mientras más porcentaje de fibra se añada al concreto, este mismo perderá trabajabilidad y cambiara de consistencia de un estado plástico a un estado seco, se obtuvo una reducción de asentamiento de 0,30” a 1,10” por lo que tiene relación con los resultados obtenidos de López, J. (2015).

La presente tesis demuestra que el uso de fibra vegetal como alternativa efectiva frente a los problemas de fisuración del concreto pudiendo ser este considerado como un nuevo material de construcción económico y amigable con el ambiente tal como menciona López, J. (2015).

## CONCLUSIONES

- 1) Los resultados obtenidos en el ensayo de potencial de fisuración en losas apoyadas usando fibra de betarraga con dosificaciones de 1,5% en la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye en un 61 %; así mismo con 3,0% de fibra de betarraga en la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye en un 76,08% y con 6,0% de fibra de betarraga en la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> disminuye en un 87,72% a diferencia del grado de fisuración del diseño de mezcla patrón.
- 2) La resistencia a la compresión que se presenta aumenta en 401 kg/cm<sup>2</sup>, 410 kg/cm<sup>2</sup> y 419 kg/cm<sup>2</sup> utilizando un 1.50%; 3.00% y 6.00% de fibras de betarraga respectivamente, con respecto a la muestra patrón 388 kg/cm<sup>2</sup>, para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- 3) La resistencia a la tracción aumenta a 41 kg/cm<sup>2</sup> para 1.50%; disminuye a 37 kg/cm<sup>2</sup> para 3.00% y aumenta a 43 kg/cm<sup>2</sup> para 6.00%, con respecto a la muestra patrón es 39 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia del concreto disminuye y aumenta debido a que en las pruebas de ensayo de tracción para 3.00% y 6.00% el concreto pasó de su estado elástico a su estado plástico.
- 4) La resistencia a la flexión aumenta en 60 kg/cm<sup>2</sup>, 63 kg/cm<sup>2</sup> y 66 kg/cm<sup>2</sup> para 1.50%; 3.00% y 6.00% respectivamente, con respecto a la muestra patrón 58 kg/cm<sup>2</sup>.
- 5) Los resultados utilizando fibras de betarraga fueron positivos porque se obtuvo un aumento en las resistencias a compresión, tracción y flexión respectivamente. Además, se redujo el potencial de fisuración en cada porcentaje de fibra de betarraga utilizado (1.50%; 3.00% y 6.00%).

## RECOMENDACIONES

- 1) Si se quiere obtener un concreto que presente pocas fisuras se debe aumentar el porcentaje de fibras de betarraga ya estudiado en la presente tesis (utilizar porcentajes mayores a 6.0%).
- 2) Al añadir las fibras de betarraga en el diseño de mezcla, estas deben estar sin humedad, ya que este factor contribuye en el asentamiento y la consistencia del concreto. En caso se observará humedad en las fibras de betarraga se debe realizar el secado correspondiente con una secadora manual.
- 3) Cuando se trabaja a tracción y a flexión, se debe utilizar fibras de mayor anchura y longitud (agregar 2 mm más de ancho y 10 mm más de largo de la medida habitual que es 5mm de ancho y 50 mm de largo), debido a que estas actuarán como una malla en el concreto. De esta forma se obtendrá un concreto más compacto y en consecuencia más resistente a la tracción.
- 4) El concreto reforzado con fibras ha sido de gran estudio en los últimos años y este ha traído resultados positivos en su totalidad. Por este motivo, sería importante que en los estudios de Pregrado se tome más énfasis en estas nuevas tecnologías para dar mejores soluciones en las futuras construcciones del país.
- 5) Realizar futuras investigaciones con mayores porcentajes de fibra de betarraga para comparar los resultados a compresión, tracción, flexión y potencial de fisuración con la presente tesis. Así mismo, verificar que el porcentaje usado de fibra de betarraga incremente la resistencia del concreto, lo que significaría un gran aporte para las nuevas construcciones del Perú.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alarcón, V. (2018). *Determinación del contenido óptimo de fibra de cabuya para mejorar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>* (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo – Perú.
- Alesmar, L., Rendón, N. y Korody, M. (2008). *Diseños de mezcla de Tereftalato de polietileno (PET) - Cemento*. Perú: Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Cesar Vallejo. Lima-Perú.
- American Concrete Institute Committee 116 (2000). *ACI 116R-00- Cement and Concrete Terminology*. American Concrete Institute. Estados Unidos.
- Briceño, D. (2016). *Análisis del comportamiento a flexión de vigas reforzadas con fibra de cabuya* (Trabajo experimental). Universidad Técnica de Ambato. Ambato – Ecuador.
- Castro, F. y Sánchez, D. (2016). *Diseño de concreto reforzado utilizando fibras sintéticas y orgánicas para mejorar sus propiedades mecánicas en losas apoyadas de Lima Metropolitana* (Tesis Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú.
- De la Cruz, W. y Quispe, W. (2004). *Influencia de la adición de fibra de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de huamanga Ayacucho* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica-Perú
- Limaylla, J. y Ccopa, B. (2017). *Diseño de concreto con fibra de acero dramix para mejorar el control de las fisuras en la construcción de losas apoyadas en Lima Metropolitana* (Tesis Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú.
- López, J. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de prolipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado* (Maestría en Ingeniería Civil). Universidad Nacional Autónoma de México. D. F. – México.

