

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



**HORMIGÓN REFORZADO CON VIDRIO MOLIDO Y SU RELACIÓN  
CON LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA CONTROLAR  
GRIETAS Y FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR:**

**Bach. ARIETA PADILLA, JEAN PAUL**

**Bach. RENGIFO SALAZAR, CÉSAR AUGUSTO**

**ASESOR: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES LILIANA JANET**

**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente investigación a mis padres Hubert y Bertha, a mi hermano Pierre y a mis sobrinas por su incondicional apoyo, por ser mi motivo y ejemplo para poder cumplir mis metas a lo largo de mi vida.

Arieta Padilla, Jean Paul

Esta tesis está dedicada a mi madre Lucila, mi padre Cesar, mi hermano Cesar André y a mi compañera de vida Verónica quienes llenan de alegría mi vida y a mi extensa y amada familia que siempre me apoyó.

Rengifo Salazar, César Augusto

## **AGRADECIMIENTO**

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater, por habernos guiado e instruido en esta hermosa carrera, a nuestra asesora de tesis, Mg. Ing. Liliana Chavarría Reyes, por el tiempo, dedicación, apoyo brindado y experiencia profesional para la presente investigación. A nuestra coordinadora Ing. Jackeline Escobar Serrano y a nuestro metodólogo Dr. Ing. Carlos Magno Chavarry Vallejos, por la orientación para el correcto desarrollo de la presente tesis.

Arieta Jean – Rengifo César

# ÍNDICE GENERAL

Resumen	xii
Abstract	xiii
Introducción	1
Capítulo I: Planteamiento y delimitación del problema	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Importancia y justificación del estudio	4
1.4.1. Importancia	4
1.4.2. Justificación	4
1.5. Limitaciones	5
1.6. Viabilidad	5
Capítulo II: Marco teórico	6
2.1 Marco histórico	6
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.3 Estructura teórica y científica	9
2.4 Definición de términos básicos	16
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan a las hipótesis	17
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:	18
2.8 Operacionalización de variables	19
Capítulo III: Marco metodológico	20
3.1 Tipo, método, nivel y diseño de investigación	20
3.1.1 Tipo de investigación	20
3.1.2 Método de la investigación	20
3.1.3 Nivel de la investigación	20
3.1.4 Diseño de la investigación	20
3.2 Población y muestra	20
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.3.1. Tipos de técnicas e instrumentos:	21
3.3.2. Procedimientos para la recolección de datos	22
3.4. Descripción de procesamiento de análisis	23
Capítulo 4	24
Presentación y análisis de resultados de la investigación	24
4.1 Análisis e interpretación de los agregados	24

4.1.1 Propiedades del Agregado Fino	24
4.1.2 Propiedades del Agregado Grueso	46
4.2 Diseños de mezcla	67
a. Resistencia a la compresión promedio	67
b. Asentamiento	68
c. Tamaño máximo nominal	68
d. Agua de diseño	68
e. Aire	69
f. Cálculo del módulo de finura de los agregados	71
g. Cálculo de proporciones de materiales por m <sup>3</sup>	71
4.3. Ensayos de hormigón fresco	78
4.3.1 Asentamiento (Slump)	78
4.3.2 Peso unitario del hormigón	82
4.3.3 Contenido de Aire (%)	85
4.4 Ensayos de concreto endurecido	88
4.4.1 Resistencia a compresión	88
4.4.2 Resistencia a la flexión	100
4.5 Potencial de fisuración	112
4.6 Contrastación de hipótesis	130
4.6.1 Contrastación de la primera hipótesis:	130
4.6.2 Contrastación de la segunda hipótesis:	141
4.7 Presentación de resultados	154
4.8 Interpretación de resultados	155
4.8.1 Resultados de la resistencia mecánica del hormigón.	155
4.8.2 Resultados del potencial de fisuración.	155
4.9 Discusión de resultados	156
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
ANEXOS	161

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables	19
Tabla 2: Cuadro de muestras	21
Tabla 3: Parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana 400.037	24
Tabla 4: Análisis granulométrico del Agregado Fino-F1	25
Tabla 5: Análisis granulométrico del Agregado Fino-F2	26
Tabla 6: Análisis granulométrico del Agregado Fino-F3	27
Tabla 7: Promedio de módulo de finura del Agregado Fino	28
Tabla 8: Peso Unitario del Agregado Fino F-1	29
Tabla 9: Peso Unitario del Agregado Fino F-2	30
Tabla 10: Peso Unitario del Agregado Fino F-3	31
Tabla 11: Promedio de Peso Unitario del Agregado Fino	32
Tabla 12: Material pasante de la malla 200 – M1	33
Tabla 13: Material pasante de la malla 200 – M2	34
Tabla 14: Material pasante de la malla 200 – M3	35
Tabla 15: Promedio del material pasante de la malla 200	36
Tabla 16: Contenido de humedad del Agregado Fino – M1	37
Tabla 17: Contenido de humedad del Agregado Fino – M2	38
Tabla 18: Contenido de humedad del Agregado Fino – M3	39
Tabla 19: Promedio de contenido de humedad del Agregado Fino	40
Tabla 20: Peso específico del Agregado Fino – F1	41
Tabla 21: Peso específico del Agregado Fino – F2	42
Tabla 22: Peso específico del Agregado Fino – F3	43
Tabla 23: Promedios peso específico del Agregado Fino	44
Tabla 24: Resumen de propiedades del Agregado Fino	45
Tabla 25: Análisis granulométrico del Agregado Grueso – G1	46
Tabla 26: Análisis granulométrico del Agregado Grueso – G2	47
Tabla 27: Análisis granulométrico del agregado grueso – G3	48
Tabla 28: Promedios del análisis granulométrico del Agregado Grueso	49
Tabla 29: Peso unitario del Agregado Grueso – G1	50
Tabla 30: Peso unitario del Agregado Grueso – G2	51
Tabla 31: Peso unitario del Agregado Grueso – G3	52
Tabla 32: Promedios del peso unitario suelto y compactado del Agregado Grueso	53
Tabla 33: Material pasante de la malla 200 – M1	54
Tabla 34: Material pasante de la mala 200 – M2	55
Tabla 35: Material pasante de la malla 200 – M3	56
Tabla 36: Promedio de material que pasa la malla 200	57
Tabla 37: Contenido de humedad M1	58
Tabla 38: Contenido de humedad M2	59
Tabla 39: Contenido de humedad M3	60
Tabla 40: Promedio contenido de humedad - Grueso	61
Tabla 41: Peso específico y absorción del agregado grueso – G1	62
Tabla 42: Peso específico y absorción del agregado grueso – G2	63
Tabla 43: Peso específico y absorción del agregado grueso – G3	64
Tabla 44: Promedios del peso específico del agregado grueso	65
Tabla 45: Resumen de propiedades del Agregado Grueso	66
Tabla 46: Características del diseño de mezcla	67
Tabla 47: Diseño de mezclas del concreto	68
Tabla 48: Diseño de mezcla del concreto	69
Tabla 49: Porcentaje de aire	70

Tabla 50: Tamaños máximos nominales del agregado grueso	71
Tabla 51: Proporciones respecto al vidrio molido verde y marrón	78
Tabla 52: Resultados de Asentamiento de Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	80
Tabla 53: Resultados de Asentamiento de Concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	81
Tabla 54: Resultados de peso unitario del hormigón	83
Tabla 55: Resultados de peso unitario del hormigón	84
Tabla 56: Resultados contenidos de Aire (%) de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	86
Tabla 57: Resultados contenidos de Aire (%) de concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	87
Tabla 58: Resultados de muestras ensayadas a compresión de f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (3 días)	89
Tabla 59: Resultados de muestras ensayadas a compresión de f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (7 días)	91
Tabla 60: Resultados de muestras ensayadas a compresión de f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (14días)	93
Tabla 61: Resultados de muestras ensayadas a compresión de f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (28días)	95
Tabla 62: Resultados de rotura de vigas a flexión para 3 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido.	101
Tabla 63: Resultados de rotura de vigas a flexión para 7 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido.	103
Tabla 64: Resultados de rotura de vigas a flexión para 14 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido	105
Tabla 65: Resultados de rotura de vigas a flexión para 28 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido	107
Tabla 66: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra patrón (M1) f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> .	113
Tabla 67: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra patrón (M1) f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> .	114
Tabla 68: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra patrón (M1) f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> .	115
Tabla 69: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 1% de vidrio verde molido (M2) f'c 210 kg/ cm <sup>2</sup>	116
Tabla 70: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 1% de vidrio verde molido (M2) f'c 210 kg/ cm <sup>2</sup>	117
Tabla 71: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 1% de vidrio verde molido (M2) f'c 210 kg/ cm <sup>2</sup>	118
Tabla 72: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 5% de vidrio verde molido (M3) f'c 210 kg/ cm <sup>2</sup>	119
Tabla 73: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 5% de vidrio verde molido (M3) f'c 210 kg/ cm <sup>2</sup>	120
Tabla 74: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 5% de vidrio verde molido (M3) f'c 210 kg/ cm <sup>2</sup>	121
Tabla 75: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	122
Tabla 76: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	123
Tabla 77: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	124
Tabla 78: Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	125
Tabla 79: Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	126
Tabla 80: Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	127
Tabla 81: Potencial de fisuración f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> con vidrio molido verde	128

Tabla 82: Potencial de fisuración $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con vidrio molido marrón	129
Tabla 83: Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días con vidrio molido	130
Tabla 84: Resultados estadísticos descriptivos	131
Tabla 85: Tabla de coeficientes obtenidos	132
Tabla 86: Resumen del modelo	134
Tabla 87: Resultados de la resistencia a flexión a los 28 días con vidrio molido	136
Tabla 88: Resultados estadísticos descriptivos	136
Tabla 89: Coeficientes de la recta de regresión	138
Tabla 90: Resumen del modelo	140
Tabla 91: Resultados de potencial de fisuración	142
Tabla 92: Potencial de fisuración para dosificación de 1% de vidrio molido	142
Tabla 93: Resultados estadísticos descriptivos	143
Tabla 94: Coeficientes de la recta de regresión	144
Tabla 95: Resumen del modelo	147
Tabla 96: Potencial de fisuración para dosificación de 5% de vidrio molido	148
Tabla 97: Resultados estadísticos descriptivos	149
Tabla 98: Coeficientes de la recta de regresión	150
Tabla 99: Resumen del modelo	152
Tabla 100: Cuadro de interpretación de resultados a 28 días	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fundamentos teóricos que sustentan a las hipótesis	17
Figura 2: Demostración del procedimiento para la medida del slump	79
Figura 3: Medición del slump en el laboratorio de ensayo de materiales	79
Figura 4: Grafico comparativo de asentamiento de las muestras para $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	80
Figura 5: Gráfico comparativo de asentamiento de las muestras para $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	81
Figura 6: Cálculo de Peso Unitario del concreto	82
Figura 7: Gráfico comparativo del Peso Unitario del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	83
Figura 8: Gráfico comparativo del Peso Unitario del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	84
Figura 9: Medición del Contenido de Aire (%)	85
Figura 10: Gráfico comparativo del Contenido de Aire (%) del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	86
Figura 11: Gráfico comparativo del Contenido de Aire (%) del concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	87
Figura 12: Ensayo de probetas a compresión en el laboratorio de concreto	88
Figura 13: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (3 días)	90
Figura 14: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (7 días)	92
Figura 15: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (14 días)	94
Figura 16: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (28 días)	96
Figura 17: Grafico comparativo de curvas de resistencia a compresión convencional con 1% y 5% de vidrio molido marrón para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	98
Figura 18: Grafico comparativo de curvas de resistencia a compresión convencional con 1% y 5% de vidrio molido verde para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	99
Figura 19: Ensayo de vigas a flexión en el laboratorio de ensayo de materiales.	100
Figura 20: Viga ensayada a flexión	100
Figura 21: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (3 días).	102
Figura 22: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (7 días).	104
Figura 23: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (14 días).	106
Figura 24: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (28 días).	108
Figura 25: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión convencional, con 1% y 5% de vidrio molido para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	109
Figura 26: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión convencional, con 1% y 5% de vidrio molido para concreto 210 kg/cm <sup>2</sup>	110
Figura 27: 5 Losas en estado de fraguado sometido a la temperatura y viento	112
Figura 28: Fisuras Losa 01 muestra patrón (M1) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	113
Figura 29: Fisuras Losa 02 muestra patrón (M1) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	114
Figura 30: Fisuras Losa 03 muestra patrón (M1) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	115
Figura 31: Fisuras Losa 01 muestra con 1% de vidrio verde molido (M2) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	116
Figura 32: Fisuras Losa 02 muestra con 1% de vidrio verde molido (M2) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	117
Figura 33: Fisuras Losa 03 muestra con 1% de vidrio verde molido (M2) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	118
Figura 34: Fisuras Losa 01 muestra con 5% de vidrio verde molido (M3) $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	119

Figura 35: Fisuras Losa 02 muestra con 5% de vidrio verde molido (M3) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	120
Figura 36: Fisuras Losa 03 muestra con 5% de vidrio verde molido (M3) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	121
Figura 37: Fisuras Losa 01 muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	122
Figura 38: Fisuras Losa 02 muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	123
Figura 39: Fisuras Losa 03 muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	124
Figura 40: Fisuras Losa 01 muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	125
Figura 41: Fisuras Losa 02 muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	126
Figura 42: Fisuras Losa 03 muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5) f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	127
Figura 43: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo de resistencia a la compresión	132
Figura 44: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración	134
Figura 45: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo resistencia a la flexión	137
Figura 46: Modelo de regresión lineal de resistencia a la flexión	139
Figura 47: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo de potencial de fisuración	144
Figura 48: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración	146
Figura 49: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo de potencial de fisuración	150
Figura 50: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración	152

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	162
Anexo 2: Certificado de calibración – Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital.	163
Anexo 3: Proceso de tamizado de vidrio molido verde malla N° 4.	165
Anexo 4: Vidrio molido verde	165

## RESUMEN

La tesis: Hormigón reforzado con vidrio molido y su relación con la resistencia a la compresión para controlar grietas y fisuras por contracción plástica, tiene una metodología de investigación aplicada de enfoque cuantitativo, con un nivel de estudio descriptivo, correlacional y explicativo ya que el objetivo fue realizar los diseños y referenciar escalonadamente el proceso de ensayos de laboratorio para hallar los resultados, notándose en numerables ocasiones, con el transcurso del tiempo la presencia de las fisuras y fallas en las losas apoyadas; cuya solución se resolvió diseñando mezclas de hormigón con vidrio molido para controlar la contracción plástica en losas apoyadas mediante ensayos de laboratorio, así mismo se diseñó mezclas con distintas dosificaciones de vidrio molido para mejorar las resistencias mecánicas del concreto adoptando 4 tipos de mezcla con vidrio molido de coloración verde y marrón (1% y 5% en relación al volumen del agregado fino) con edades de 3, 7, 14 y 28 días, con la resistencia de hormigón  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , que fueron ensayadas a compresión, flexión y potencial de fisuración. Se concluyó que al incrementar la dosificación de vidrio molido 1% a 5% en relación al agregado fino del patrón, los resultados de los ensayos de compresión disminuyeron conforme se aumentaba la dosificación y el potencial de fisuración disminuye por ende se reduce la contracción plástica. También se concluyó que al ir incrementando la dosificación de vidrio molido se observó que la resistencia a la flexión no varía respecto a la del patrón.

**Palabras claves:** vidrio molido, reducción de fisuras, contracción plástica, diseño de hormigón, losas apoyadas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, potencial de fisuración.

## ABSTRACT

The thesis: Reinforced concrete with ground glass and its relationship with compressive strength to control cracks and fissures by plastic contraction, has a methodology of applied research of quantitative approach, with a descriptive, correlational and explanatory level of study since the objective it is to carry out the designs and to reference the process of laboratory tests in a staggered way to find the results, noticing on numerous occasions, over time the presence of fissures and faults in the supported slabs; whose solution was solved by designing concrete mixtures with ground glass to control the plastic contraction in slabs supported by laboratory tests, likewise mixtures with different dosages of ground glass were designed to improve the mechanical strength of the concrete by adopting 4 types of mixing with ground glass of green and brown coloration (1% and 5% in relation to the volume of the fine aggregate) with ages of 3, 7, 14 and 28 days, with the concrete resistance 210 Kg/cm<sup>2</sup>, which were tested for compression, flexion and potential cracking It was concluded that by increasing the dosage of ground glass 1% to 5% in relation to the fine aggregate of the standard, the results of the compression tests decreased as the dosage was increased and the cracking potential decreases thus reducing the plastic shrinkage. It was also concluded that when increasing the dosage of ground glass it was observed that the flexural strength does not vary with respect to that of the standard.

**Keywords:** ground glass, crack reduction, plastic shrinkage, concrete design, supported slabs, compressive strength, flexural strength, cracking potential.

# INTRODUCCIÓN

La investigación estudia el diseño de concreto reforzado con vidrio molido para la reducción de fisuras por contracción plástica y para aumentar la resistencia a compresión, elaborando las mezclas con cemento portland Tipo I, agregados, agua y vidrio molido de dos tipos de coloración, lo cual busca poder mejorar la calidad y desarrollo de la industria de la construcción, así mismo en la reducción de la contaminación ambiental.

El vidrio molido se ha utilizado como una forma de refuerzo en la mezcla de hormigón ya que, dado que la contaminación con vidrio en muchos países es prominente, se busca que mediante este sistema de reciclaje darle un uso más al vidrio y disminuir la contaminación. Es porque eso que en la presente tesis utilizaremos como alternativa el vidrio molido de color verde y marrón en las dosificaciones de 1% y 5% en función del volumen del agregado fino cumpliendo con las especificaciones técnicas que posee el concreto convencional.

Entre las mejoras podemos mencionar con la investigación realizada es la reducción de fisuras por contracción plástica, el aumento de la resistencia a compresión y resistencia a la flexión.

En el capítulo 1: Problema general y problemas específicos, los objetivos generales y específicos así mismo las limitaciones y justificaciones de la investigación.

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 y definición de términos básicos, también el sistema de hipótesis principal y secundaria y las variables dependientes e independientes.

En el capítulo 3: Metodología de la investigación, tipo y nivel, diseño de la investigación, se define la población y muestra, así mismo técnicas e instrumentos de recolección de datos y para el procesamiento de análisis de la información.

En el capítulo 4: Aspectos administrativos en los cuales se detallarán el cronograma de actividades y el presupuesto.

En el capítulo 5: 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 y flexión, potencial de fisuración y contrastación de hipótesis.

# Capítulo I: Planteamiento y delimitación del problema

## 1.1. Descripción del problema

El presente estudio se enfocará en el reforzamiento del hormigón aplicado en construcciones, se han puesto en conocimiento innovadoras investigaciones que apuntan a reducir el impacto ambiental que origina la industria del concreto, específicamente mediante el uso de material reciclado como agregado para la elaboración del hormigón, principalmente el uso de desechos de vidrio en general, neumáticos, plásticos y desechos de concreto, entre otros.

Diversos problemas se exhiben en la construcción, uno de los más resaltantes problemas son las grietas o fisuras que se presentan desde la derivación de tensiones que desarrolla el material mismo por retracciones térmicas o hidráulicas, los cuales son perjudiciales en la calidad del resultado, es por tanto se busca el control de la contracción plástica que por lo general afecta al hormigón debido a las altas temperaturas que estimulan los niveles de evaporación del agua durante la reacción de los componentes del hormigón, originando que este se seque superficialmente antes de fraguar en su totalidad y generándose las grietas o fisuras; en consecuencia a estas adversidades es que hace su aparición el uso del concreto reforzado con vidrio molido, siendo una alternativa rentable para la construcción de viviendas de bajo costo, mejorando las características del hormigón y reduciendo los agrietamientos por contracción.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿En qué medida los diseños de hormigón con vidrio molido influyen en la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio?

### 1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿En qué medida las dosificaciones de vidrio molido influyen en la resistencia mecánica del hormigón?

- b. ¿En qué medida los diseños de mezclas usando vidrio molido influyen en la reducción del potencial de fisuración del hormigón?

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

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

Realizar diseños de hormigón con vidrio molido para controlar la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar las dosificaciones de vidrio molido para aumentar las resistencias mecánicas del hormigón.
- b. Diseñar mezclas con vidrio molido para controlar la reducción del potencial de fisuración del hormigón.

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

#### **1.4.1. Importancia**

En la actualidad en el Perú, el uso del hormigón es vital para cada una de las obras de construcción, brindando un desarrollo significativo al país, no obstante, se ha podido apreciar en toda construcción la presencia de fisuras o grietas en sus acabados, las cuales con el paso del tiempo proceden a deteriorarse.

El uso de vidrio molido es un complemento no muy utilizado en el Perú, ya que por el momento no se conoce todas las bondades del uso de este en la preparación de un concreto u hormigón aplicado a la construcción.

#### **1.4.2. Justificación**

En obras de ingeniería se busca que los materiales a utilizar mejoren e incrementen la vida útil de las construcciones, para eso se tiene que buscar insumos que mejoren la calidad de vida y el desempeño de los mismos, por eso mediante el uso de vidrio molido en la mezcla analizaremos el agrietamiento que se generará, para a su vez mejorar las propiedades del hormigón y que sea viable para su uso en construcciones futuras.

A su vez la tesis presentada, sirva para poder generar e implementar una oportunidad de mejora para el medio ambiente y así poder disminuir la contaminación.

### **1.5. Limitaciones**

La presente investigación no cuenta con limitaciones, ya que para su realización se contó con todo lo necesario para su desarrollo, si como investigaciones anteriores, materiales, insumos, implementos de laboratorio, laboratorio de ensayo de materiales, los recursos económicos necesarios y un periodo de 6 meses para poder realizar la investigación.

### **1.6. Viabilidad**

El desarrollo de la presente tesis fue factible debido a que se utilizaron recursos que estaban al alcance de uno, como el vidrio molido, siendo este material fácil de adquirir para el objetivo planteado y se analizó las propiedades del concreto fresco, así como el concreto endurecido con pruebas de flexión, compresión y potencial de fisuración. La recopilación de datos se hizo únicamente en el laboratorio de la Universidad Ricardo Palma durante el periodo de estudio definitivo del proyecto en un periodo menor a 6 meses, fue financiado con recursos propios, para los diseños de mezcla nos basamos en tesis anteriores, estos fueron necesarios para la elaboración e interpretación de los resultados.

## Capítulo II: Marco teórico

### 2.1 Marco histórico

- Imperio Incaico:

En el Perú, hasta el día de hoy es un misterio como se lograron las construcciones que se realizaron en el imperio incaico, en las cuales fueron usadas piedras que encajaban con total exactitud entre sí, sin tener la necesidad de elementos ligantes para lograr su unión, con lo cual obtuvieron resultados bastante eficientes que se pueden apreciar hasta la actualidad.

- Época colonial:

Los primeros antecedentes del uso de aglomerantes en el Perú estarían dados en el siglo XVI, en donde los españoles, con su llegada, nos brindan los conocimientos técnicos con lo cual empezamos a emplear un concreto de manera rudimentaria en que se empleaban distintos tamaños de piedras lo que sería como un concreto ciclópeo actual. Su uso era básicamente para cimentaciones. (Pasquel, E. 1998, p.2).

- Siglo XIX:

En el siglo XIX un avance tecnológico ocurrió, la máquina de vapor, los ferrocarriles y el carbón. En 1824, el inglés Joseph Aspdin patentó un proceso de calcinación de caliza arcillosa que producía un cemento que al hidratarse adquiría, según él, la misma resistencia que la piedra de la isla de Portland cerca del puerto de Dorset, con lo que se marca el punto de partida para el nacimiento, de lo que conocemos el día de hoy como Tecnología de Concreto. (Pasquel, E. ,1998 p.4)

- Siglo XX:

En las dos primeras décadas del presente siglo, se empiezan a inaugurar y difundir los servicios de empresas eléctricas, y en las cuales se ejecutan obras con el uso de concreto armado.

Conforme pasaron los años se fueron afianzando los conocimientos del uso de concreto, en los años 50 se consolida la primera empresa de concreto premezclado.

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

Internacional

- Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino.

Peñañiel, D (2016) en su tesis expone:

Al analizar los resultados del ensayo de compresión a los 7 días de edad de probetas cilíndricas de hormigón ( $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>), se obtuvo resistencias de 157.26kg/cm<sup>2</sup> para el hormigón común, 157.24kg/cm<sup>2</sup>, 156.86kg/cm<sup>2</sup>, 155.97kg/cm<sup>2</sup> y 155.58kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar parcialmente a la arena por vidrio molido en 10%, 20%, 30% y 40% respectivamente; La mezcla de hormigón común logró una mayor resistencia en comparación con las que contenían vidrio alcanzando un 74.89% de la resistencia de diseño.

Las muestras cilíndricas de hormigón ensayadas a los 14 días de edad presentaron resistencias de 192.47kg/cm<sup>2</sup> para el hormigón común, mientras que en las que contenían vidrio se obtuvo 175.77kg/cm<sup>2</sup>, 164.48kg/cm<sup>2</sup>, 192.66kg/cm<sup>2</sup> y 215.23kg/cm<sup>2</sup>, para los porcentajes de 10% - 20% - 30% y 40% de vidrio molido respectivamente. Todas las probetas adquirieron la resistencia requerida, con excepción del hormigón elaborado con 20% de arena que obtuvo un 1.68% de error en cuanto a la resistencia requerida a esta edad; esto debido a que durante el ensayo existió un cilindro cuyo diámetro sobrepasaba la capacidad de los cabezales de neopreno, por lo cual se lo ensayo usando placas, esto dio como resultado un valor considerado absurdo, que para efecto de análisis fue descartado.

El ensayo de compresión a los 28 días de edad arrojó los siguientes resultados de resistencia 227.73kg/cm<sup>2</sup>, 224.09kg/cm<sup>2</sup>, 223.66kg/cm<sup>2</sup>, 221.68kg/cm<sup>2</sup> y 234.76kg/cm<sup>2</sup>, para adición de vidrio molido del 0% -

10% - 20% - 30% y 40% respectivamente. Verificando así que todas alcanzaron la resistencia de diseño. (pp. 81-82)

- Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado h15, h20, y h30

Catalán, C (2013) en su tesis expone:

El reemplazo de parte de los áridos por vidrio triturado no provoca cambios significativos en la densidad del hormigón, no se genera un aumento excesivo del peso final de las probetas, ya que el vidrio posee una densidad del mismo orden que los áridos utilizados, manteniéndose dentro del rango permitido por la norma, para los áridos utilizados en hormigones (según NCh163Of.1979 entre 2000 y 3000 kg/m<sup>3</sup>).

Existe una tendencia, aunque en este caso ligero, a un aumento en la resistencia del hormigón, al incluir un 10% de vidrio en la mezcla, lo que corrobora estudios anteriores referentes al tema. Al incluir un porcentaje mayor en la mezcla, se tiende a una disminución de la resistencia, lo cual se explica en la naturaleza como material frágil del vidrio, en detrimento de la ductilidad deseada en hormigones. (pp. 81).

Nacional

- Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos.

Ochoa, L (2018) en su tesis expone:

Las dosificaciones del concreto fueron elaboradas en base a los datos obtenidos de los ensayos a los agregados fino (Cantera la Victoria) y grueso (Cantera Tres Tomas) mediante el método del ACI donde se obtuvo para una resistencia a la compresión de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> una  $a/c=0.708$  y 7.2 bolsas de cemento por m<sup>3</sup>, para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> una  $a/c=0.623$  y 8.6 bolsas de cemento por m<sup>3</sup> y para  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> una  $a/c=0.5$  y 11.1 bolsas de cemento por m<sup>3</sup>.

Las dosificaciones del vidrio reciclado molido (10%, 20% y 30%) fueron elaboradas en base a la cantidad de agregado fino que se obtuvo por m<sup>3</sup> en cada diseño de mezcla, obteniéndose para una resistencia a la compresión de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> 98.70 m<sup>3</sup> (10%), 197.40 m<sup>3</sup> (20%) y 296.10 m<sup>3</sup> (30%), para una resistencia a la compresión de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> 97.2 m<sup>3</sup> (10%), 194.4 m<sup>3</sup> (20%) y 291.60 m<sup>3</sup> (30%), para una resistencia a la compresión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> 85.90 m<sup>3</sup> (10%), 171.80 m<sup>3</sup> (20%) y 257.70 m<sup>3</sup> (30%). (pp. 118).

- Resistencia a compresión axial del mortero cemento – arena 1:4 con el reemplazo de vidrio molido.

Alemán, A (2017), en su tesis expone:

Se confirma satisfactoriamente la hipótesis formulada; ya que la resistencia a compresión axial del mortero cemento-arena 1:4 reemplazado el cemento por vidrio molido se incrementa en un porcentaje superior al 10%.

Se comparó que la resistencia a compresión axial de las probetas del mortero cemento-arena 1:4 aumentan con el reemplazo del 5% de cemento por vidrio molido a partir de los 7 días en un porcentaje de 21.70% con respecto de la probeta patrón y a los 28 días la resistencia a compresión se incrementa en un porcentaje de 19.27% con respecto a la probeta patrón; donde se puede notar una disminución leve de la resistencia a compresión en un porcentaje de 2.43%. (pp. 67).

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

- Concreto:

El concreto es la mezcla del cemento, agregados inertes (arena y grava) y agua, la cual se endurece después de cierto tiempo formando una piedra artificial.

Los elementos activos del concreto son el agua y el cemento de los cuales ocurre una reacción química que después de fraguar alcanza un estado de gran solidez

y los elementos inertes, que son la arena y la grava cuya función es formar el esqueleto de la mezcla, ocupando un gran porcentaje del volumen final del producto, abaratándolo y disminuyendo los efectos.

- Concreto reforzado:

Es un material que se adiciona al concreto simple, en cantidades y proporciones variables dependiendo de sus características, para mejorar sus estados físicos o propiedades mecánicas.

- Tipos de cementos y sus aplicaciones principales:

Tipo I.- De uso general, donde no se requieren propiedades especiales.

Tipo II.- De moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos y/o vaciados masivos.

Tipo III.- Desarrollo rápido de resistencia con elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.

Tipo IV.- Muy bajo calor de hidratación.

Tipo V.- Muy resistente acción de los sulfatos.

- Agregados:

Son elementos que forman parte importante del concreto constituidos por partículas las cuales pueden ser de procedencia natural o artificial cuyas características afectan directamente en el producto resultante de la mezcla para la obtención de las propiedades requeridas.

- Agregado fino:

Agregado clasificado por su gradación que viene a ser distribución volumétrica de sus partículas la cual es conocida comercialmente como arena, debido

a que sus partículas son menores que 4.75 mm es decir pasan la Malla Estándar ASTM #4.

- Agregado Grueso:

Agregado clasificado por su gradación que viene a ser distribución volumétrica de sus partículas la cual es conocida comercialmente como piedra, debido a que sus partículas son mayores que 4.75 mm es decir son retenidas en la Malla Estándar ASTM #4.

- Agua:

El agua en la mezcla tiene tres funciones principales:

- a. Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- b. Actuar como lubricante para contribuir en la trabajabilidad del conjunto.
- c. Procurar la estructura de vacíos necesaria para la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

- Agrietamiento:

Las grietas (fisuras) por contracción (retracción) plástica se forman en la superficie del concreto fresco inmediatamente después de su vaciado (vertido, colado) y mientras permanece en estado plástico.

Las grietas de contracción plástica son antiestéticas, pero raramente afectan a la resistencia o la durabilidad de los pisos de concreto y pavimentos.

- Vidrio:

Es un material cuyo componente mayor es la sílice proveniente de arena, pedernal o cuarzo de apariencia dura, frágil y generalmente transparente, aunque se comporta como un sólido, es un fluido de muy alta viscosidad. Está compuesto por una mezcla de óxidos metálicos, siendo su componente principal el óxido de sílice,

conocido como silicio ( $\text{SiO}_4$ ). Si bien a simple vista pareciera ser muy similar a un cristal, la diferencia con éste radica en el ordenamiento que tienen las moléculas que lo componen, donde los enlaces Si-O están distribuidos de manera irregular, sin un patrón determinado, siendo por definición, un material amorfo.

- Composición del vidrio

El principal componente del vidrio es la sílice, el cual se obtiene a partir de la arena o cuarzo.

Visto desde una descomposición estructural el vidrio está formado por:

- a) Óxidos formadores de la red vítrea, tales como  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$  o  $\text{P}_2\text{O}_5$  para los productos vítreos más comunes o tradicionales
- b) Óxidos modificadores de la red vítrea, fundentes, que aportan enlaces denominados "oxígenos no-puente", tales como óxidos alcalinos:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , u óxidos alcalino-térreos como  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ .

- Fabricación de vidrio

- a) Materias primas

Para la fabricación de vidrio se usan como materias primas la arena silíceo (arcillas) y una mezcla de óxidos metálicos secos pulverizados o granulados, ya que las arcillas son productos geológicos del envejecimiento de la superficie terrestre, es un material muy enriquecido en la naturaleza.

- b) Fabricación

El proceso para la fabricación se resume de la siguiente manera. Conforme que las materias primas son recepcionadas (principalmente arena), estas se muelen y se mantienen en depósitos en altura, esperando el momento en el cual serán transportadas a través de un sistema de alimentación que por gravedad son llevados a los pesadores y mezcladores. En este último, las materias primas son dosificadas y mezcladas con vidrio reciclado para formar una mezcla homogénea, la cual es llevada

por medio de cintas transportadoras a un sistema el cual sirve de almacenamiento de cargas donde es contenida antes de ser depositada en el alimentador del horno de fundición. Al entrar la carga al horno a través de los alimentadores, ésta flota en la superficie de la masa de vidrio fundida. Una vez que se funde la mezcla fluye a través de la garganta de carga al refinador, donde es acondicionada térmicamente para descargar al proceso de formado.

#### c) Propiedades físicas del vidrio

Dependiendo de la composición interna, algunos vidrios funden a temperaturas bajas, como 500°C, mientras que otros necesitan 1650°C, aunque de manera común, al presentar un contenido elevado de sílice, la temperatura final de fusión se encuentra más cercana a este último valor.

En cuanto a resistencia mecánica, normalmente presenta una resistencia a la tracción entre 3.000 y 5.500 N/cm<sup>2</sup>, aunque también puede llegar a sobrepasar los 70.000 N/cm<sup>2</sup>, si es que el vidrio recibió algún tratamiento especial.

El vidrio es un mal conductor de calor y de electricidad, por lo cual resulta práctico para el aislamiento térmico y eléctrico.

#### d) Color

El color natural del vidrio es un tono verdoso, al cual se le agregan decolorantes para hacerlo traslúcido, y colorantes para colocarle distintas tonalidades. Los envases de vidrio de colores sirven para proteger el contenido de la luz, por lo que sus usos primordiales se dan en la industria de alimentos y farmacológica.

#### e) Tipos de vidrio

Entre estos los más comunes podemos separarlos entre vidrios comerciales, los cuales son producidos en una gran escala, y los vidrios especiales, en menor escala, pero elaborados con fines puntuales.

#### f) Vidrio sodocálcico

Es el tipo de vidrio más utilizado para fabricar todo tipo de envases contenedores (botellas, cristalerías de mesa, ampollas, vidrios para ventanas y vidrios laminados), los recipientes hechos a partir de este tipo de vidrio son prácticamente inertes, de modo que no contaminan el contenido dentro este. No son muy resistentes al choque térmico.

- Reutilización de vidrio en mezclas de concreto

La reutilización, frente al reciclaje, desde un punto de vista ambiental, tiene más ventajas, debido al ahorro de energía que supone utilizar más veces un mismo envase para luego reciclarlo, que darle un solo uso. Los envases de vidrio son reutilizables, el cual sigue un proceso distinto al de los envases que tienen un solo uso. Los envases de vidrio pueden ser reciclados de manera indefinida para conseguir nuevos recipientes con las mismas características al original. En el proceso de fabricación del vidrio se utiliza una cantidad mayor del material necesario, para dotarles de una mayor resistencia y para poder hacer más rotaciones, antes de que finalice su ciclo de uso y puedan ser reciclados. En la industria vidriera también se generan desperdicios los cuales resultan en forma de polvo después de un proceso de lavado el cual está incluido en la etapa de producción, el cual se desecha y este se puede convertir en un proveedor importante para su utilización en mezclas de concreto.

- Ventajas del reciclado del vidrio

- La fusión de los materiales se consigue a temperaturas más bajas, lo cual permite un ahorro de energía con respecto a la fabricación de un vidrio nuevo.
- Se ahorran aproximadamente alrededor de 1200 kg de materias primas por cada tonelada de vidrio usado.
- Ahorro de energía y tiempo al no tener que extraer materias primas.
- Reducción de la erosión, la cual es producida al extraer las materias primas necesarias para su fabricación.

- Disminuye el número de residuos urbanos que van a vertedero y por lo tanto los costos asociados a la recolección, disposición y tratamiento.

- Contracción plástica

Se refiere a los cambios que ocurren mientras el concreto aún está en estado fresco, previo a endurecerse. Normalmente, estas se presentan en forma de fisuras por contracción plástica, que ocurren antes o durante el acabado. Las grietas frecuentemente se parecen a pequeñas rasgaduras en la superficie. La contracción plástica resulta de la combinación de las retracciones química y autógena y la rápida evaporación de la humedad de la superficie, superando ésta la tasa de sangrado (exudación). La contracción plástica se puede controlar con la disminución de la evaporación de la superficie a través del uso de rociado, cubiertas de láminas de plástico, auxiliares de acabado aerosol (retardadores de evaporación) y fibras plásticas. (Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi. 2004).

- Contracción por secado

El concreto endurecido se expande ligeramente con el aumento de la humedad y se contrae con la pérdida de la misma. Concretos curados con humedad por siete días tienen menos contracción autógena y por secado que el concreto si curado húmedo, esto muestra la importancia del curado húmedo temprano. (Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese, y Jussara Tanesi. 2004).

## 2.4 Definición de términos básicos

- 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. (Intor 2015, pp. 45)

- Vidrio molido:

Elemento que será obtenido mediante la ruptura de botellas y demás elementos que contengan vidrio. Lo cual servirá para mejorar las propiedades mecánicas del diseño de mezcla. (Tello 2017, pp. 27)

- Contracción Plástica:

Las grietas por contracción plástica son causadas por una rápida pérdida de agua de la superficie del concreto antes de que éste haya fraguado. (Zafra 2015, pp. 16)

- 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 sus elementos, dando como resultado las cantidades necesarias para obtener un concreto con las características mínimas requeridas. (Atoche 2017, pp. 26)

- 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 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 presenciar 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 las hipótesis

Se presentan los fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis en la figura 1.

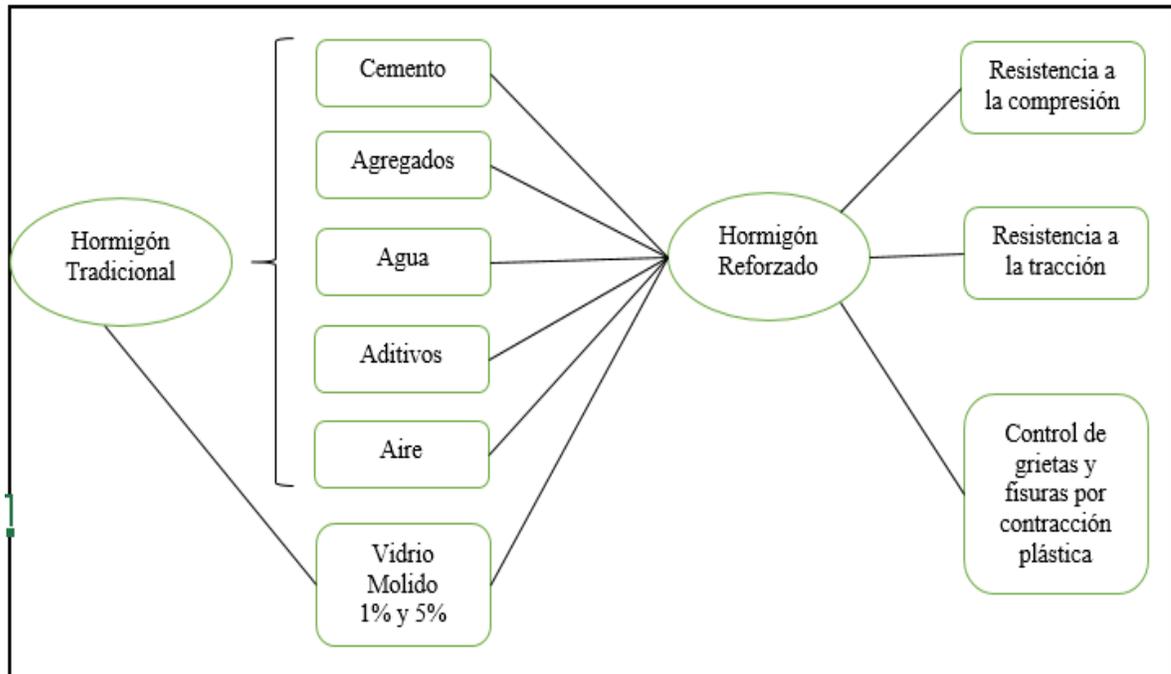


Figura 1: Fundamentos teóricos que sustentan a las hipótesis

Fuente: Elaboración propia

## **2.6 Hipótesis**

### **2.6.1. Hipótesis General**

Al realizar los diseños de hormigón con vidrio molido se controla la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio.

### **2.6.2. Hipótesis Específicas**

a) Al determinar las dosificaciones de vidrio molido aumentan las resistencias mecánicas del hormigón.

b) Al diseñar mezclas con vidrio molido se controla la reducción del potencial de fisuración del hormigón.

## **2.7 Variables**

### **2.7.1 Variable independiente**

Diseño de mezclas de concreto usando vidrio molido.

### **2.7.2 Variable dependiente**

Control de la contracción plástica en ensayos de laboratorio.

## 2.8 Operacionalización de variables

Se adjunta la tabla de operacionalización de variables en la tabla 1.

Tabla 1  
Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Índice	Unidad de Medida	Instrumento
<b>Variable independiente</b>  <b>Diseños de hormigón con vidrio molido</b>	- Dosificación de vidrio molido	- Puntos de acopio de vidrio	-	- Balanza
		- Triturador de vidrio	Kilogramo (Kg)	
		- Cantidad de óptima de agua	-Litros	
		- Cantidad óptima de cemento portland	(lt.) para el caso de	
		- Cantidad óptima de agregado grueso	agregado líquido	
	- Diseño de Mezcla	- Cantidad óptima de agregado fino		
		- Cantidad óptima de vidrio molido		
<b>Variable dependiente</b>	- Resistencia mecánica del hormigón.	- Ensayo de compresión con maquina hidráulica	- Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> )	- Equipos para ensayos del laboratorio del concreto
		- Ensayo de flexión con maquina hidráulica.		- Microsoft Excel y SPSS
		- Análisis en programas Microsoft Excel y SPSS.		- Norma NTP 339.034
		- Normas técnicas peruanas.		- Norma ASTM C293
<b>Contracción Plástica</b>	- Potencial de fisuración.	- Ensayos de laboratorio		- Norma ASTM C496
		- Fuentes Bibliográficas.		

Fuente: Elaboración propia

## **Capítulo III: Marco metodológico**

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

#### 3.1.1 Tipo de investigación

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

#### 3.1.2 Método de la investigación

Es de método deductivo ya que se intenta demostrar con fundamentos como el hormigón con vidrio molido puede de ser utilizado específicamente en el diseño.

#### 3.1.3 Nivel de la investigación

Esta tesis reúne las características de una investigación de nivel descriptivo; pues se analizará la relación entre las variables de dosificación y resistencia del hormigón.

#### 3.1.4 Diseño de la investigación

Para el diseño de la investigación se propone 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 y la muestra está conformada por pruebas de mezcla de 2 distintas dosificaciones para cada tipo de vidrio molido verde y marrón (1% y 5%), Por cada muestra de prueba se elaboraron 24 probetas cilíndricas de los cuales cada 3 testigos se ensayaron a 3 días, 7 días, 14 días y 28 días, además 8 vigas de los cuales cada 2 testigos se ensayaron a 3 días, 7 días, 14 días y 28 días y por último se ensayaron 3 losas para cada dosificación para el potencial de fisuración. (Ver Tabla 2)

Tabla 2

Cuadro de muestras

		<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</b>			
		<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
		<b>TOTAL DE ENSAYOS DE PROBETAS, VIGAS y LOSAS</b>			
		Realizado por:		-Arieta Padilla, Jean Paul	
		-Rengifo Salazar, César Augusto			
<b>Total: 5 diseños de mezcla</b>		<b>Resistencia f'c 210</b>			
Total de diseños de mezcla	Patrón	Dosificación de Vidrio Molido			
		Con 1% de Vidrio molido verde	Con 5% de Vidrio molido verde	Con 1% de Vidrio molido marrón	Con 5% de Vidrio molido marrón
		1	1	1	1

<b>Total 20 ensayos por cada diseño de mezcla</b>				
Ensayos	3 días	7 días	14 días	28 días
Compresión	3	3	3	3
Flexión	2	2	2	2

<b>Total: 15 ensayos por edad por cada diseño de mezcla</b>	
Ensayos	1 día
Potencial Fisuración	15

<b>TOTAL DE ENSAYOS</b>	115
-------------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.3.1. Tipos de técnicas e instrumentos:

La técnica para la recopilación de datos y resultados será la observación en campo, los ensayos realizados en el laboratorio así mismo el uso de formatos establecidos por la Universidad Ricardo Palma.

Los instrumentos para procesar los datos recolectados serán usados de manera virtual para sí obtener un óptimo resultado al realizar los ensayos como: Microsoft Excel, las normas ASTM y el ACI.

Respecto a lo físico se utilizaron los instrumentos de laboratorio como son las máquinas de rotura de ensayos, mezcladora de concreto, balanza, tamices, horno, moldes cilíndricos, etc.

### 3.3.2. Procedimientos para la recolección de datos

La presente tesis siguió el procedimiento para la recolección de datos mediante métodos establecidos por la ASTM, el diseño de mezcla con cemento del mercado peruano y los agregados de la cantera UNICON.