- Loyola, M. y Afá, Y. (2016). *Influencia del porcentaje en peso de fibra de vidrio AR y aditivo plastificante copreplast 102, sobre la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC)*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo – Perú.
- Morales, K. y Valera, R. (2018). *Diseño de concreto reforzado con fibra vegetal (coco) para la reducción de fisuras por contracción plástica* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima – Perú.
- NTP 339.035(2009). *Hormigón (concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland*. Indecopi. Perú.
- NTP 400.018(2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (200) por lavado en agregados*. Indecopi. Perú.
- NTP 400.021 (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso*. Indecopi. Perú.
- NTP 400.022 (2013). *Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado fino*. Indecopi. Perú.
- NTP 400.037 (2002). *Agregados. Especificaciones Normalizadas para agregados en hormigón (Concreto)*. Indecopi. Perú.
- Pacheco, F y Jalali, S. (2011) “*Cementitious building materials reinforced with vegetable fibers: A review*” *Construction and Building Materials* 25 (2011) 575– 581
- Reyes, J. y Rodriguez, Y. (2010). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de mezcla*. (Tesis de grado). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bolivia.

- Rodríguez, J. y Segura, E. (2013). *Análisis Comparativo de los distintos tipos de fibras en el comportamiento post fisura del hormigón reforzado con fibras* (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia-España.
- Silva, H. (2009). *Concreto reforzado con fibra natural de origen animal* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú.
- Troxell, G., Davis, H., & Kelly, J. (1968). *Composition and Properties of Concrete*. New York: McGraw Hill Book Company.
- Vela, L. y Yovera, R. (2016). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado la estopa de coco* (Tesis de Pregrado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo-Perú.
- Villanueva, N. (2016). *Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú.

# **ANEXOS**

## Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia	141
Anexo 2: Certificado de calibración – Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital (continua)	142
Anexo 3: Vaciado de concreto en moldes para probetas y vigas	144
Anexo 4: Curado de probetas y vigas	144

**Anexo 1: Matriz de consistencia.**

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable Independiente	Indicadores	Indices	Metodo
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general				
¿En qué medida la dosificación del concreto con fibra de betarraga influye en la resistencia del concreto?	Determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga para aumentar la resistencia del concreto.	Al determinar la dosificación del concreto con fibra de betarraga se aumenta la resistencia del concreto.	Dosificación del concreto con fibra de betarraga	Dosificación de la fibra de betarraga	Determinar dosificaciones distintas de fibra de betarraga para cada diseño de concreto	Método de la investigación es de tipo: <b>Inductivo:</b> según los diferentes ensayos en laboratorio obtendremos conclusiones generales y finales. <b>Aplicada:</b> propone el diseño de la mezcla de concreto con la fibra de betarraga. <b>Cuantitativo:</b> se realizará diferentes ensayos para obtener la resistencia del concreto. <b>Descriptivo y correlacional:</b> el objetivo es realizar los diseños y evaluar progresivamente el proceso de ensayos de laboratorio.
				Diseño de mezcla	Ensayos experimentales	
					Resultado de la prueba de revenimiento (cono de Abrams)	
Problema específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Variable Dependiente	Indicadores	Indices	Diseño
¿En qué medida la dosificación de la fibra de betarraga influye en la contracción plástica del concreto ?	Determinar la dosificación de la fibra de betarraga para disminuir la contracción plástica del concreto	Al determinar la dosificación de la fibra de betarraga se disminuye la contracción plástica del concreto	Resistencia del concreto	Contracción plástica del concreto	Resultado del ensayo de materiales en laboratorio	<b>Experimental:</b> mediante ensayos de laboratorio se obtendrá datos variados. <b>Longitudinal:</b> se obtendrá una serie de datos mediante los ensayos de laboratorio que serán tomadas en dos o más ocasiones.
					Fuentes bibliográficas	
De qué manera los diseños de mezcla con fibra de betarraga influye en la resistencia del concreto	Diseñar mezclas con fibra de betarraga para aumentar la resistencia del concreto	Al diseñar mezclas con fibra de betarraga se aumenta la resistencia del concreto		Resistencia del concreto	Ensayo de laboratorio	
					Realizar cuadros y gráficos de los resultados de pruebas de mezcla	

**Anexo 2: Certificado de calibración – Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CMC-086-2019**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Atención : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)  
Surco- Lima

Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica digital

Capacidad del equipo : 2,227 kN ( 500,000 lbf ó 227 TN)

División de escala : 0,1 kN

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Nº de serie del equipo : 040400000001

Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL

Número serie panel digital : 1887-1-00081

Procedencia : USA

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,6°C / 78%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,6°C / 76%

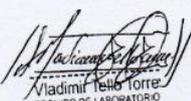
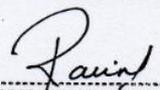
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2019-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-08-12	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-086-2019 Página 1 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
4	100,0	100,44	100,37	100,57	100,46	-0,5	0,2
9	200,0	200,13	200,17	200,69	200,33	-0,2	0,2
13	300,0	300,31	300,84	300,64	300,60	-0,2	0,1
18	400,0	400,49	400,62	400,61	400,57	-0,1	0,1
27	600,0	600,20	600,53	600,83	600,52	-0,1	0,1
36	800,0	800,22	800,57	800,41	800,40	0,0	0,1
45	1000,0	1000,02	1000,53	1000,71	1000,42	0,0	0,1
54	1200,0	1200,68	1201,01	1201,04	1200,91	-0,1	0,1
72	1600,0	1600,43	1601,01	1601,43	1600,96	-0,1	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.



**Anexo 3:** Vaciado de concreto en moldes para probetas y vigas.



**Anexo 4:** Curado de probetas y vigas