Así mismo 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)
- Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C78
- Análisis granulométrico del agregado grueso (MTC E 204-2000)
- Peso específico, y absorción de agregados gruesos (MTC E 206-2000- NTP 400.021)
- Diseño de mezclas usando el método ACI
- Determinación del potencial de fisuración ASTM1579
- Peso específico, y absorción de agregados finos (MTC E 205-2000)
- Porcentaje de humedad
- Análisis granulométrico del agregado fino (MTC E 204-2000)
- Ensayos de resistencia a la compresión axial ASTM C39

### **3.4. Descripción de procesamiento de análisis**

La técnica de procesamiento se desarrolló en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Ricardo Palma en la cual se determinó las dosificaciones de los agregados por lo tanto se pudo hacer diferentes diseños de mezclas con respecto al hormigón con vidrio molido para someterlas a los ensayos de laboratorio, por lo cual el procesamiento de datos se empleó de manera digital mediante el uso de Microsoft Excel, Word y SPSS, para presentar los diversos análisis estadísticos y comparativos de datos en estos programas que fue en forma de gráficos, cuadros y tablas.

## Capítulo IV: 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 siguiente método es empleado para determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de los agregados gruesos y finos de un respectivo material, el cual es medido a través del peso retenido por los tamices progresivamente decreciente, cabe mencionar 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.

Las distribuciones deben cumplir los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana 400.037 y la norma ASTM C33 (Tabla 3).

Tabla 3

Parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana 400.037

Tamiz	Porcentaje que pasa (en masa)
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	10 a 30
150 µm (No. 100)	2 a 10

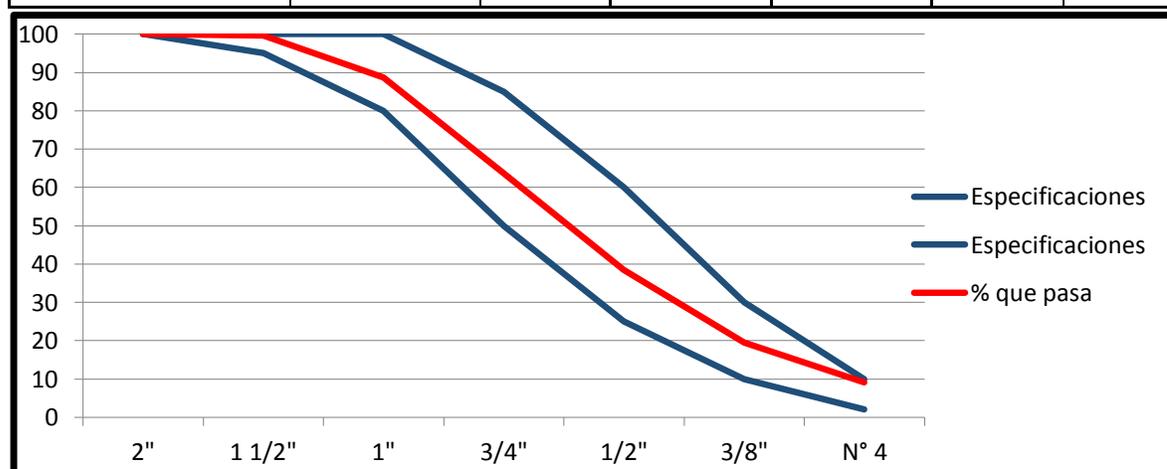
Fuente: ASTM C33

Para la siguiente tesis se realizaron 3 ensayos para obtener un promedio del análisis granulométrico y para determinar las características del agregado los cuales son reflejados entre la Tabla 4 a la Tabla 7.

Tabla 4

Análisis granulométrico del Agregado Fino-F1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>					
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO-F1</b>					
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO FINO			NORMA	: NTP 400.012		
ELABORADO EN : L.E.M U.R.P.			FECHA	: 05 Agosto del 2019		
MUESTRA : F1			HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul		
PESO DE MUESTRA : 500 g.				Rengifo Salazar César Augusto		
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.8	0	0	100	95	100
N° 8	54.8	11	11	89	80	100
N° 16	124.5	25	36	64	50	85
N° 30	125.8	25	62	38	25	60
N° 50	95	19	81	19	10	30
N° 100	52.3	10	91	9	2	10
Fondo	45.8	9	100	0		
Total	500	100				
			mf :	2.81		

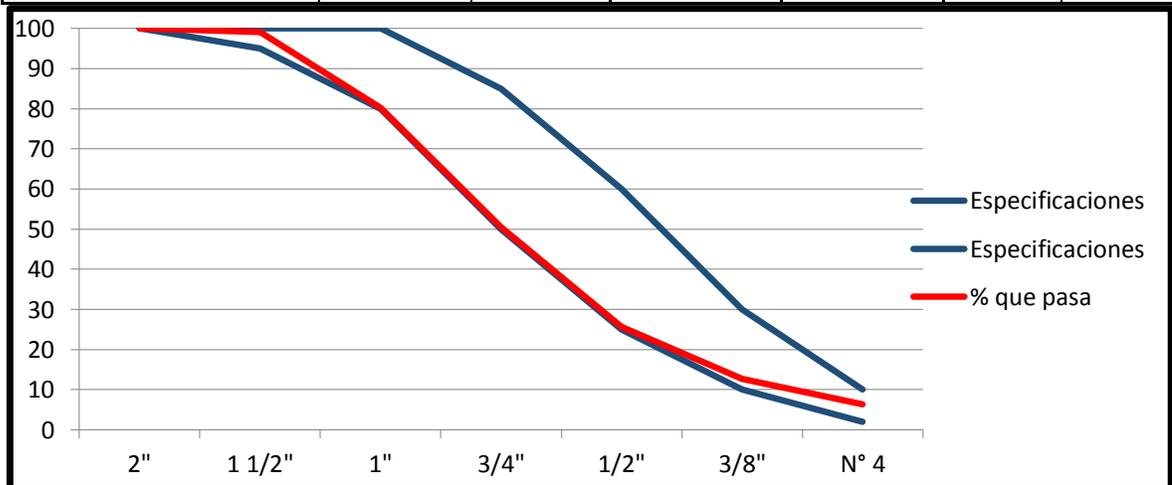


Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

Análisis granulométrico del Agregado Fino-F2

	<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			
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto del 2019			
MUESTRA	: F2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul			
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	4.2	1	1	99	95	100
N° 8	94.6	19	20	80	80	100
N° 16	148.5	30	49	51	50	85
N° 30	124.5	25	74	26	25	60
N° 50	65.2	13	87	13	10	30
N° 100	31.4	6	94	6	2	10
Fondo	31.6	6	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.26		

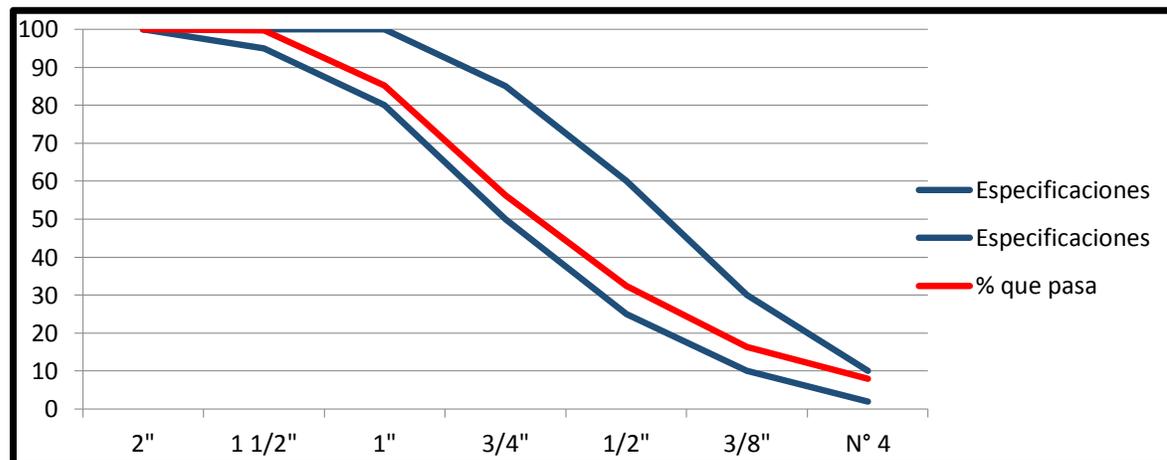


Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Análisis granulométrico del Agregado Fino-F3

	<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				
ELABORADO EN : L.E.M U.R.P.		FECHA : 05 Agosto del 2019				
MUESTRA : F3		HECHO POR		Arieta Padilla, Jean Paul		
PESO DE MUESTRA : 500 g.				Rengifo Salazar, César Augusto		
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulad o	% que pasa	Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100	100	100
N° 4	1.2	0	0	100	95	100
N° 8	72.7	15	15	85	80	100
N° 16	144.6	29	44	56	50	85
N° 30	119.8	24	68	32	25	60
N° 50	80.3	16	84	16	10	30
N° 100	41.9	8	92	8	2	10
Fondo	39.5	8	100	0		
Total	500	100				
			mf :	3.02		



Fuente: Elaboración propia

- Módulo de Finura del Agregado Fino

Tabla 7

Promedio de módulo de finura del 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>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 05 Agosto del 2019	
		<b>HECHO POR</b>	Arieta Padilla, Jean Paul	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO		Rengifo Salazar César Augusto	
<b>RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - FINO</b>				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
<b>MÓDULO DE FINURA</b>	2.81	3.26	3.02	<b>3.03</b>
$mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$				

Fuente: Elaboración propia

- Peso Unitario del Agregado Fino (NTP 400.017)

El cálculo del peso unitario del agregado fino según NTP 400.017, se muestra entre las Tablas 8 a la Tabla 11, con su respectivo promedio de las tres muestras realizadas.

Tabla 8

Peso Unitario del Agregado Fino F-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
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
<b>PESO UNITARIO SUELTO - F1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.03	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.29	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	1565.69	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - F1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.63	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	4.89	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 COMPACTADO	PUC	1784.67	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9

Peso Unitario del Agregado Fino F-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
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
<b>PESO UNITARIO SUELTO - F2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.16	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.42	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	1613.14	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO - F2</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.62	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.74	Kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Wc	4.88	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 COMPACTADO	PUC	1781.02	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Peso Unitario del Agregado Fino F-3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F3</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
<b>PESO UNITARIO SUELTO - F3</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 - F3</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		4.48	Kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.74	Kg
FACTOR DE CALIBRACION DEL RECIPIENTE	f	364.96	m <sup>-3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1759.12	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11

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>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P		<b>FECHA</b>	: 05 Agosto de 2019		
			<b>HECHO</b>	Arieta Padilla, Jean Paul		
<b>NOMBRE</b>	: PROMEDIO		<b>POR</b>	Rengifo Salazar, César Augusto		
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - FINO</b>						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
<b>PESO UNITARIO SUELTO</b>	<b>PUS</b>	1565.69	1613.14	1562.04	<b>1581</b>	Kg/m <sup>3</sup>
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>PUC</b>	1784.67	1781.02	1759.12	<b>1775</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 12 a la 15 respectivamente las 3 muestras ensayadas con su promedio.

Tabla 12

Material pasante de la malla 200 – M1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO-F1</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 9 Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M1	HECHO POR:	Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto
<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	500.00	gr
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	466.00	gr
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	34.00	gr
% QUE PASA LA MALLA 200	A	6.80	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13

Material pasante de la malla 200 – M2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO-F2</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 9 Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M2	HECHO POR:	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	500.00	gr
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	469.50	gr
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	30.50	gr
% QUE PASA LA MALLA 200	A	6.10	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Material pasante de la malla 200 – M3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 AGREGADO FINO-F3</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 9 Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M3	HECHO POR:	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
<b>MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SIN LAVAR SECA	P1	500.00	gr
PESO DE LA MUESTRA LAVADA SECA	P2	477.00	gr
MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200	P1-P2	23.00	gr
% QUE PASA LA MALLA 200	A	4.60	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15

Promedio del material pasante de la malla 200

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
	<b>MALLA 200 - PROMEDIO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO FINO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.012	
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 9 Agosto de 2019	
		<b>HECHO POR</b>	Arieta Padilla, Jean Paul	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO		Rengifo Salazar, César Augusto	
<b>RESUMEN MATERIAL PASANTE POR MALLA 200 - FINO</b>				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
<b>PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO</b>	6.80	6.10	4.60	<b>5.83</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 mostrará entre las Tablas 16 a la Tabla 19.

Tabla 16

Contenido de humedad del Agregado Fino – M1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD-M1</b>																						
TIPO DE AGREGADO	: AG. FINO	NORMA	: NTP 400.012																				
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 9 Agosto de 2019																				
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul																				
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto																				
<p>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</p> <p><b>MUESTRA 1</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>SIMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE MUESTRA HUMEDA</td> <td>A</td> <td>500.00</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE MUESTRA SECA</td> <td>B</td> <td>491.80</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA</td> <td>(A-B)</td> <td>8.20</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>H</td> <td>1.67</td> <td>gr</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCION	SIMBOLO	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	gr
DESCRIPCION	SIMBOLO	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	gr																				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17

Contenido de humedad del Agregado Fino – M2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD-M2</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AG. FINO	NORMA	: NTP 400.012
ELABORADO EN	:L.E.M U.R.P.	FECHA	: 9 de Agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
<b>MUESTRA 2</b>			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
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	gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Contenido de humedad del Agregado Fino – M3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD-M3</b>																						
TIPO DE AGREGADO	: AG. FINO	NORMA	: NTP 400.012																				
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 9 Agosto de 2019																				
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M3	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul																				
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto																				
<p>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO</p> <p><b>MUESTRA 3</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>SIMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE MUESTRA HUMEDA</td> <td>A</td> <td>500.00</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE MUESTRA SECA</td> <td>B</td> <td>492.30</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA</td> <td>(A-B)</td> <td>7.70</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>H</td> <td>1.56</td> <td>gr</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	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	gr
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
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	gr																				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Promedio de contenido de humedad del Agregado Fino

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - PROMEDIO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO FINO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.012	
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 9 Agosto de 2019	
		<b>HECHO POR</b>	Arieta Padilla, Jean Paul	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO		Rengifo Salazar, César Augusto	
<b>PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD - FINO</b>				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	1.67	1.73	1.56	<b>1.65</b>

Fuente: Elaboración propia

- Peso Específico del Agregado Fino (NTP 400.022)

El peso específico del agregado fino según NTP 400.022 de las 3 muestras ensayadas y su promedio se mostrará entre la Tabla 20 a la Tabla 23.

Tabla 20  
Peso específico del Agregado Fino – F1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto de 2019
NOMBRE MUESTRA	: F1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F1</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		959.10	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):			
$G = \frac{A}{V - W} = 2.59 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (Gsss)			
$G_s = \frac{500}{V - W} = 2.62 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (Ga)			
$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.67 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 = 1.05 \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21  
Peso específico del Agregado Fino – F2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F2	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto de 2019
NOMBRE MUESTRA	: F2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		955.60	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):			
$G = \frac{A}{V - W} = 2.54 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>sss</sub> )			
$G_s = \frac{500}{V - W} = 2.57 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.62 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 = 1.21 \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22

Peso específico del Agregado Fino – F3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F3</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: NTP 400.022
ELABORADO EN	: L.E.M U.R.P.	FECHA	: 05 Agosto de 2019
NOMBRE MUESTRA	: F3	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F3</b>			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.90	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		955.50	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):			
$G = \frac{A}{V - W} = 2.56 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>ss</sub> )			
$G_s = \frac{500}{V - W} = 2.57 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
$G_a = \frac{A}{(V - W) - (500 - A)} = 2.59 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(500 - A)}{A} \times 100 = 0.54 \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23

Promedios peso específico del Agregado Fino

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>					
	<b>PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - PROMEDIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: AGREGADO FINO			<b>NORMA</b>	: NTP 400.022	
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P			<b>FECHA</b>	: 5 Agosto de 2019	
				<b>HECHO POR</b>	Arieta Padilla, Jean Paul	
<b>NOMBRE</b>	: PROMEDIO				Rengifo Salazar, César Augusto	
<b>PROMEDIO PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - FINO</b>						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
PESO ESPECÍFICO DE MASA	G	2.59	2.54	2.56	2.56	g/cm <sup>3</sup>
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA	G <sub>sss</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

De la tabla 24 con el resumen de las propiedades del Agregado Fino obtenidas tras el desarrollo de los ensayos del laboratorio.

Tabla 24

Resumen de propiedades del Agregado Fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		TABLA DE RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS PARA EL AGREGADO FINO				
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO FINO	NORMA	: N.T.P. 400.012-N.T.P. 400.017- N.T.P. 400.022- N.T.P. 339.158- N.T.P. 400.018			
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul			
PESO DE MUESTRA	: Variado		Rengifo Salazar, César Augusto			
DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD	MUESTRA - 01	MUESTRA - 02	MUESTRA - 03	PROMEDIO
Peso Unitario Suelto	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1565.69	1613.14	1562.04	1580
Peso Unitario Compactado	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1784.67	1781.02	1759.12	1775
Peso Específico De La Masa	400.022	-	2.59	2.54	2.56	2.56
Peso Específico De La Masa Saturado Superficialmente Seco	400.022	-	2.62	2.57	2.57	2.59
Peso Específico Aparente	400.022	-	2.67	2.62	2.59	2.63
Porcentaje De Absorción	400.022	%	1.05	1.21	0.54	0.94
Módulo De Finura Del A. Fino	400.012	-	2.81	3.26	3.02	3.03
Contenido De Humedad A. Fino	339.185	%	1.67	1.73	1.56	1.65
% Que Pasa La Malla N° 200	400.018	%	6.8	6.1	4.6	5.83

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Propiedades del Agregado Grueso

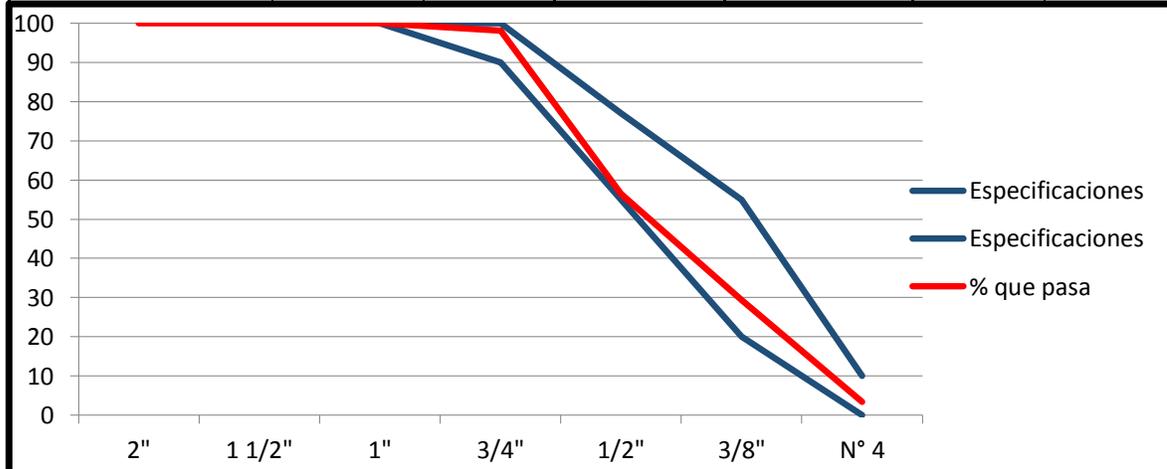
- Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012)

El análisis granulométrico del agregado grueso según NTP 400.012, se distribuye entre las Tablas 25 a la Tabla 28.

Tabla 25

Análisis granulométrico del Agregado Grueso –G1

		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			
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 15 Julio de 2019			
MUESTRA	: G1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul			
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.		Rengifo Salazar, César Augusto			
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100		
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	220	2	2	98	90	100
1/2"	5000	42	44	57	55	77
3/8"	3260	27	71	29	20	55
N° 4	3120	26	97	3	0	10
Fondo	400	3	100	0		
Total	12000	100				
			mg :	6.69		

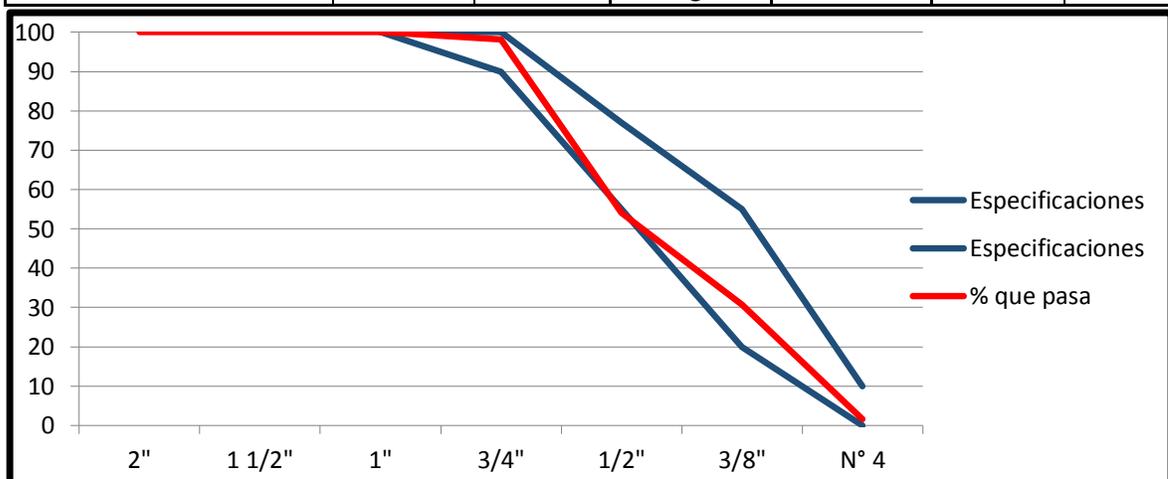


Fuente: Elaboración propia

Tabla 26

Análisis granulométrico del agregado grueso-G2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO-G2</b>					
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO			NORMA	: NTP 400.012	
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.			FECHA	: 15 Julio de 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2			HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul	
PESO DE MUESTRA	: 12000 g.				Rengifo Salazar, César Augusto	
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100		
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	220	2	2	98	90	100
1/2"	5300	44	46	54	55	77
3/8"	2800	23	69	31	20	55
N° 4	3480	29	98	2	0	10
Fondo	200	2	100	0		
Total	12000	100				
			mg :	6.70		

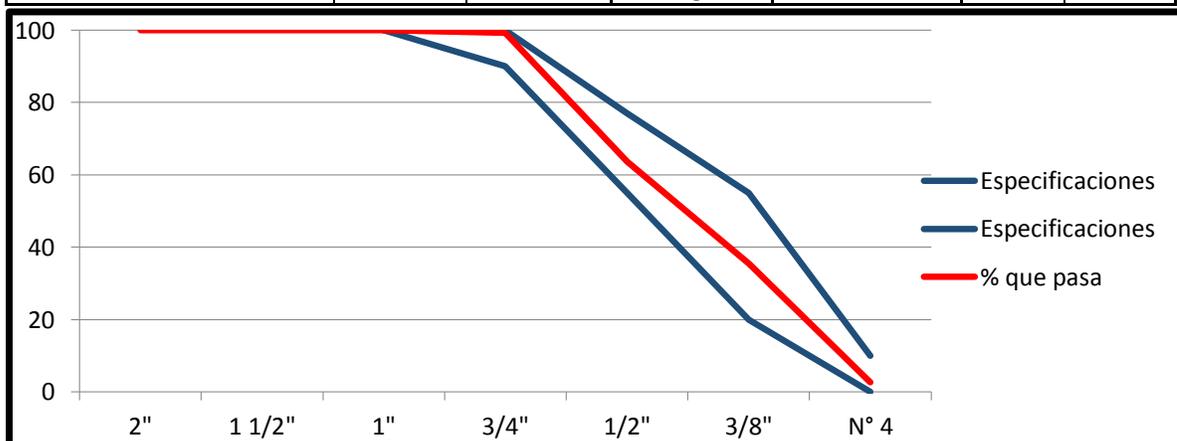


Fuente: Elaboración propia

Tabla 27

Análisis granulométrico del agregado grueso-G3

	<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 : AGREGADO GRUESO		NORMA : NTP 400.012				
ELABORADO EN : L.E.M. U.R.P.		FECHA : 15 Julio de 2019				
NOMBRE DE LA MUESTRA : G3		HECHO POR		Arieta Padilla, Jean Paul		
PESO DE MUESTRA : 12000 g.				Rengifo Salazar, César Augusto		
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones	
2"	0	0	0	100		
1 1/2"	0	0	0	100		
1"	0	0	0	100	100	100
3/4"	80	1	1	99	90	100
1/2"	4280	36	36	64	55	77
3/8"	3380	28	65	36	20	55
N° 4	3940	33	97	3	0	10
Fondo	320	3	100	0		
Total	12000	100				
			mg :	6.63		



Fuente: Elaboración propia

Tabla 28

Promedios del análisis granulométrico del Agregado Grueso

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO GRUESO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.012	
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 15 Julio de 2019	
		<b>HECHO POR</b>	Arieta Padilla, Jean Paul	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO	<b>HECHO POR</b>	Rengifo Salazar, César Augusto	
<b>PROMEDIO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - GRUESO</b>				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf
	G1	G2	G3	PROMEDIO
MÓDULO DE FINURA	6.69	6.70	6.63	6.67
$mf = \frac{\sum \% \text{ retenido acumulado}}{100}$				

Fuente: Elaboración propia

- Peso Unitario del Agregado Grueso (NTP 400.017)

El cálculo del peso unitario del agregado grueso según NTP 400.017, se muestra entre la Tabla 29 a la Tabla 32, con su respectivo promedio de las tres muestras realizadas.

Tabla 29

## Peso unitario del Agregado Grueso-G1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G1	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 25 Julio de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
PESO UNITARIO SUELTO - G1			
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>
PESO UNITARIO COMPACTADO - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		28.66	Kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.92	Kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	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 30

Peso unitario del Agregado Grueso- G2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G2	
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 25 Julio de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
PESO UNITARIO SUELTO - G2			
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>
PESO UNITARIO COMPACTADO - G2			
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 31

Peso unitario del Agregado Grueso-G3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G3</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.017
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 25 Julio de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G3	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
			Rengifo Salazar, César Augusto
<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 32

Promedios del peso unitario suelto y compactado 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>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P		<b>FECHA</b>	: 25 Julio de 2019		
			<b>HECHO POR</b>	ARIETA PADILLA, JEAN PAUL		
<b>NOMBRE</b>	: PROMEDIO		<b>HECHO POR</b>	RENGIFO SALAZAR, CÉSAR AUGUSTO		
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO - GRUESO</b>						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1557.25	1536.23	1552.17	<b>1549</b>	Kg/m <sup>3</sup>
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	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 33 a la Tabla 36 respectivamente las 3 muestras ensayadas con su promedio.

Tabla 33

Material pasante de la malla 200 –M1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA 200</b>		
TIPO DE AGREGADO	AG. GRUESO	NORMA	: NTP 400.012
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 10 Julio de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
<b>MUESTRA 1</b>			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P <sub>1</sub>	2500	gr
PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P <sub>2</sub>	2293	gr
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P <sub>1</sub> - P <sub>2</sub>	207	gr
% QUE PASA DE LA MALLA N° 200	A	8.28	gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34

Material pasante de la malla 200 – M2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA 200</b>		
TIPO DE AGREGADO	AG. GRUESO	NORMA	: NTP 400.012
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 10 Julio de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
<b>MUESTRA 2</b>			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P <sub>1</sub>	2500	gr
PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P <sub>2</sub>	2308.6	gr
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P <sub>1</sub> - P <sub>2</sub>	191.4	gr
% QUE PASA DE LA MALLA N° 200	A	7.66	gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Material pasante de la malla 200 –M3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>MATERIAL PASANTE DE LA MALLA 200</b>		
TIPO DE AGREGADO	AG. GRUESO	NORMA	: NTP 400.012
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 10 Julio de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: M3	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 2500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
<b>MUESTRA 3</b>			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA	P <sub>1</sub>	2500	gr
PESO DE MUESTRA LAVADA Y SECADA	P <sub>2</sub>	2305.2	gr
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N° 200	P <sub>1</sub> - P <sub>2</sub>	194.8	gr
% QUE PASA DE LA MALLA N° 200	A	7.79	gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36

Promedio de material que pasa la malla 200

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>				
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>				
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>				
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - PROMEDIO</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO GRUESO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.012		
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 10 Julio		
		<b>HECHO POR</b>	Arieta Padilla, Jean Paul		
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO		Rengifo Salazar, César Augusto		
<b>PROMEDIO DEL CONTENIDO QUE PASA LA MALLA 200- GRUESO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ENSAYOS</b>			<b>mf PROMEDIO</b>	
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>		
<b>CONTENIDO QUE PASA LA MALLA 200 PROMEDIO</b>		8.28	7.66	7.79	<b>7.91</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 mostrará entre la Tabla 37 a la Tabla 40.

Tabla 37

Contenido de humedad M1

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																						
TIPO DE AGREGADO : AG. GRUESO	NORMA	: NTP 400.012																					
ELABORADO EN : L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 10 Julio de 2019																					
NOMBRE DE MUESTRA : M1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul																					
PESO DE MUESTRA : 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto																					
<p>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</p> <p><b>MUESTRA 1</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>SIMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE MUESTRA HUMEDA</td> <td>A</td> <td>500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE MUESTRA SECA</td> <td>B</td> <td>497.4</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA</td> <td>(A-B)</td> <td>2.6</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>H</td> <td>0.52</td> <td>gr</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500	gr	PESO DE MUESTRA SECA	B	497.4	gr	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	2.6	gr	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.52	gr
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500	gr																				
PESO DE MUESTRA SECA	B	497.4	gr																				
CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	2.6	gr																				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.52	gr																				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38

Contenido de humedad M2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																						
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																						
TIPO DE AGREGADO : AG. GRUESO	NORMA	: NTP 400.012																					
ELABORADO EN : L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 10 Julio de 2019																					
NOMBRE DE MUESTRA : M2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul																					
PESO DE MUESTRA : 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto																					
<p>A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</p> <p><b>MUESTRA 2</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>SIMBOLO</th> <th>CANTIDAD</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO DE MUESTRA HUMEDA</td> <td>A</td> <td>500</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>PESO DE MUESTRA SECA</td> <td>B</td> <td>497.3</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE AGUA</td> <td>(A-B)</td> <td>2.7</td> <td>gr</td> </tr> <tr> <td>CONTENIDO DE HUMEDAD</td> <td>H</td> <td>0.54</td> <td>gr</td> </tr> </tbody> </table>				DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD	PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500	gr	PESO DE MUESTRA SECA	B	497.3	gr	CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	2.7	gr	CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.54	gr
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD																				
PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500	gr																				
PESO DE MUESTRA SECA	B	497.3	gr																				
CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	2.7	gr																				
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.54	gr																				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39

Contenido de humedad M3

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>		
TIPO DE AGREGADO : AG. GRUESO	NORMA	: NTP 400.012	
ELABORADO EN : L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 10 Julio 2019	
NOMBRE DE MUESTRA : M3	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul	
PESO DE MUESTRA : 500 g.		Rengifo Salazar, César Augusto	
A) CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
<b>MUESTRA 3</b>			
DESCRIPCION	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE MUESTRA HUMEDA	A	500	gr
PESO DE MUESTRA SECA	B	497.1	gr
CONTENIDO DE AGUA	(A-B)	2.9	gr
CONTENIDO DE HUMEDAD	H	0.58	gr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40

Promedio contenido de humedad - Grueso

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>			
	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - PROMEDIO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	AGREGADO GRUESO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.012	
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 10 Julio de 2019	
		<b>HECHO POR</b>	ARIETA PADILLA, JEAN PAUL	
<b>NOMBRE</b>	PROMEDIO		RENGIFO SALAZAR, CÉSAR AUGUSTO	
<b>PROMEDIO CONTENIDO DE HUMEDAD - GRUESO</b>				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO</b>	0.52	0.54	0.58	<b>0.55</b>

Fuente: Elaboración propia

- Peso Específico del Agregado Grueso (NTP 400.022)

El peso específico del agregado grueso según NTP 400.022 de las 3 muestras ensayadas y su promedio se mostrará entre la Tabla 41 a la Tabla 44.

Tabla 41

Peso específico y absorción del agregado grueso - G1

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> <b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G1</b>			
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 17 Julio de 2019
MUESTRA	: G1	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto
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):	$G = \frac{A}{B - C} = 2.70 \quad \text{g/cm}^3$		
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>sss</sub> )	$G_s = \frac{B}{B - C} = 2.72 \quad \text{g/cm}^3$		
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )	$G_a = \frac{A}{A - C} = 2.76 \quad \text{g/cm}^3$		
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)	$a\% = \frac{(B - A)}{A} \times 100 = 0.81 \quad \%$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42

Peso específico y absorción del agregado grueso - G2

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>		
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G2</b>		
TIPO DE AGREGADO	: AGREGADO GRUESO	NORMA	: NTP 400.022
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 17 Julio de 2019
MUESTRA	: G2	HECHO POR	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 5000 g		Rengifo Salazar, César Augusto
<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G2</b>			
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):	$G = \frac{A}{B - C} = 2.71 \quad \text{g/cm}^3$		
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>ss</sub> )	$G_s = \frac{B}{B - C} = 2.72 \quad \text{g/cm}^3$		
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )	$G_a = \frac{A}{A - C} = 2.74 \quad \text{g/cm}^3$		
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)	$a\% = \frac{(B - A)}{A} \times 100 = 0.40 \quad \%$		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Peso específico y absorción del agregado grueso – G3

		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
ELABORADO EN	: L.E.M. U.R.P.	FECHA	: 17 Julio de 2019
MUESTRA	: G3	HECHO	Arieta Padilla, Jean Paul
PESO DE MUESTRA	: 5000 g	POR	Rengifo Salazar, César Augusto
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN – G3			
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	4980.00	g
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
$G = \frac{A}{B - C} = 2.77 \quad \text{g/cm}^3$			
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G <sub>ss</sub> )			
$G_s = \frac{B}{B - C} = 2.72 \quad \text{g/cm}^3$			
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G <sub>a</sub> )			
$G_a = \frac{A}{A - C} = 2.65 \quad \text{g/cm}^3$			
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
$a\% = \frac{(B - A)}{A} \times 100 = 0.40 \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Promedios del peso específico del agregado grueso

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>					
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>					
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>					
	<b>PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO</b>					
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: AGREGADO GRUESO	<b>NORMA</b>	: NTP 400.022			
<b>ELABORADO EN</b>	L.E.M. U.R.P	<b>FECHA</b>	: 15 Julio de 2019			
		<b>HECHO POR:</b>	Arieta Padilla, Jean Paul			
<b>NOMBRE</b>	: PROMEDIO		Rengifo Salazar, César Augusto			
<b>PROMEDIO PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN - GRUESO</b>						
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	0.4	0.53	%

Fuente: Elaboración propia

- Tabla Resumen Propiedades del Agregado Grueso

Se la tabla 45 con el resumen de las propiedades del Agregado Grueso obtenidas tras el desarrollo de los ensayos del laboratorio.

Tabla 45

Resumen de propiedades del Agregado Grueso

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		TABLA DE RESUMEN DE DATOS OBTENIDOS PARA EL AGREGADO GRUESO				
TIPO DE AGREGADO : AGREGADO GRUESO		NORMA		: N.T.P. 400.012-N.T.P. 400.017-N.T.P. 400.021- N.T.P. 339.158- N.T.P. 400.018		
ELABORADO EN : L.E.M. U.R.P.		HECHO POR		Arieta Padilla, Jean Paul		
PESOS DE MUESTRA : Variado				Rengifo Salazar, César Augusto		
DESCRIPCION	NORMA	UNIDAD	MUESTRA - 01	MUESTRA - 02	MUESTRA - 03	PROMEDIO
PESO UNITARIO SUELTO	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1557	1536	1552	1548
PESO UNITARIO COMPACTADO	400.017	kg/m <sup>3</sup>	1648	1631	1639	1639
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA	400.022	-	2.70	2.71	2.77	2.73
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	400.022	-	2.72	2.72	2.72	2.72
PESO ESPECÍFICO APARENTE	400.022	-	2.76	2.74	2.65	2.72
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	400.022	%	0.81	0.40	0.4	0.53
MÓDULO DE FINURA DEL A. FINO	400.012	-	6.69	6.70	6.63	6.67
CONTENIDO DE HUMEDAD A. FINO	339.185	%	0.52	0.54	0.58	0.55
% QUE PASA LA MALLA N° 200	400.018	%	8.28	7.66	7.79	7.91

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Diseños de mezcla

Diseño de mezcla para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  se muestran sus características en la tabla 46.

Tabla 46

Características del diseño de mezcla

Características del cemento	
Marca	Cemento SOL
Tipo	Portland Tipo 1
Peso Especifico	3120 kg/m <sup>3</sup>

Agregados	Fino	Grueso	Características del Agua	
Cantera	UNICON	UNICON	Procedencia	Santiago de Surco
Perfil	Angular	Angular	Peso Especifico	1000 kg/m <sup>3</sup>

Características de los agregados			
Descripcion	Agregado Fino	Agregado Grueso	Unidad
Peso especifico de Masa	2.56	2.71	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto seco	1580	1549	kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado Seco	1775	1639	kg/m <sup>3</sup>
Contenido de humedad	1.63	0.55	%
Porcentaje de absorción	0.94	0.54	%
Modulo de finura	3.44	6.67	

Fuente: Elaboración propia

### a. Resistencia a la compresión promedio

Calcular el  $f'cr$  de acuerdo a la Tabla 47

Por tabla

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

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

Tabla 47

Diseño de mezclas del concreto

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO*</b>	

<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>f'cr (kg/cm2)</b>
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	1,1f'c + 50

\* Los valores de esta tabla se emplean cuando no existe información suficiente para el cálculo de la desviación estándar.

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 3/4"

d. Agua de diseño

Según la Tabla 48 nuestra agua de diseño será 200

Tabla 48  
Diseño de mezclas del concreto

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>

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

AGUA, en kg/m <sup>3</sup> de concreto, para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y asentamientos indicados.								
ASENTAMIENTO (Centímetros)	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 "	152,0 mm 6 "

**CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO**

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 aproxima- da de aire atrapado en concreto sin inclusor de aire en porcentaje (%)	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2

**CONCRETO CON AIRE INCORPORADO**

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 recomen- dado de contenido total de aire, por- centaje (%)	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 49 será 2.0%

Tabla 49

Porcentaje de aire

	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)	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 49

$$300 \text{ kg/cm}^2 \dots 0,55$$

$$250 \text{ kg/cm}^2 \dots 0,62$$

Entonces la relación de a/c = 0,56.

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

Por Durabilidad

Cemento tipo I

Cálculo del contenido de cemento:

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

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

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

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

f. Cálculo del módulo de finura de los agregados

Según la Tabla N°50 se encuentra entre los valores de 8 y 9 bolsas para un tamaño máximo nominal de 3/4”.

Tabla 50

Tamaños máximos nominales del agregado grueso

	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 (mm)	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			
	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	5,31	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:

$$mf = 2.98$$

$$mg = 6.67$$

$$pe. f = 2.56$$

$$pe. g = 2.71$$

Factor de peso de agregado fino y grueso:

$$z_f = \frac{m_g - m_c}{m_g - m_f} \quad (3)$$

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

$$z_f = \frac{(6.67 - 5.14)}{(6.67 - 2.98)}$$

$$z_f = 0.41 \text{ m}^3$$

$$z_g = 1 - 0.41 = 0.59 \text{ m}^3$$

Factor volumen agregado fino y grueso

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

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

$$r_f = \frac{(0.41 / 2.56)}{(0.41 / 2.56) - (0.59 / 2.71)} = 0.43$$

$$r_g = 1 - 0.43 = 0.57$$

Cálculo del Volumen absoluto del agregado total (fino+grueso)

$$\text{Vol.ab (f+g)} = 1 - \left( \frac{p_{\text{cem}}}{pe. \text{ Agua}} + \frac{\% \text{aire}}{100} \right) \quad (7)$$

$$\text{Vol. Ab (f+g)} = 1 - \left( \frac{358.17}{3120} + \frac{200}{1000} + \frac{2}{100} \right) = 0.67 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. Absoluto (f+g)} = 0.67 \text{ m}^3$$

### Volumen absoluto

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

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

$$\text{Vol. abs (fino)} = 0.43 * 0.67 = 0,28 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs (grueso)} = 0.57 * 0.67 = 0,38 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso A.fino (seco)} = 727.67 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso A.grueso (seco)} = 1032 \text{ Kg}$$

### Cantidad de materiales por m<sup>3</sup> (en obra)

Cemento	358.17 Kg
A. Fino (h)	739.71 Kg
A. Grueso (h)	1038 Kg
Agua efectiva	194.93 Lt.

### Proporción en peso de obra

Cemento	1 kg.
A. Fino	2.07 kg.
A. Grueso	2.9 kg.
Agua Efectiva	0.54 kg.

### Proporción con respecto a 24 moldes

Cemento	10.74 kg.
A. Fino(h)	22.19 kg.
A. Grueso(h)	31.14 kg.
Agua efectiva	5.85 lt.

Al realizarse la prueba de asentamiento (slump) se determinó que esta dosificación no permitía desarrollar la mezcla en un estado plástico debido a que presento mayor porcentaje de agregado grueso por lo cual fue necesario hacer una corrección en el diseño.

Asentamiento obtenido= 1”

Agua adicional = 20.32 Lt

Nueva Agua de diseño= 200 + 20.32=220.32 Lt

Nuevo Factor de Cemento= 220.32/0.5 =9.28bol/m3

Corrección siempre en seco	%	8%
rf= 0.4273 m3	43%	51% =Nuevo rf
rg= 0.5727 m3	57%	49% =Nuevo rg

Volumen absoluto del agregado total.

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

$$\text{Vol. Ab (f+g)} = 1 - \left(\frac{394.56}{3120} + \frac{220.32}{1000} + \frac{2}{100}\right) = 0,63 \text{ m}^3$$

**Asentamiento esperado = 2” a 5”**

$$\text{Vol. Ab (f+g)}= 1 - \left(\frac{394.56}{3120} + \frac{220.32}{1000} + \frac{2}{100}\right) = 0,63 \text{ m}^3$$

Volumen absoluto

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

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

$$\text{Vol. abs (fino)} = 0.51 * 0.63 = 0.32 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs (grueso)} = 0.49 * 0.63 = 0.31 \text{ m}^3$$

Peso del agregado fino seco:

$$\text{Peso Af} = \text{Vol. Ab. A. fino} * \text{Peso esp. Fino} \quad (10)$$

$$\text{Peso Af} = 0.32 * 2560 = 826.62 \text{ kg}$$

Peso del agregado grueso seco:

$$\text{Peso Ag} = \text{Vol. Ab. A. grueso} * \text{Peso esp. Grueso} \quad (11)$$

$$\text{Peso Ag} = 0.31 * 2710 = 840.91 \text{ kg}$$

Peso del agregado fino y grueso húmedo:

$$\text{Peso(h) Af} = 826.62 * 1.02 = 840.07 \text{ Kg} \quad \text{—}$$

$$\text{Peso(h) Ag} = 840.91 * 1.01 = \underline{845.51 \text{ Kg}}$$

$$5.44 \text{ Kg}$$

No cumple sus proporciones húmedas.

Volvemos a corregir debido a que no cumple

Corrección Siempre En Seco	%		10%
$r_f = 0.43 \text{ m}^3$	43%		53% = Nuevo $r_f$
$r_g = 0.57 \text{ m}^3$	57%		47% = Nuevo $r_g$

Volumen absoluto

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

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

$$\text{Vol. abs (fino)} = 0,53 * 0,63 = 0,33 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs (grueso)} = 0,47 * 0,63 = 0,30 \text{ m}^3$$

Peso del agregado fino seco:

$$\text{Peso Af} = \text{Vol. Ab. A. Fino} * \text{Peso esp. Fino} \quad (10)$$

$$\text{Peso Af} = 0,34 * 2560 = 859,14 \text{ kg}$$

Peso del agregado grueso seco:

$$\text{Peso Ag} = \text{Vol. Ab.A.grueso} * \text{Peso esp. Grueso} \quad (11)$$

$$\text{Peso Ag} = 0,30 * 2710 = 806,50 \text{ kg}$$

Peso del agregado fino y grueso húmedo:

$$\text{Peso(h)Af} = 859,14 * 1,02 = 873,12 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso(h)Ag} = 806,50 * 1,01 = \frac{810,91 \text{ Kg}}{62,10} \quad \text{---}$$

No cumple sus proporciones húmedas.

Volvemos a corregir debido a que no cumple

Corrección Siempre En Seco	%		11%
$r_f = 0,43 \text{ m}^3$	43%		54% = Nuevo $r_f$
$r_g = 0,57 \text{ m}^3$	57%		46% = Nuevo $r_g$

Volumen absoluto

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

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

$$\text{Vol. abs (fino)} = 0,54 * 0,63 = 0,34 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. abs (grueso)} = 0,46 * 0,63 = 0,29 \text{ m}^3$$

Peso del agregado fino seco:

$$\begin{aligned} \text{Peso Af} &= \text{Vol. Ab. A. Fino} * \text{Peso esp. Fino} & (10) \\ \text{Peso Af} &= 0,34 * 2560 = 875.26 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso del agregado grueso seco:

$$\begin{aligned} \text{Peso Ag} &= \text{Vol. Ab. A. grueso} * \text{Peso esp. Grueso} & (11) \\ \text{Peso Ag} &= 0,29 * 2710 = 789.42 \text{ kg} \end{aligned}$$

Peso del agregado fino y grueso húmedo:

$$\begin{aligned} \text{Peso(h)Af} &= 875.26 * 1.02 = 889.50 \text{ Kg} \\ \text{Peso(h)Ag} &= 789.42 * 1.01 = \underline{793.74 \text{ Kg}} \quad \text{---} \\ & \qquad \qquad \qquad 95.76 \end{aligned}$$

Si cumple sus proporciones húmedas.

Al realizarse la prueba de asentamiento (slump) se determinó que este porcentaje permitía desarrollar la mezcla en un estado plástico en relación a las proporciones por lo cual no fue necesario hacer una corrección en el diseño.

Cantidad de materiales por m<sup>3</sup> (en obra)

Cemento =	394.55 Kg
A. Fino (h)=	889.50 Kg
A. Grueso (h) =	793.74 Kg
Agua Efectiva =	220.32 Lt

Para el diseño de 210 kg/ cm<sup>2</sup> añadiendo 1% y 5% de dos tipos de pigmentación de vidrio molido respecto al peso del agregado fino, se mezcló todos los componentes del concreto siendo el vidrio incluido con el agregado fino en el proceso de la mezcla.

Al realizarse la prueba de asentamiento (slump) se determinó que este porcentaje permitía desarrollar la mezcla en un estado plástico en relación a las proporciones por lo cual no fue necesario hacer una corrección en el diseño.

En la siguiente tabla se tiene las proporciones respecto al vidrio molido verde y marrón. (Ver Tabla 51)

Tabla 51

Proporciones respecto al vidrio molido verde y marrón

Proporción 1m <sup>3</sup>	Patrón	1% Vidrio	5% Vidrio
Cemento	394.55 Kg	366.75 Kg	366.75 Kg
A. Fino (h)	889.50 Kg	880.60 Kg	933.98 Kg
A. Grueso (h)	793.74 Kg	771.43 Kg	771.43 Kg
Agua Efectiva	220.32 Kg	220.32 Kg	220.32 Kg
Vidrio molido (verde y marrón)	0.00 Kg	8.90 Kg	44.48 Kg

Fuente: Elaboración propia

### 4.3. Ensayos de hormigón 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 coloca un molde húmedo sobre una superficie plana, conteniéndolo fijo con los pies en los estribos laterales del cono.

Se llena 1/3 del volumen del cono con el material mezclado y se compacta con 25 golpes uniformes en forma espiral, luego este procedimiento se repite dos veces por cada 1/3 hasta enraizar el cono con la finalidad de poder ser retirado de la superficie.

Se coloca la varilla de manera horizontal en la superficie del molde de manera invertida con la finalidad que esta varilla se extienda hasta la mezcla, la medida del slump se toma desde la parte superior de la mezcla hasta la parte inferior de la varilla. (Ver Figura 2 y Figura 3)

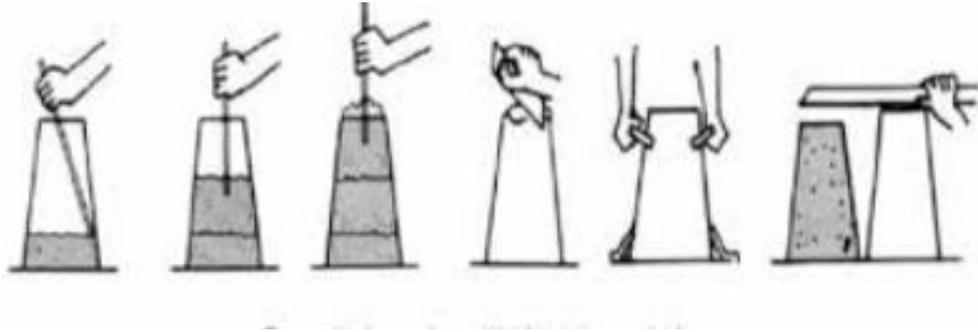


Figura 2: Demostración del procedimiento para la medida del slump  
Fuente: Elaboración propia



Figura 3: Medición del slump en el laboratorio de ensayo de materiales  
Fuente: Elaboración propia

Se presentan los resultados del ensayo de asentamiento entre la Tabla 52 y Tabla 53 y los gráficos comparativos entre la Figura 4 y la Figura 5.

Tabla 52

Resultados de Asentamiento de Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>	
	<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO</b>	
<b>Resistencia :</b> 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma :</b> N.T.P 339.035	
<b>Muestra(s):</b> M1, M2, M3	<b>Realizado por:</b> Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto	
<b>Lugar :</b> L.E.M		

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	ASENTAMIENTO OBTENIDO (pulg)	% AUMENTO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3.00	0.00
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3.10	3.33
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3.80	26.67

Fuente: Elaboración Propia



Figura 4: Grafico comparativo de asentamiento de las muestras para f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53  
Resultados de Asentamiento de Concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</b>	
	<b>ENSAYO DE ASENTAMIENTO</b>	
<b>Resistencia:</b> 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma</b>	: N.T.P 339.035
<b>Muestra(s):</b> M1,M2,M3	<b>Realizado por :</b>	Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto
<b>Lugar :</b> L.E.M		

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	ASENTAMIENTO OBTENIDO (pulg)	% AUMENTO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3.00	0.00
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3.20	6.67
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	3.50	16.67

Fuente: Elaboración Propia



Figura 5: Gráfico comparativo de asentamiento de las muestras para f'c210 kg/ cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.2 Peso unitario del hormigón

El ensayo de peso unitario o peso volumétrico del hormigón consiste en determinar el peso del hormigón por unidad de volumen.

Según la NTP 339.046, se debe tener en conocimiento el peso y el volumen del molde específico para este ensayo, posteriormente luego del vaciado de la mezcla, se procede a llenar el molde cada 1/3 compactado 25 veces cada capa con una varilla aplicando a la vez 15 golpes con la comba de goma alrededor del molde para poder llenar los vacíos de cada capa, una vez llenado se enraza con la regla metálica y se limpia todo el contorno excedente de hormigón para luego pesarlo en la balanza electrónica. (Ver Figura 6)

Obtenidos todos los datos se divide el peso entre el volumen del molde cuyo resultado es el peso unitario del hormigón. Los Resultados se observan en la Tabla 54 y Tabla 55 y los gráficos comparativos en las Figura 7 y Figura 8.



Figura 6: Cálculo de Peso Unitario del concreto  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54  
Resultados de peso unitario del hormigón

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL HORMIGÓN</b>	
<b>Resistencia:</b> 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma</b>	: N.T.P 339.035
<b>Muestra(s):</b> M1, M2, M3	<b>Realizado por:</b>	Arieta Padilla, Jean Paul
<b>Lugar :</b> L.E.M		Rengifo Salazar, César Augusto

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	P.U (kg/m <sup>3</sup> )	% INCREMENTO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2290	0.00
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2291	100.1
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2294	100.2

Fuente: Elaboración propia

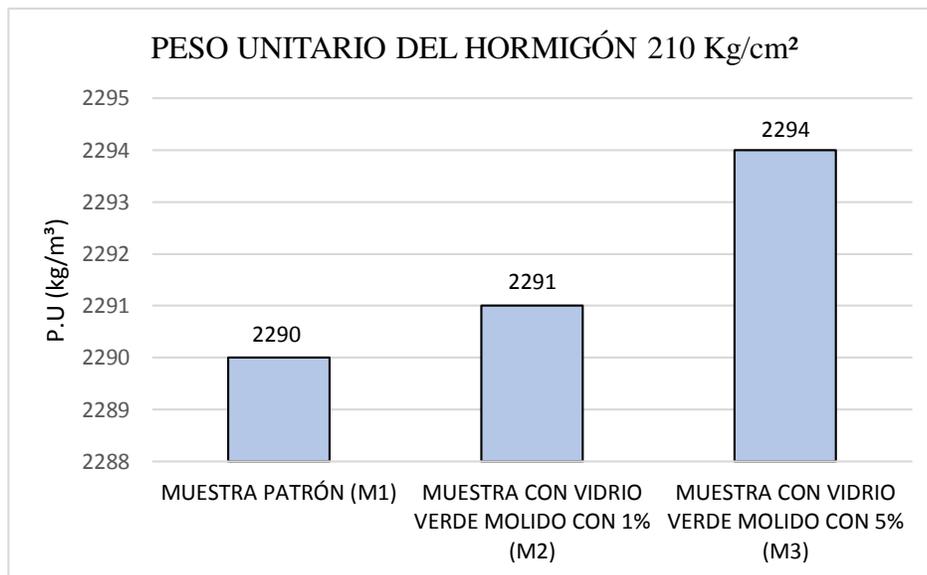


Figura 7: Gráfico comparativo del Peso Unitario del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55  
Resultados de peso unitario del hormigón

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
	<b>ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL HORMIGÓN</b>	
<b>Resistencia</b> : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma</b>	: N.T.P 339.035
<b>Muestra(s)</b> : M1,M2,M3	<b>Realizado por</b> : Arieta Padilla, Jean Paul	
<b>Lugar</b> : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto	

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	P.U (kg/m <sup>3</sup> )	% INCREMENTO
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2290	0.00
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2291	100.1
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2295	100.2

Fuente: Elaboración Propia

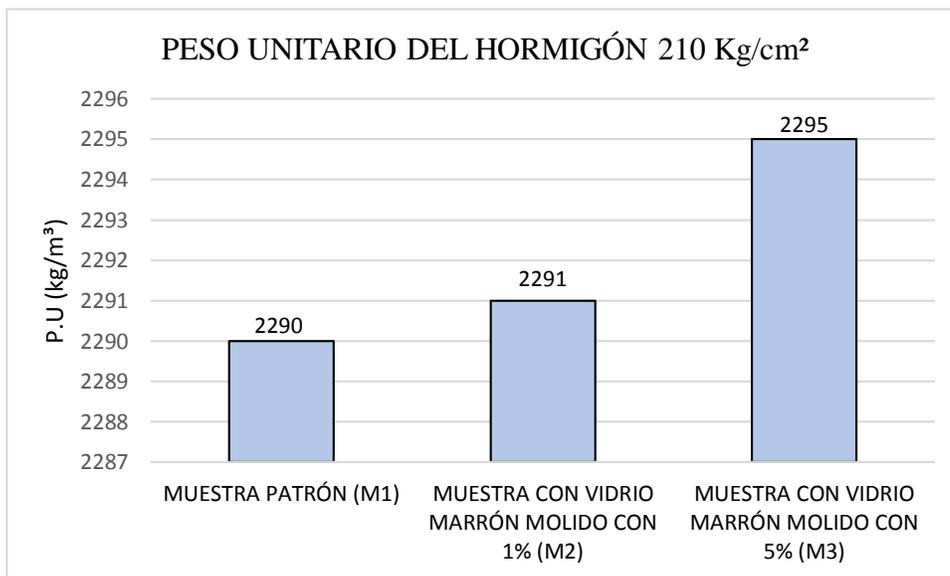


Figura 8: Gráfico comparativo del Peso Unitario del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3.3 Contenido de Aire (%)

Este ensayo consiste en la determinación del contenido de aire atrapado en el hormigón de manera porcentual según la NTP 339.080.

Al producirse la mezcla de hormigón se prosigue a vaciar al molde en 3 capas simétricas con una compactación de 25 golpes cada una y entre 10 a 15 golpes al rededor del molde con una comba de goma con la finalidad de vibrar el hormigón, al terminar se enraza la superficie y se limpia los bordes de este. Se procede a tapar el molde (Ver Figura 9) ajustando todos los seguros a presión, luego se abren las válvulas para poder introducir agua al molde por la que en una de esas se inyectara agua hasta que emerja por la otra suavemente expulsando todo el aire del molde, seguidamente se cierran las válvulas de agua de tal manera que el recipiente quede hermético; bombear el aire con el pistón gradualmente hasta que la aguja del manómetro señale la presión inicial. Liberar la presión dentro del molde y tomar lectura del manómetro cuyos valores serán expresados en porcentaje, finalmente se evacua el aire del molde y se abren todos los seguros prosiguiendo con el desecho y la limpieza del molde.

Los resultados del ensayo serán expresados en la Tabla 56 y la Tabla 57 y los gráficos comparativos en la Figura 10 y Figura 11.



Figura 9: Medición del Contenido de Aire (%)  
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56

Resultados contenidos de Aire (%) de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
	<b>MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE (%)</b>	
<b>Resistencia :</b> 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma</b>	: N.T.P 339.035
<b>Muestra(s):</b> M1, M2, M3	<b>Realizado por :</b>	Arieta Padilla, Jean Paul
<b>Lugar :</b> L.E.M		Rengifo Salazar, César Augusto

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	Contenido de Aire (%)	% DISMINUCIÓN
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2.3	0.00
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2.2	4.35
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2.1	8.70

Fuente: Elaboración Propia

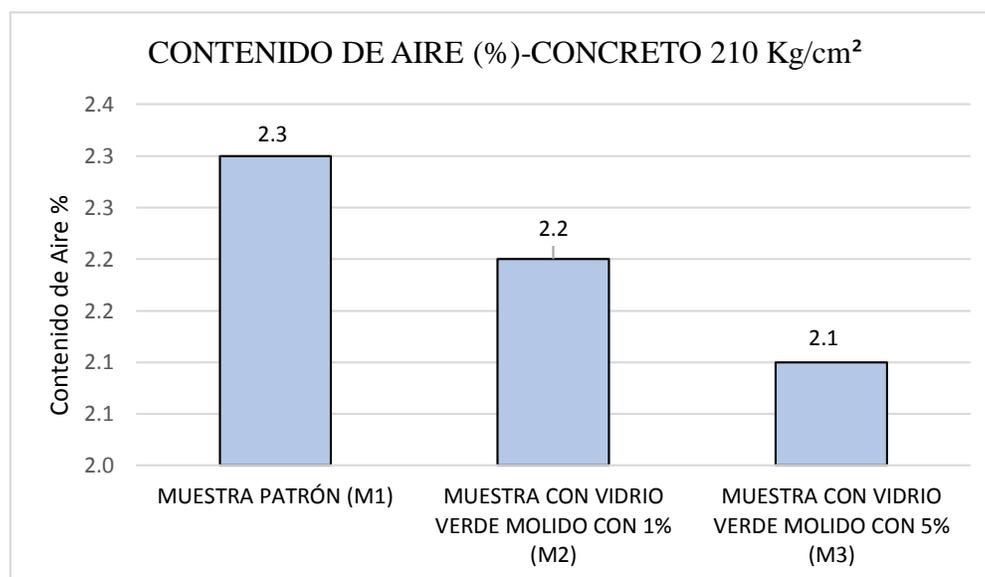


Figura 10: Gráfico comparativo del Contenido de Aire (%) del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57

Resultados contenidos de Aire (%) de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
	<b>MEDICIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE (%)</b>	
<b>Resistencia :</b> 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma</b>	: N.T.P 339.035
<b>Muestra(s):</b> M1, M2, M3	<b>Realizado por :</b>	Arieta Padilla, Jean Paul
<b>Lugar :</b> L.E.M		Rengifo Salazar, César Augusto

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	Contenido de Aire (%)	% DISMINUCIÓN
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2.3	0.00
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2.2	4.35
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	2.0	13.04

Fuente: Elaboración Propia

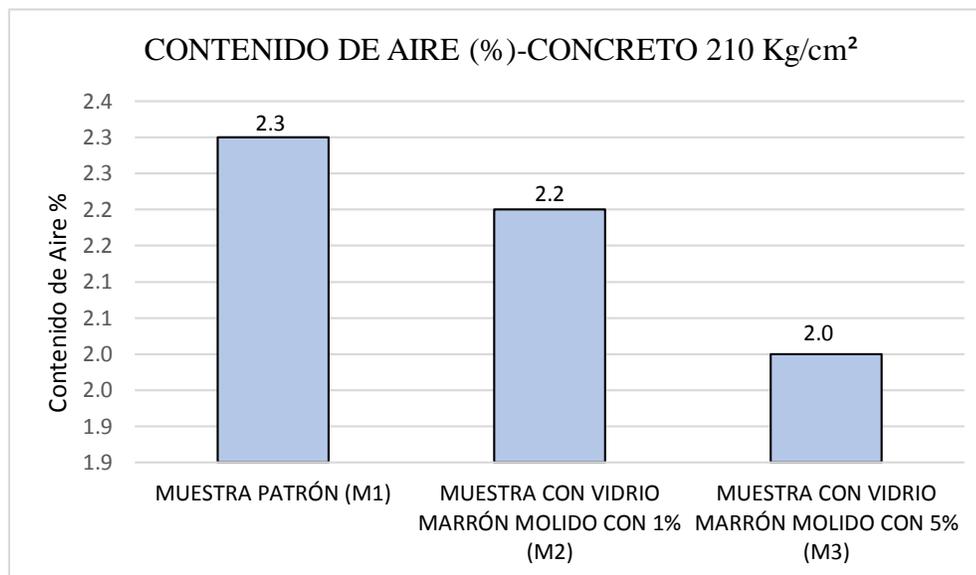


Figura 11: Gráfico comparativo del Contenido de Aire (%) del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

## 4.4 Ensayos de concreto endurecido

### 4.4.1 Resistencia a compresión

Según la NTP 339.04, este ensayo consiste en someter una carga axial a los moldes cilíndricos para originar la falla. La resistencia a la compresión de la probeta ensayada es calculada por la división de la carga máxima entre el área de la sección recta de la probeta.

Los resultados de las pruebas ensayadas se muestran a continuación (Ver Tabla 58 a la Tabla 61) y las comparaciones de las mismas (Ver Figura 13 al Figura 16).

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

En la figura 12 se muestran una probeta que fue ensayada



Figura 12: Ensayo de probetas a compresión en el laboratorio de concreto  
Fuente: Elaboración propio

Tabla 58

Resultados de muestras ensayadas a compresión de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (3 días)

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																																									
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																																									
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																																									
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																																									
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 - 3 \text{ DÍAS}</math></b>																																																										
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Norma : N.T.P 339.034																																																							
Muestra(s) : M1,M2,M3,M4,M5			Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul																																																							
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales			Realizado por : Rengifo Salazar, César Augusto																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">DESCRIPCIÓN</th> <th style="width: 15%;">RESISTENCIA DE DISEÑO</th> <th style="width: 10%;">FECHA DE VACEADO</th> <th style="width: 10%;">FECHA DE ROTURA</th> <th style="width: 15%;">RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 10%;">f'c PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 15%;">% DISEÑO</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">19/08/2019</td> <td rowspan="3">22/08/2019</td> <td>202.60</td> <td rowspan="3">204</td> <td rowspan="3">97.30</td> </tr> <tr> <td>184.70</td> </tr> <tr> <td>225.70</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">05/09/2019</td> <td rowspan="3">09/09/2019</td> <td>219.90</td> <td rowspan="3">226</td> <td rowspan="3">107.59</td> </tr> <tr> <td>242.50</td> </tr> <tr> <td>215.40</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">26/08/2019</td> <td rowspan="3">29/08/2019</td> <td>191.80</td> <td rowspan="3">183</td> <td rowspan="3">87.13</td> </tr> <tr> <td>188.00</td> </tr> <tr> <td>169.10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">06/09/2019</td> <td rowspan="3">09/09/2019</td> <td>224.70</td> <td rowspan="3">228</td> <td rowspan="3">108.73</td> </tr> <tr> <td>232.60</td> </tr> <tr> <td>227.70</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">02/09/2019</td> <td rowspan="3">05/09/2019</td> <td>190.30</td> <td rowspan="3">180</td> <td rowspan="3">85.48</td> </tr> <tr> <td>180.90</td> </tr> <tr> <td>167.30</td> </tr> </tbody> </table>							DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO	MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	22/08/2019	202.60	204	97.30	184.70	225.70	MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	09/09/2019	219.90	226	107.59	242.50	215.40	MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	29/08/2019	191.80	183	87.13	188.00	169.10	MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	09/09/2019	224.70	228	108.73	232.60	227.70	MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	05/09/2019	190.30	180	85.48	180.90	167.30
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	f'c PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO																																																				
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	22/08/2019	202.60	204	97.30																																																				
				184.70																																																						
				225.70																																																						
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	09/09/2019	219.90	226	107.59																																																				
				242.50																																																						
				215.40																																																						
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	29/08/2019	191.80	183	87.13																																																				
				188.00																																																						
				169.10																																																						
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	09/09/2019	224.70	228	108.73																																																				
				232.60																																																						
				227.70																																																						
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	05/09/2019	190.30	180	85.48																																																				
				180.90																																																						
				167.30																																																						
<b>EQUIPO : MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL</b> <b>MARCA : ELE-INTERNACIONAL</b> <b>SERIE :04040000001</b>																																																										

Fuente: Elaboración propia

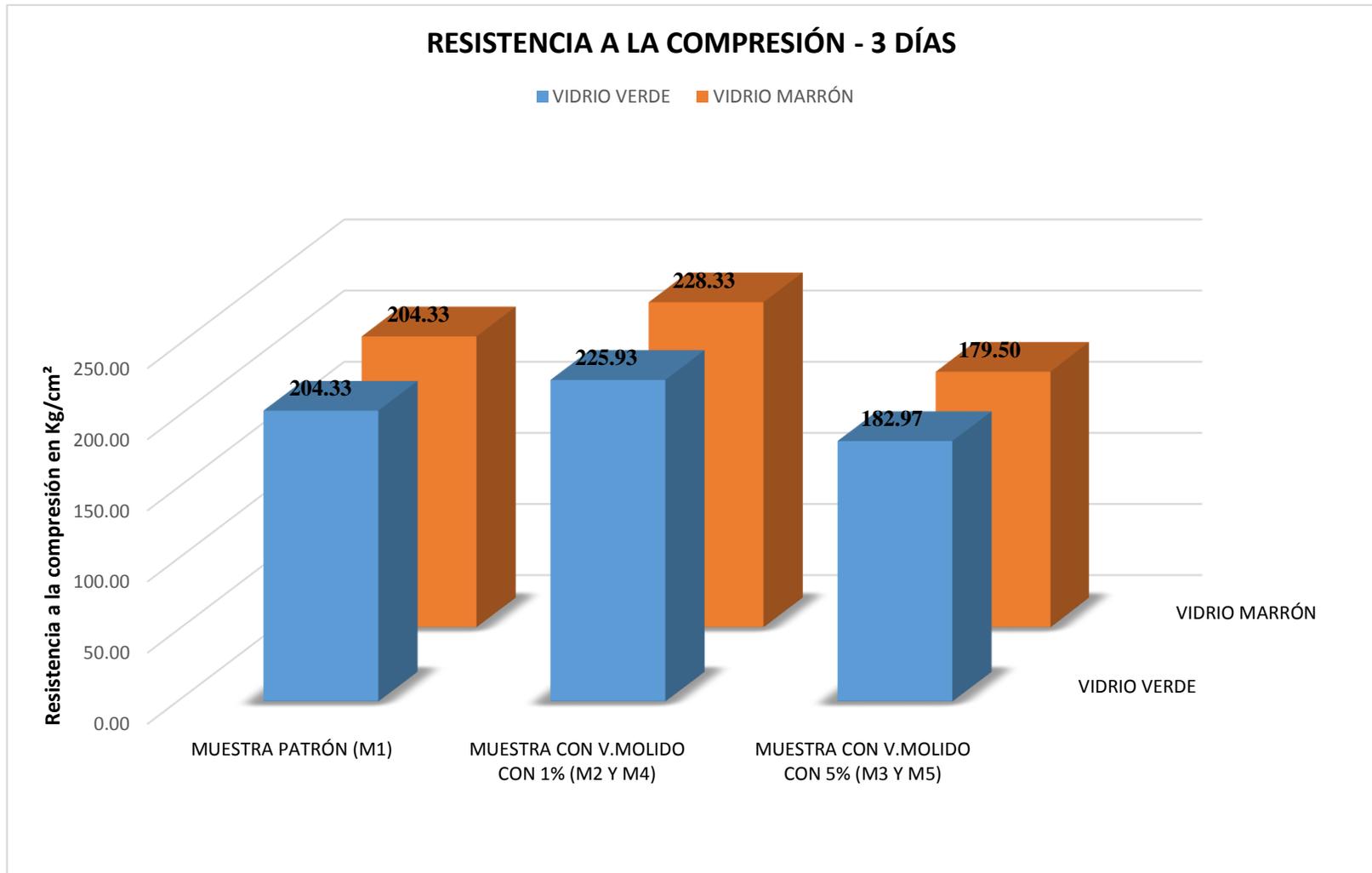


Figura 13: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (3 días)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59

Resultados de muestras ensayadas a compresión de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (7 días)

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																																									
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																																									
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																																									
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																																									
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 - 7 \text{ DÍAS}</math></b>																																																									
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Norma : N.T.P 339.034																																																							
Muestra(s): M1, M2, M3, M4, M5			Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul																																																							
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales			Realizado por : Rengifo Salazar, César Augusto																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RESISTENCIA DE DISEÑO</th> <th>FECHA DE VACEADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th><math>f'c</math> PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>% DISEÑO</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">19/08/2019</td> <td rowspan="3">26/08/2019</td> <td>277.60</td> <td rowspan="3"><b>279</b></td> <td rowspan="3">132.97</td> </tr> <tr> <td>270.60</td> </tr> <tr> <td>289.50</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">05/09/2019</td> <td rowspan="3">13/09/2019</td> <td>280.40</td> <td rowspan="3"><b>283</b></td> <td rowspan="3">134.92</td> </tr> <tr> <td>285.90</td> </tr> <tr> <td>283.70</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">26/08/2019</td> <td rowspan="3">02/09/2019</td> <td>252.80</td> <td rowspan="3"><b>252</b></td> <td rowspan="3">119.79</td> </tr> <tr> <td>247.30</td> </tr> <tr> <td>254.60</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">06/09/2019</td> <td rowspan="3">13/09/2019</td> <td>285.50</td> <td rowspan="3"><b>286</b></td> <td rowspan="3">136.29</td> </tr> <tr> <td>287.80</td> </tr> <tr> <td>285.30</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">02/09/2019</td> <td rowspan="3">09/09/2019</td> <td>244.20</td> <td rowspan="3"><b>247</b></td> <td rowspan="3">117.76</td> </tr> <tr> <td>248.00</td> </tr> <tr> <td>249.70</td> </tr> </tbody> </table>							DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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>	19/08/2019	26/08/2019	277.60	<b>279</b>	132.97	270.60	289.50	MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	13/09/2019	280.40	<b>283</b>	134.92	285.90	283.70	MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	02/09/2019	252.80	<b>252</b>	119.79	247.30	254.60	MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	285.50	<b>286</b>	136.29	287.80	285.30	MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	09/09/2019	244.20	<b>247</b>	117.76	248.00	249.70
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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>	19/08/2019	26/08/2019	277.60	<b>279</b>	132.97																																																				
				270.60																																																						
				289.50																																																						
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	13/09/2019	280.40	<b>283</b>	134.92																																																				
				285.90																																																						
				283.70																																																						
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	02/09/2019	252.80	<b>252</b>	119.79																																																				
				247.30																																																						
				254.60																																																						
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	285.50	<b>286</b>	136.29																																																				
				287.80																																																						
				285.30																																																						
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	09/09/2019	244.20	<b>247</b>	117.76																																																				
				248.00																																																						
				249.70																																																						
<b>EQUIPO : MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL</b> <b>MARCA :ELE-INTERNACIONAL</b> <b>SERIE :04040000001</b>																																																										

Fuente: Elaboración propia

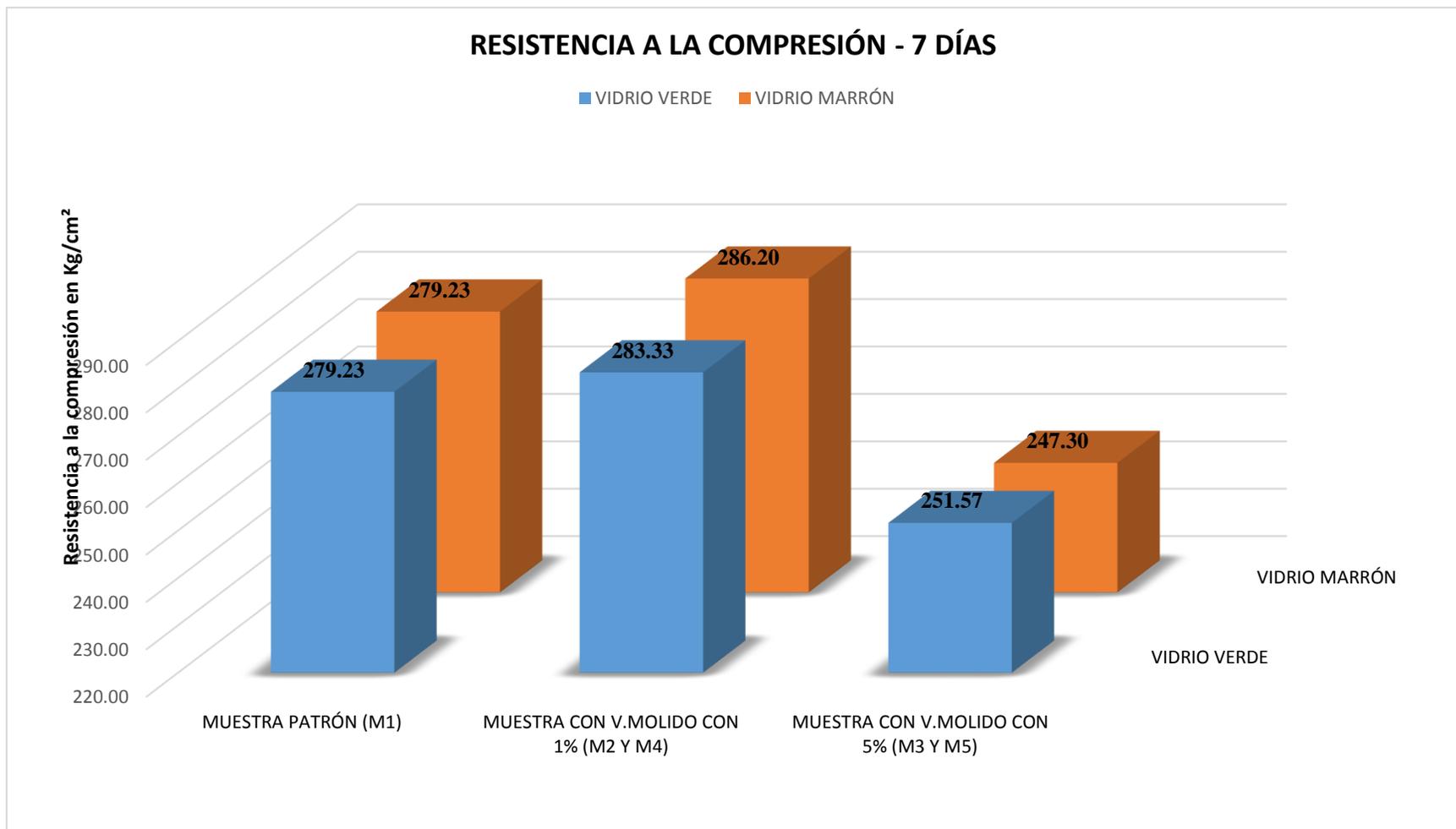


Figura 14: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (7 días)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60

Resultados de muestras ensayadas a compresión de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (14 días)

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 - 14 \text{ DÍAS}$				
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>		Norma : N.T.P 339.034				
Muestra(s): M1, M2, M3, M4, M5		Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul				
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales		Realizado por : Rengifo Salazar, César Augusto				
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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>	19/08/2019	02/09/2019	317.10	<b>319</b>	151.79
				316.00		
				323.20		
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	19/09/2019	322.80	<b>322</b>	153.19
				318.10		
				324.20		
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	09/09/2019	287.70	<b>288</b>	136.95
				300.90		
				274.20		
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	20/09/2019	342.80	<b>328</b>	156.17
				324.40		
				316.70		
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	09/09/2019	289.00	<b>293</b>	139.60
				293.30		
				297.20		
<b>EQUIPO : MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL</b>						
<b>MARCA : ELE-INTERNACIONAL</b>						
<b>SERIE : 04040000001</b>						

Fuente: Elaboración propia

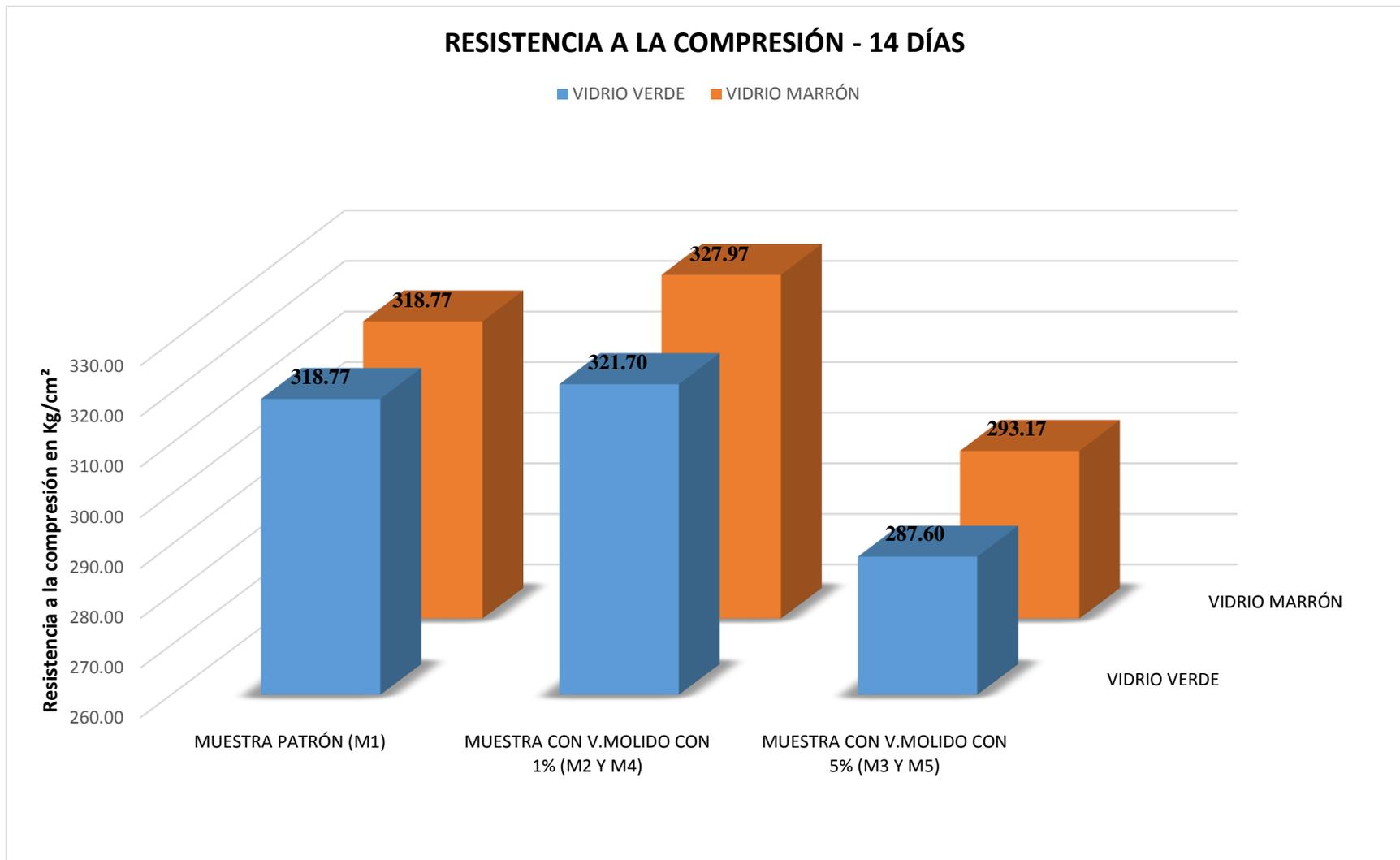


Figura 15: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (14 días)  
 Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61

Resultados de muestras ensayadas a compresión de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (28 días)

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																																									
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																																									
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																																									
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																																									
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 - 28 \text{ DÍAS}</math></b>																																																									
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Norma : N.T.P 339.034																																																							
Muestra(s): M1, M2, M3, M4, M5			Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul																																																							
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales			Realizado por : Rengifo Salazar, César Augusto																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCIÓN</th> <th>RESISTENCIA DE DISEÑO</th> <th>FECHA DE VACEADO</th> <th>FECHA DE ROTURA</th> <th>RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th><math>f'c</math> PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</th> <th>% DISEÑO</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">19/08/2019</td> <td rowspan="3">16/09/2019</td> <td>327.10</td> <td rowspan="3"><b>326</b></td> <td rowspan="3">155.35</td> </tr> <tr> <td>326.10</td> </tr> <tr> <td>325.50</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">05/09/2019</td> <td rowspan="3">03/10/2019</td> <td>332.70</td> <td rowspan="3"><b>332</b></td> <td rowspan="3">157.95</td> </tr> <tr> <td>328.20</td> </tr> <tr> <td>334.20</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">26/08/2019</td> <td rowspan="3">23/09/2019</td> <td>301.30</td> <td rowspan="3"><b>302</b></td> <td rowspan="3">144.03</td> </tr> <tr> <td>300.90</td> </tr> <tr> <td>305.20</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">06/09/2019</td> <td rowspan="3">04/10/2019</td> <td>341.80</td> <td rowspan="3"><b>342</b></td> <td rowspan="3">162.70</td> </tr> <tr> <td>342.30</td> </tr> <tr> <td>340.90</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)</td> <td rowspan="3">210 Kg/cm<sup>2</sup></td> <td rowspan="3">02/09/2019</td> <td rowspan="3">30/09/2019</td> <td>305.70</td> <td rowspan="3"><b>306</b></td> <td rowspan="3">145.83</td> </tr> <tr> <td>303.60</td> </tr> <tr> <td>309.40</td> </tr> </tbody> </table>							DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO	MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	16/09/2019	327.10	<b>326</b>	155.35	326.10	325.50	MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	03/10/2019	332.70	<b>332</b>	157.95	328.20	334.20	MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	23/09/2019	301.30	<b>302</b>	144.03	300.90	305.20	MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	341.80	<b>342</b>	162.70	342.30	340.90	MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	30/09/2019	305.70	<b>306</b>	145.83	303.60	309.40
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	FECHA DE ROTURA	RESISTENCIA A OBTENIDA (kg/cm <sup>2</sup> )	$f'c$ PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% DISEÑO																																																				
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	16/09/2019	327.10	<b>326</b>	155.35																																																				
				326.10																																																						
				325.50																																																						
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	03/10/2019	332.70	<b>332</b>	157.95																																																				
				328.20																																																						
				334.20																																																						
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	23/09/2019	301.30	<b>302</b>	144.03																																																				
				300.90																																																						
				305.20																																																						
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	04/10/2019	341.80	<b>342</b>	162.70																																																				
				342.30																																																						
				340.90																																																						
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	30/09/2019	305.70	<b>306</b>	145.83																																																				
				303.60																																																						
				309.40																																																						
<p><b>EQUIPO : MAQUINA DE COMPRESIÓN AXIAL</b></p> <p><b>MARCA : ELE-INTERNACIONAL</b></p> <p><b>SERIE : 04040000001</b></p>																																																										

Fuente: Elaboración propia

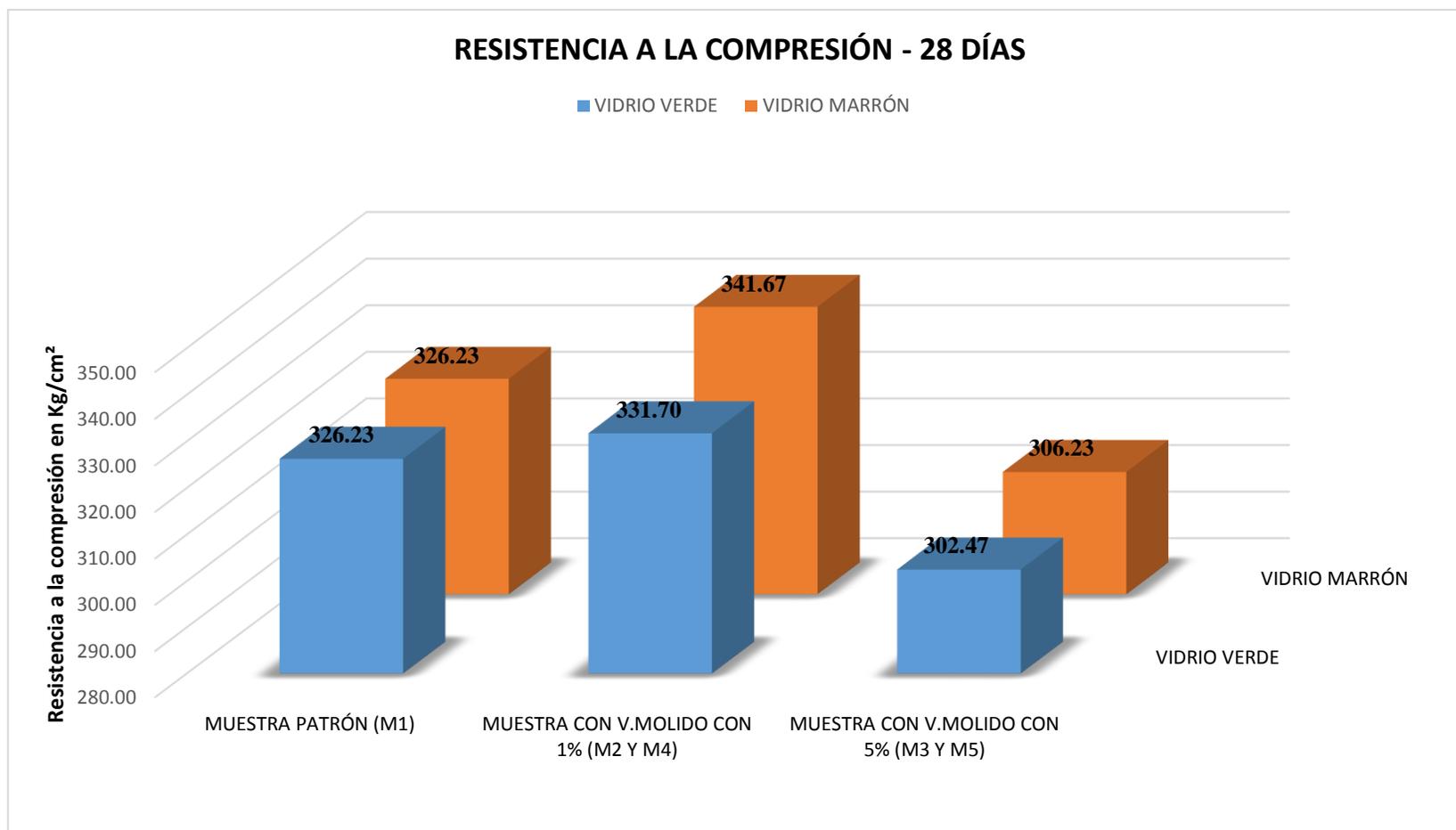


Figura 16: Gráfico comparativo de resistencia a la compresión (28 días)  
 Fuente: Elaboración propia.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido verde con 1% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 10.29%, 1.95%, 1.40% y 2.60% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido verde con 5% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días disminuyen un 10.17%, 13.18%, 14.84% y 11.32% respectivamente.

Al realizar los ensayos de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido marrón con 1% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumenta un 11.43%, 3.32%, 4.38% y 7.35% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a la compresión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido marrón con 5% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días disminuye un 11.82%, 15.21%, 12.19% y 9.52% respectivamente.

Se muestran en la figura 17 y figura 18 un gráfico comparativo para el vidrio molido verde y para el vidrio molido marrón.

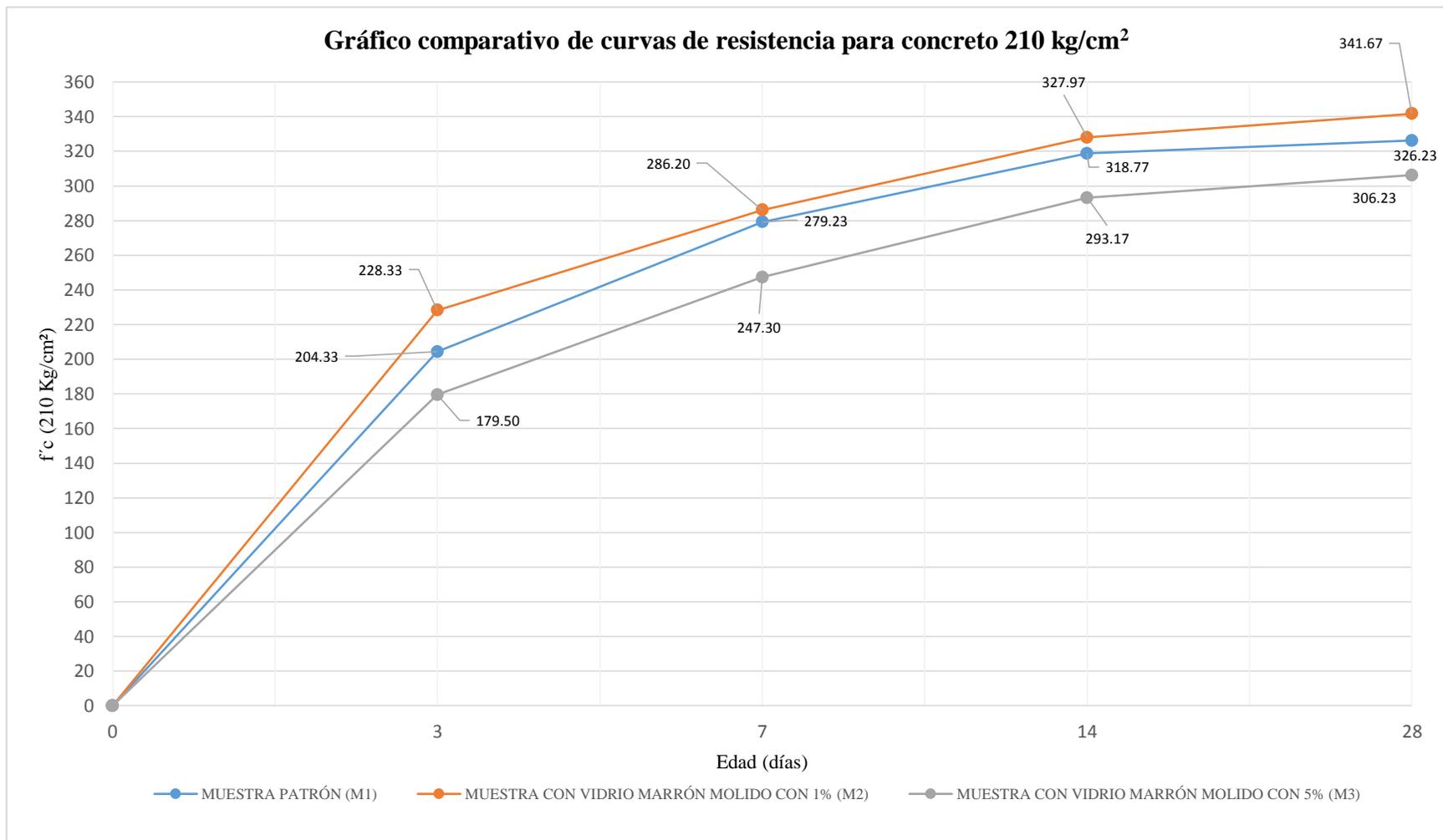


Figura 17: Grafico comparativo de curvas de resistencia a compresión convencional con 1% y 5% de vidrio molido marrón para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración propia

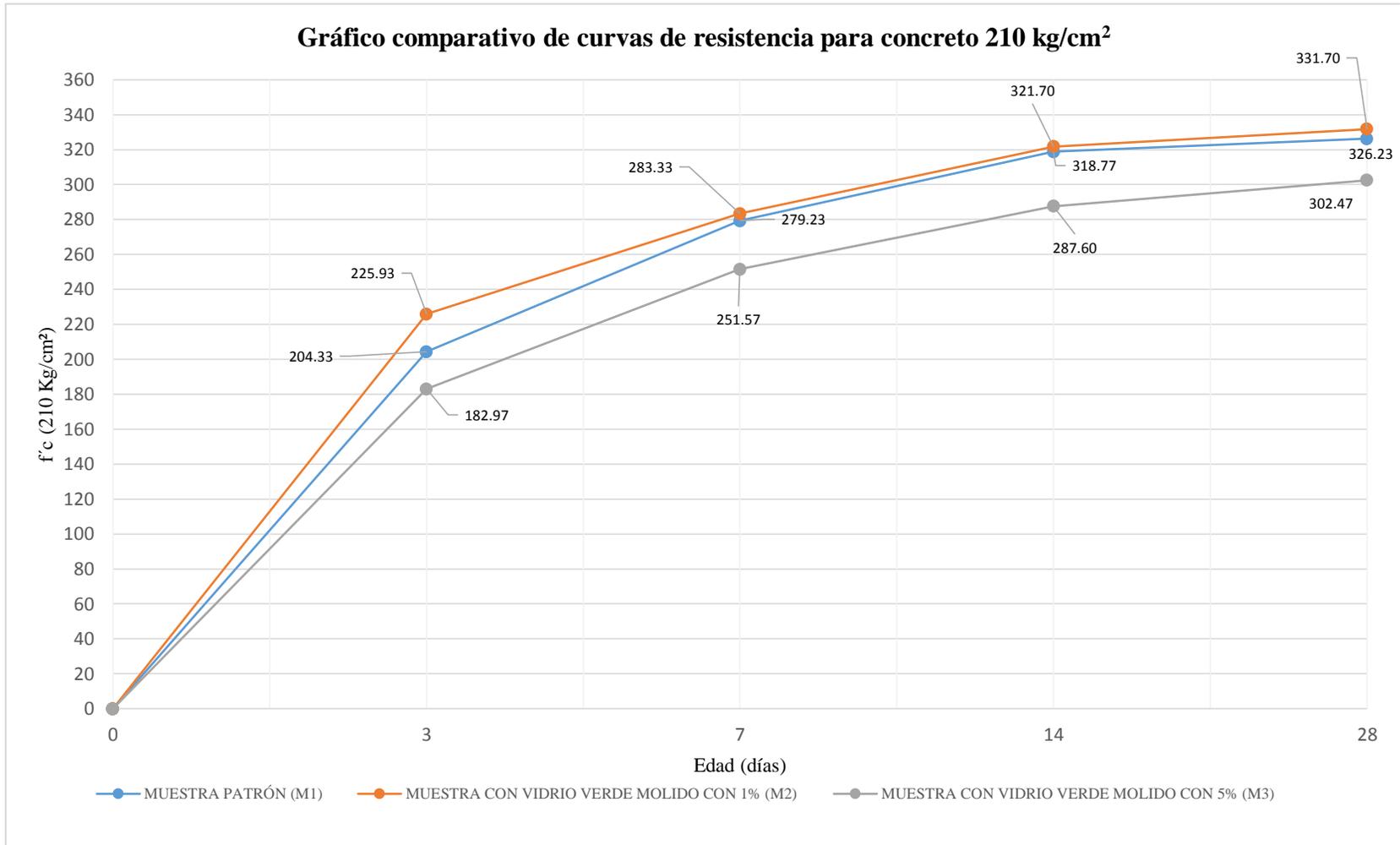


Figura 18: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a compresión convencional con 1% y 5% de vidrio molido verde para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Resistencia a la flexión

La NTP 339.078 establece el procedimiento que se seguirá para determinar las resistencias a flexión en forma de vigas simplemente apoyadas y ensayadas con cargas que sean a los tercios de luz (Ver Tablas 62 a la Tabla 65) y su comparativa respectivamente (Ver Figura 21 a la Figura 26).

Se muestra el procedimiento del ensayo en la Figura 19 y Figura 20



Figura 19: Ensayo de vigas a flexión en el laboratorio de ensayo de materiales.  
Fuente: Elaboración propia



Figura 20: Viga ensayada a flexión  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 62

Resultados de rotura de vigas a flexión para 3 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido.

			UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
			FACULTAD DE INGENIERÍA									
			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL									
			LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - 3 DÍAS									
Resistencia : $210 \text{ Kg/cm}^2$				Norma : N.T.P 339.034								
Muestra(s) : M1,M2,M3,M4,M5				Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto								
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales												
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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	
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	22/08/2019	27.00	15.3	15.3	2752.29	34.81	35	204	17.35	
				28.00	15.4	15.2	2854.23	36.10				
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	08/09/2019	37.00	15.1	15.3	3771.66	47.70	46	226	20.48	
				35.00	15.3	15.4	3567.79	44.83				
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	29/08/2019	26.00	15.2	15.2	2650.36	33.96	35	183	19.02	
				28.00	15.3	15.4	2854.23	35.63				
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	09/09/2019	43.00	15.3	15.2	4383.28	56.54	55	228	24.16	
				42.00	15.2	15.3	4281.35	53.79				
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	05/09/2019	32.00	15.3	15.2	3261.98	39.93	39	180	21.62	
				30.00	15.3	15.4	3058.10	37.68				

**EQUIPO** : MAQUINA PARA ENSAYOS A FLEXION MANUAL  
**MARCA** : TECNOTEST  
**SERIE** : 920

Fuente: Elaboración Propia

## RESISTENCIAS - 3 DÍAS

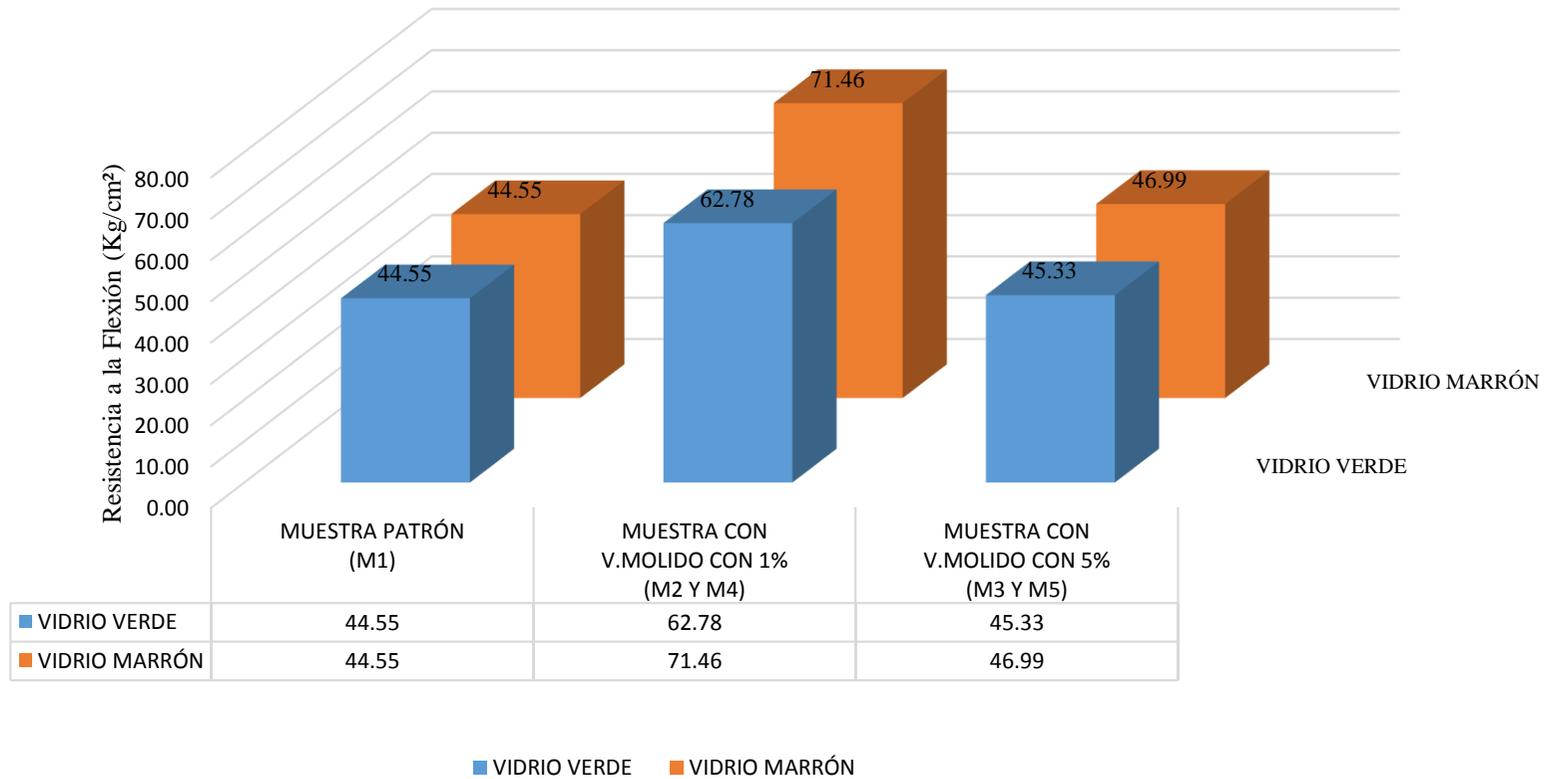


Figura 21: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (3 días).  
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 63

Resultados de rotura de vigas a flexión para 7 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido.

			UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
			FACULTAD DE INGENIERÍA								
			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
			LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 - 7 \text{ DÍAS}$								
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Norma : N.T.P 339.034								
Muestra(s) : M1,M2,M3,M4,M5			Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul								
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales			Rengifo Salazar, César Augusto								
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	26/08/2019	31.50	15.2	15.3	3211.01	40.61	43	279	15.37
				35.10	15.4	15.2	3577.98	45.25			
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	12/09/2019	43.00	15.2	15.3	4383.28	55.44	55	283	19.39
				42.50	15.3	15.3	4332.31	54.43			
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	02/09/2019	32.50	15.2	15.2	3312.95	42.45	43	252	17.06
				34.10	15.2	15.4	3476.04	43.39			
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	13/09/2019	47.50	15.1	15.2	4842.00	62.46	62	286	21.65
				48.00	15.3	15.3	4892.97	61.48			
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	09/09/2019	33.30	15.3	15.5	3394.50	41.56	43	247	17.54
				36.00	15.4	15.4	3669.72	45.22			

**EQUIPO** : MAQUINA PARA ENSAYOS A FLEXION MANUAL  
**MARCA** : TECNOTEST  
**SERIE** : 920

Fuente: Elaboración Propia

## RESISTENCIAS - 7 DÍAS

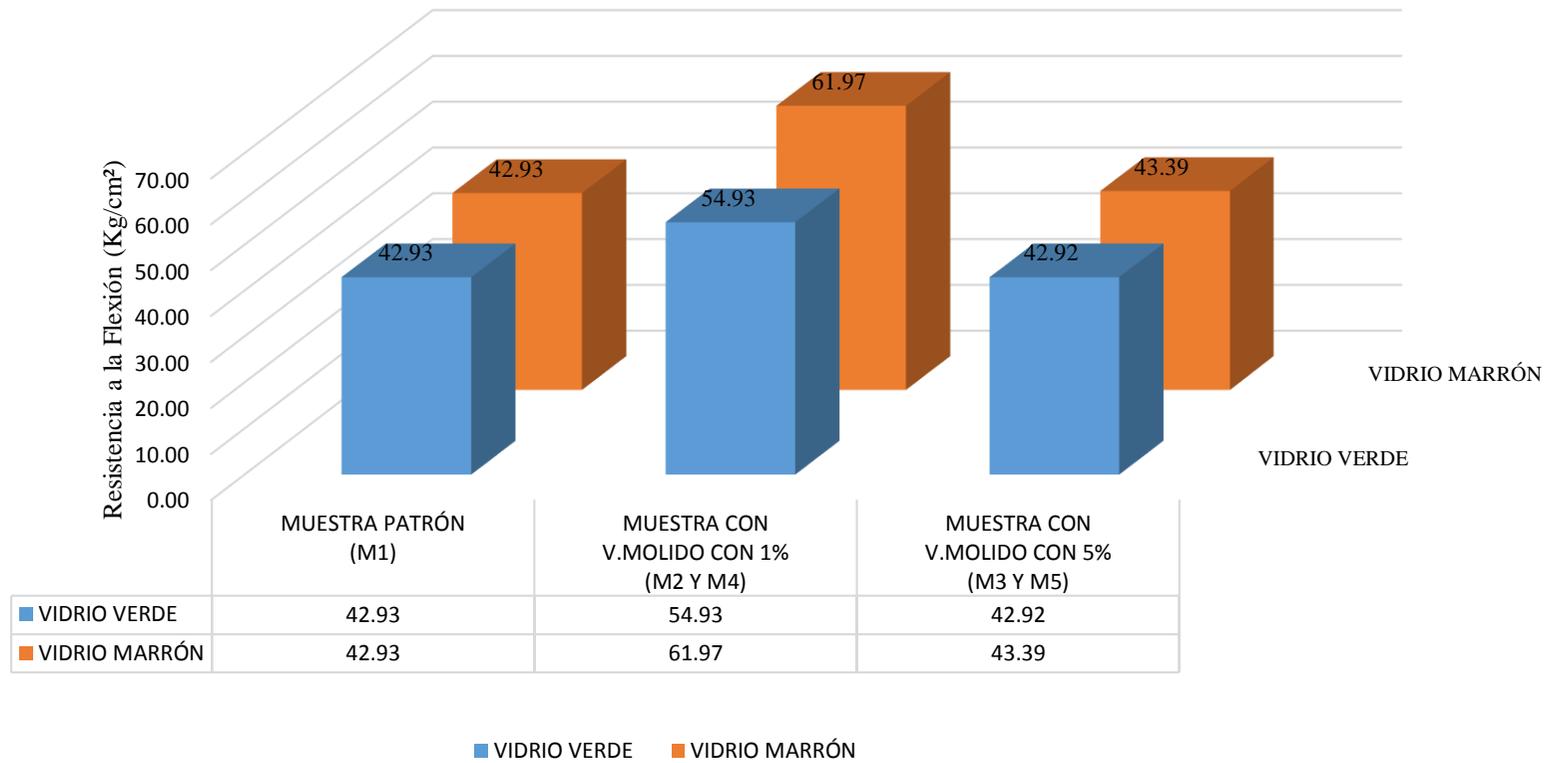


Figura 22: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (7 días).

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 64

Resultados de rotura de vigas a flexión para 14 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido.

			UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
			FACULTAD DE INGENIERÍA								
			ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
			LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 - 14 \text{ DÍAS}$								
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Norma : N.T.P 339.034								
Muestra(s) : M1,M2,M3,M4,M5			Realizado por : Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto								
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales											
DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	02/09/2019	33.00	15.3	15.1	3363.91	43.39	45	319	13.98
				35.00	15.2	15.2	3567.79	45.72			
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	19/09/2019	50.00	15.1	15.3	5096.84	64.89	63	322	19.52
				48.00	15.3	15.4	4892.97	60.68			
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	09/09/2019	32.50	15.2	15.1	3312.95	43.02	45	288	15.76
				36.00	15.2	15.1	3669.72	47.65			
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	20/09/2019	53.50	15.1	15.3	5453.62	69.43	71	328	21.79
				57.00	15.2	15.3	5810.40	73.48			
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	16/09/2019	36.00	15.5	15.5	3669.72	44.35	47	294	16.03
				38.00	15.2	15.2	3873.60	49.64			

**EQUIPO** : MAQUINA PARA ENSAYOS A FLEXION MANUAL  
**MARCA** : TECNOTEST  
**SERIE** : 920

Fuente: Elaboración Propia

## RESISTENCIAS - 14 DÍAS

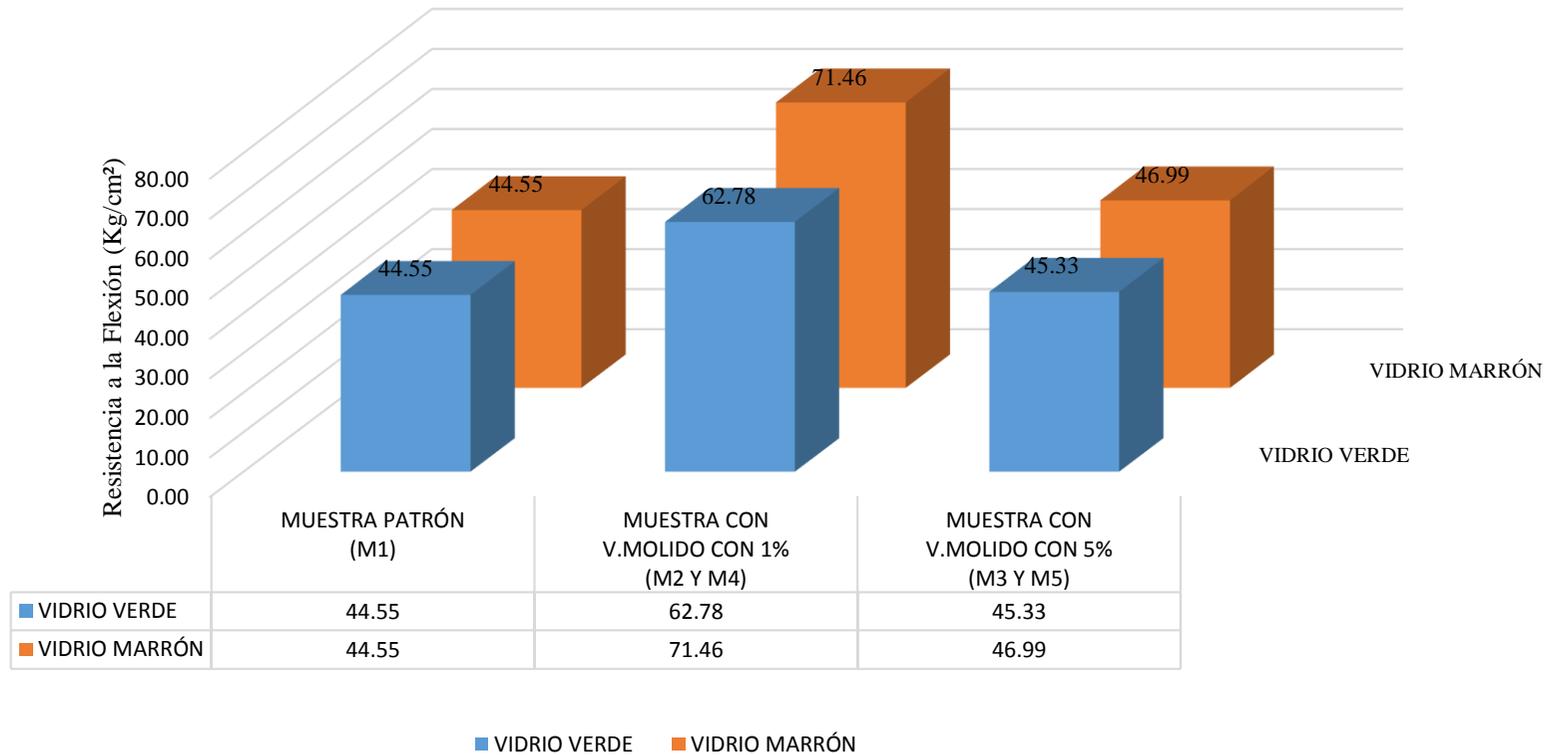


Figura 23: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (14 días).  
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65

Resultados de rotura de vigas a flexión para 28 días convencional, con 1% y 5% de vidrio molido.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>	
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
	<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN <math>f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2</math> - 28 DÍAS</b>	
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>	<b>Norma</b>	: N.T.P 339.034
Muestra(s): M1, M2, M3, M4, M5	<b>Realizado por</b>	: Arieta Padilla, Jean Paul
Lugar : Laboratorio de Ensayo de Materiales		: Rengifo Salazar, César Augusto

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE VACEADO	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
MUESTRA PATRÓN (M1)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	19/08/2019	02/09/2019	42.00	15.2	15.1	4281.35	55.59	56	326	17.17
				43.50	15.1	15.3	4434.25	56.45			
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	05/09/2019	19/09/2019	56.40	15.2	15.3	5749.24	72.71	70	332	21.08
				54.50	15.5	15.5	5555.56	67.13			
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	26/08/2019	09/09/2019	41.80	15.2	15.2	4260.96	54.60	57	302	18.81
				45.00	15.3	15.1	4587.16	59.17			
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	06/09/2019	20/09/2019	63.00	15.2	15.2	6422.02	82.29	79	342	23.06
				58.00	15.1	15.3	5912.33	75.27			
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	02/09/2019	16/09/2019	44.50	15.3	15.4	4536.19	56.26	59	306	19.13
				46.00	15.2	15.1	4689.09	60.88			

**EQUIPO** : MAQUINA PARA ENSAYOS A FLEXION MANUAL

**MARCA** : TECNOTEST

**SERIE** : 920

Fuente: Elaboración Propia

## RESISTENCIAS - 28 DÍAS

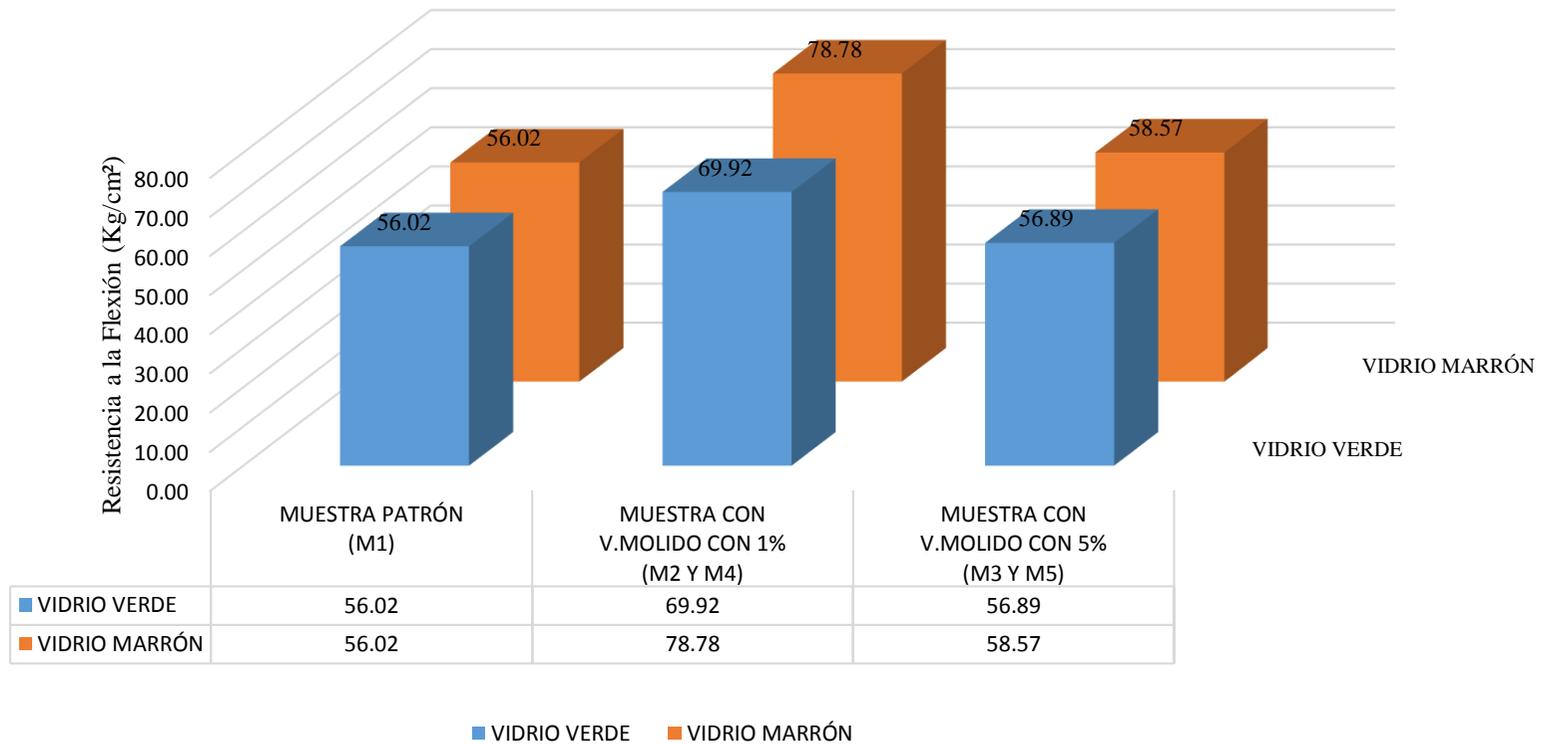


Figura 24: Gráfico comparativo de resistencia a flexión (28 días).  
Fuente: Elaboración Propia.

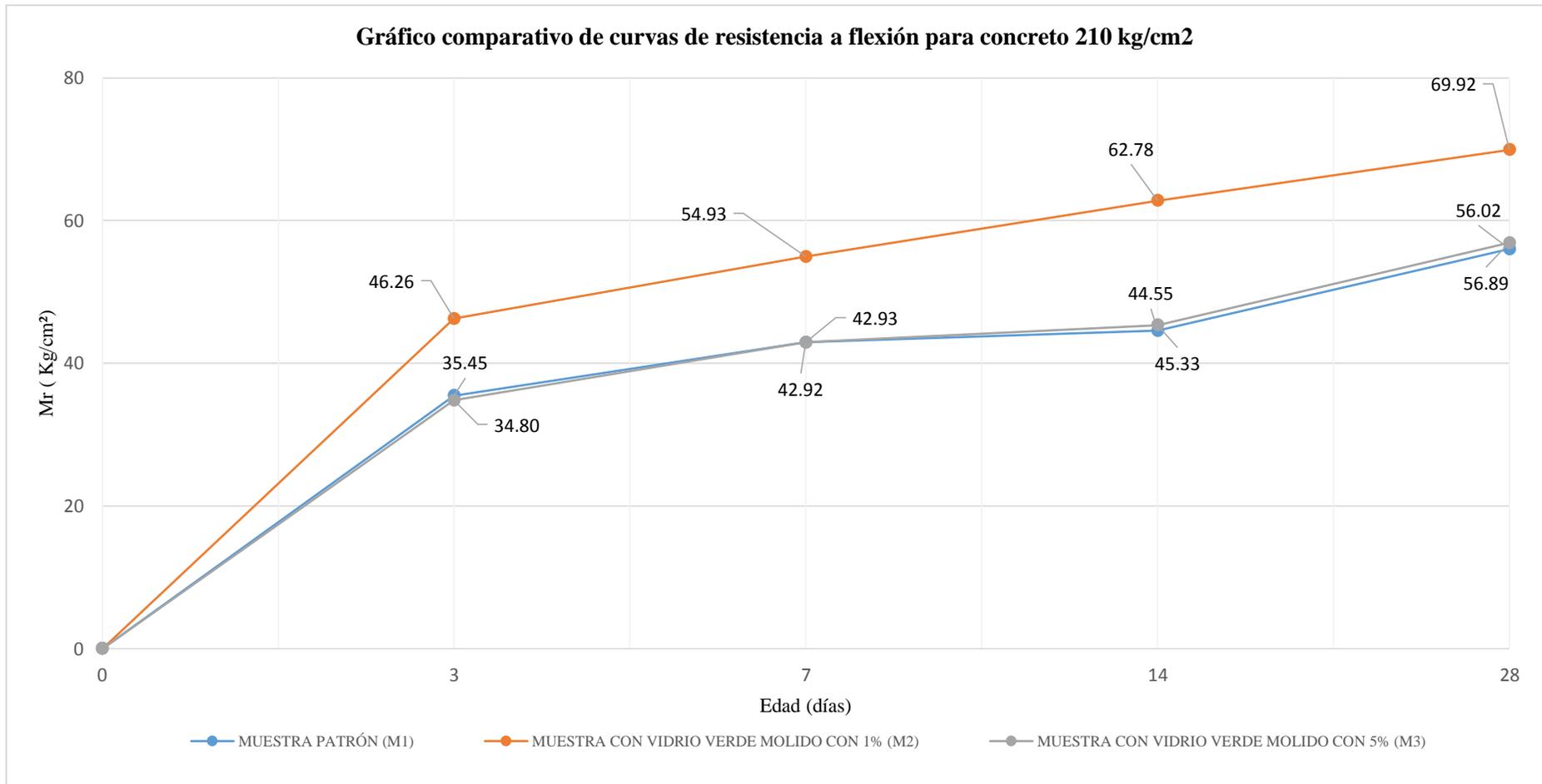


Figura 25: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión convencional, con 1% y 5% de vidrio molido para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración propia.

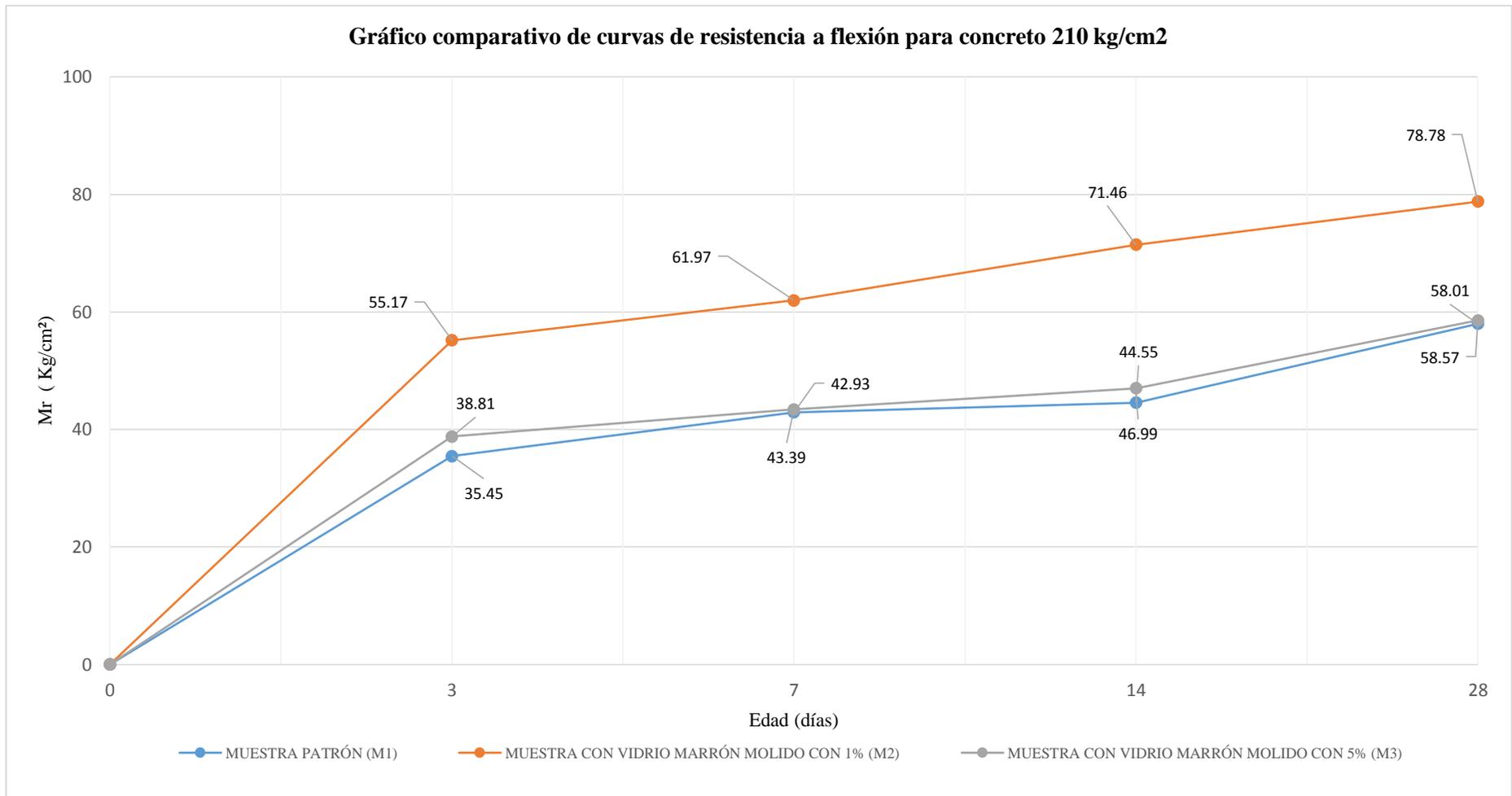


Figura 26: Gráfico comparativo de curvas de resistencia a flexión convencional, con 1% y 5% de vidrio molido para concreto 210 kg/ cm<sup>2</sup>  
 Fuente: Elaboración Propio.

Al realizar los ensayos de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido verde con 1% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumentan un 30.49%, 27.95%, 41.08% y 24.81% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido verde con 5% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días disminuyen un 1.83%, 0.02%, aumentan en 1.87% y 1.55% respectivamente.

Al realizar los ensayos de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido marrón con 1% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumentan un 55.63%, 44.35%, 60.58% y 40.63% respectivamente.

Mientras que los ensayos de resistencia a flexión para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se compararon los resultados entre el diseño patrón y el diseño con vidrio molido marrón con 5% en relación al peso del agregado fino, obteniéndose como resultado que, a las edades de 3, 7, 14 y 28 días aumentan un 9.48%, 1.07%, 5.60% y 8.68% 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 hormigón sometido a una alta tasa de evaporación, a cierta temperatura y velocidad de viento.

El ensayo consiste en poder evaluar cuantitativamente el grado de fisuración por contracción plástica en una muestra de hormigón de 560x 360 mm con un espesor de 50 mm, esta medida se tomó en base a investigaciones previas y ensayos preliminares ya que a mayor espesor impedía el desarrollo de fisuras.

El diseño patrón junto al hormigón con vidrio molido fue evaluado con la misma geometría, distribuyéndose separaciones en los 4 lados de la losa para así provocar las fisuras.

Después de 15 minutos que el agua entre en contacto con el cemento, se procede a que el ensayo se prepare a una temperatura de  $30 \pm 1$  °C y humedad relativa a  $35 \pm 5$ , así mismo el viento superior a 8 km/h sobre la superficie de la losa.

Ensayo que se muestra en la Figura 27:



Figura 27: 5 Losas en estado de fraguado sometido a la temperatura y viento  
Fuente: Elaboración propia

En las tablas 66 a la tabla 82 se muestran los resultados de potencial de fisuración de los 3 ensayos que se realizaron por cada muestra y sus respectivas imágenes (Ver figura 28 a la Figura 41). A continuación, se muestra los resultados del potencial de fisuración para  $210 \text{ kg/cm}^2$  con vidrio molido y sin vidrio molido.

Tabla 66

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra patrón (M1)  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra : M1 (Patrón)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
<b>LOSA 1</b>				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	1.00	1.00
2	0.05	1.00	2.35	2.35
3	0.10	2.00	1.50	3.00
4	0.05	1.00	3.00	3.00
5	0.10	2.00	1.60	3.20
6	0.05	1.00	2.40	2.40
7	0.05	1.00	3.30	3.30
8	0.10	2.00	2.60	5.20
9	0.10	2.00	3.20	6.40
10	0.05	1.00	1.50	1.50
11	0.15	3.00	4.50	13.50
12	0.05	1.00	3.50	3.50
13	0.05	1.00	3.00	3.00
14	0.05	1.00	2.30	2.30
15	0.15	3.00	4.00	12.00
16	0.05	1.00	2.00	2.00
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				<b>67.65</b>

Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Fisuras Losa 01 muestra patrón (M1)  $f'c$  210 kg/ cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 67

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra patrón (M1)  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>				
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>		Realizado por:		
Muestra : M1 (Patrón)		Arieta Padilla, Jean Paul		
Lugar : L.E.M		Rengifo Salazar, César Augusto		
<b>LOSA 2</b>				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	1.70	1.70
2	0.05	1.00	2.10	2.10
3	0.10	2.00	1.20	2.40
4	0.10	2.00	3.20	6.40
5	0.05	1.00	1.80	1.80
6	0.05	1.00	2.40	2.40
7	0.05	1.00	3.30	3.30
8	0.05	1.00	1.90	1.90
9	0.05	1.00	3.00	3.00
10	0.10	2.00	2.10	4.20
11	0.25	5.00	5.20	26.00
12	0.05	1.00	3.50	3.50
13	0.05	1.00	3.00	3.00
14	0.05	1.00	2.00	2.00
15	0.05	1.00	3.40	3.40
16	0.05	1.00	1.80	1.80
17	0.10	2.00	2.50	5.00
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				73.90

Fuente: Elaboración propia



Figura 29: Fisuras Losa 02 muestra patrón (M1)  $f'c$  210 kg/ cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 68

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra patrón (M1)  $f'c$ : 210 kg/cm<sup>2</sup>.

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>				
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>		Realizado por:		
Muestra : M1 (Patrón)		Arieta Padilla, Jean Paul		
Lugar : L.E.M		Rengifo Salazar, César Augusto		
<b>LOSA 3</b>				
Nº de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.15	3.00	1.50	4.50
2	0.05	1.00	2.30	2.30
3	0.05	1.00	1.25	1.25
4	0.20	4.00	1.00	4.00
5	0.05	1.00	1.50	1.50
6	0.05	1.00	2.00	2.00
7	0.15	3.00	2.10	6.30
8	0.05	1.00	1.90	1.90
9	0.05	1.00	3.00	3.00
10	0.10	2.00	3.10	6.20
11	0.05	1.00	5.20	5.20
12	0.05	1.00	3.50	3.50
13	0.15	3.00	3.00	9.00
14	0.05	1.00	2.00	2.00
15	0.15	3.00	2.50	7.50
16	0.05	1.00	1.80	1.80
17	0.15	3.00	2.00	6.00
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				67.95

Fuente: Elaboración propia



Figura 30: Fisuras Losa 03 muestra patrón (M1)  $f'c$  210 kg/ cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 69

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 1% de vidrio verde molido (M2)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																											
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																											
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																											
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																											
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																											
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:																																											
Muestra: M2 (V.M verde 1%)	Arieta Padilla, Jean Paul																																											
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto																																											
<p>LOSA 1</p> <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>2.00</td> <td>0.70</td> <td>1.40</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.80</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>2.00</td> <td>2.00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.15</td> <td>3.00</td> <td>1.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.60</td> <td>1.60</td> </tr> <tr> <td>6</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;">POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</td> <td>11.00</td> </tr> </tbody> </table>					N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0.10	2.00	0.70	1.40	2	0.05	1.00	1.80	1.80	3	0.05	1.00	2.00	2.00	4	0.15	3.00	1.00	3.00	5	0.05	1.00	1.60	1.60	6	0.05	1.00	1.20	1.20	POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				11.00
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																								
1	0.10	2.00	0.70	1.40																																								
2	0.05	1.00	1.80	1.80																																								
3	0.05	1.00	2.00	2.00																																								
4	0.15	3.00	1.00	3.00																																								
5	0.05	1.00	1.60	1.60																																								
6	0.05	1.00	1.20	1.20																																								
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				11.00																																								

Fuente: Elaboración propia



Figura 31: Fisuras Losa 01 muestra con 1% de vidrio verde molido (M2)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 70

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 1% de vidrio verde molido (M2)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra: M2 (V.M verde 1%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
LOSA 2				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.10	2.00	1.50	3.00
2	0.05	1.00	1.80	1.80
3	0.05	1.00	2.20	2.20
4	0.05	1.00	1.25	1.25
5	0.05	1.00	1.60	1.60
6	0.10	2.00	1.00	2.00
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				11.85

Fuente: Elaboración propia



Figura 32: Fisuras Losa 02 muestra con 1% de vidrio verde molido (M2)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 71

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 1% de vidrio verde molido (M2)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra: M2 (V.M verde 1%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
LOSA 3				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	1.60	1.60
2	0.05	1.00	1.90	1.90
3	0.05	1.00	2.00	2.00
4	0.10	2.00	2.00	4.00
5	0.05	1.00	1.60	1.60
6	0.05	1.00	1.00	1.00
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				12.10

Fuente: Elaboración propia



Figura 33: Fisuras Losa 03 muestra con 1% de vidrio verde molido (M2)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 5% de vidrio verde molido (M3)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																						
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																						
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																						
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:																																						
Muestra: M3 (V.M verde 5%)	Arieta Padilla, Jean Paul																																						
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto																																						
<p>LOSA 1</p> <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>0.70</td> <td>0.70</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.05</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>3.00</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.10</td> <td>2.00</td> <td>1.20</td> <td>2.40</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.40</td> <td>1.40</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</td> <td>9.00</td> </tr> </tbody> </table>					N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0.05	1.00	0.70	0.70	2	0.05	1.00	1.50	1.50	3	0.05	1.00	3.00	3.00	4	0.10	2.00	1.20	2.40	5	0.05	1.00	1.40	1.40	POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				9.00
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																			
1	0.05	1.00	0.70	0.70																																			
2	0.05	1.00	1.50	1.50																																			
3	0.05	1.00	3.00	3.00																																			
4	0.10	2.00	1.20	2.40																																			
5	0.05	1.00	1.40	1.40																																			
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				9.00																																			

Fuente: Elaboración propia



Figura 34: Fisuras Losa 01 muestra con 5% de vidrio verde molido (M3)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 73

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 5% de vidrio verde molido (M3)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra: M3 (V.M verde 5%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
LOSA 2				
Nº de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	0.40	0.40
2	0.10	2.00	0.60	1.20
3	0.05	1.00	1.00	1.00
4	0.15	3.00	2.00	6.00
5	0.05	1.00	1.20	1.20
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				9.80

Fuente: Elaboración propia



Figura 35: Fisuras Losa 02 muestra con 5% de vidrio verde molido (M3)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 74

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 5% de vidrio verde molido (M3)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra: M3 (V.M verde 5%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
LOSA 3				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	0.40	0.40
2	0.15	3.00	2.50	7.50
3	0.05	1.00	1.00	1.00
4	0.05	1.00	0.90	0.90
5	0.05	1.00	1.10	1.10
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				10.90

Fuente: Elaboración propia



Figura 36: Fisuras Losa 03 muestra con 5% de vidrio verde molido (M3)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 75

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra: M4(V.M marrón 1%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
<b>LOSA 1</b>				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.10	2.00	0.70	1.40
2	0.05	1.00	1.80	1.80
3	0.05	1.00	2.00	2.00
4	0.15	3.00	1.00	3.00
5	0.05	1.00	1.60	1.60
6	0.05	1.00	1.20	1.20
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				<b>11.00</b>

Fuente: Elaboración propia



Figura 37: Fisuras Losa 01 muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 76

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																						
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																						
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																							
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Realizado por:																																				
Muestra: M4(V.M marrón 1%)			Arieta Padilla, Jean Paul																																				
Lugar : L.E.M			Rengifo Salazar, César Augusto																																				
<p>LOSA 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº 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>2.00</td> <td>1.50</td> <td>3.00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.80</td> <td>1.80</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>2.20</td> <td>2.20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.25</td> <td>1.25</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.60</td> <td>1.60</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</td> <td>9.85</td> </tr> </tbody> </table>					Nº de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0.10	2.00	1.50	3.00	2	0.05	1.00	1.80	1.80	3	0.05	1.00	2.20	2.20	4	0.05	1.00	1.25	1.25	5	0.05	1.00	1.60	1.60	POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				9.85
Nº de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																			
1	0.10	2.00	1.50	3.00																																			
2	0.05	1.00	1.80	1.80																																			
3	0.05	1.00	2.20	2.20																																			
4	0.05	1.00	1.25	1.25																																			
5	0.05	1.00	1.60	1.60																																			
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				9.85																																			

Fuente: Elaboración propia



Figura 38: Fisuras Losa 02 muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración propia

Tabla 77

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																						
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>																																						
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>																																						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																						
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>																																						
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:																																						
Muestra: M4 (V.M marrón 1%)	Arieta Padilla, Jean Paul																																						
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto																																						
<p>LOSA 3</p> <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>1.30</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.90</td> <td>1.90</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.10</td> <td>2.00</td> <td>2.10</td> <td>4.20</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.50</td> <td>1.50</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.05</td> <td>1.00</td> <td>1.30</td> <td>1.30</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</td> <td>10.20</td> </tr> </tbody> </table>					N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración	1	0.05	1.00	1.30	1.30	2	0.05	1.00	1.90	1.90	3	0.10	2.00	2.10	4.20	4	0.05	1.00	1.50	1.50	5	0.05	1.00	1.30	1.30	POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				10.20
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración																																			
1	0.05	1.00	1.30	1.30																																			
2	0.05	1.00	1.90	1.90																																			
3	0.10	2.00	2.10	4.20																																			
4	0.05	1.00	1.50	1.50																																			
5	0.05	1.00	1.30	1.30																																			
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				10.20																																			

Fuente: Elaboración propia



Figura 39: Fisuras Losa 03 muestra con 1% de vidrio marrón molido (M4)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78

Ensayo potencial de fisuración de losa 01 para muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>				
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra : M5 (V.M marrón 5%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
LOSA 1				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	0.70	0.70
2	0.05	1.00	1.50	1.50
3	0.05	1.00	2.00	2.00
4	0.05	1.00	3.00	3.00
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				7.20

Fuente: Elaboración propia



Figura 40: Fisuras Losa 01 muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79

Ensayo potencial de fisuración de losa 02 para muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>			
	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia : 210 Kg/cm <sup>2</sup>	Realizado por:			
Muestra : M5 (V.M marrón 5%)	Arieta Padilla, Jean Paul			
Lugar : L.E.M	Rengifo Salazar, César Augusto			
LOSA 2				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	1.20	1.20
2	0.10	2.00	1.80	3.60
3	0.05	1.00	1.00	1.00
4	0.05	1.00	1.50	1.50
POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL				7.30

Fuente: Elaboración propia



Figura 41: Fisuras Losa 02 muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80

Ensayo potencial de fisuración de losa 03 para muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>			
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN</b>			
Resistencia: 210 Kg/cm <sup>2</sup>		Realizado por:		
Muestra : M5 (V.M marrón 5%)		Arieta Padilla, Jean Paul		
Lugar : L.E.M		Rengifo Salazar César Augusto		
<b>LOSA 3</b>				
N° de Fisura	Espesor (mm)	Peso	Longitud (cm)	Potencial de Fisuración
1	0.05	1.00	0.90	0.90
2	0.10	2.00	1.50	3.00
3	0.05	1.00	0.80	0.80
4	0.15	3.00	1.10	3.30
5	0.05	1.00	0.80	0.80
<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN TOTAL</b>				<b>8.80</b>

Fuente: Elaboración propia



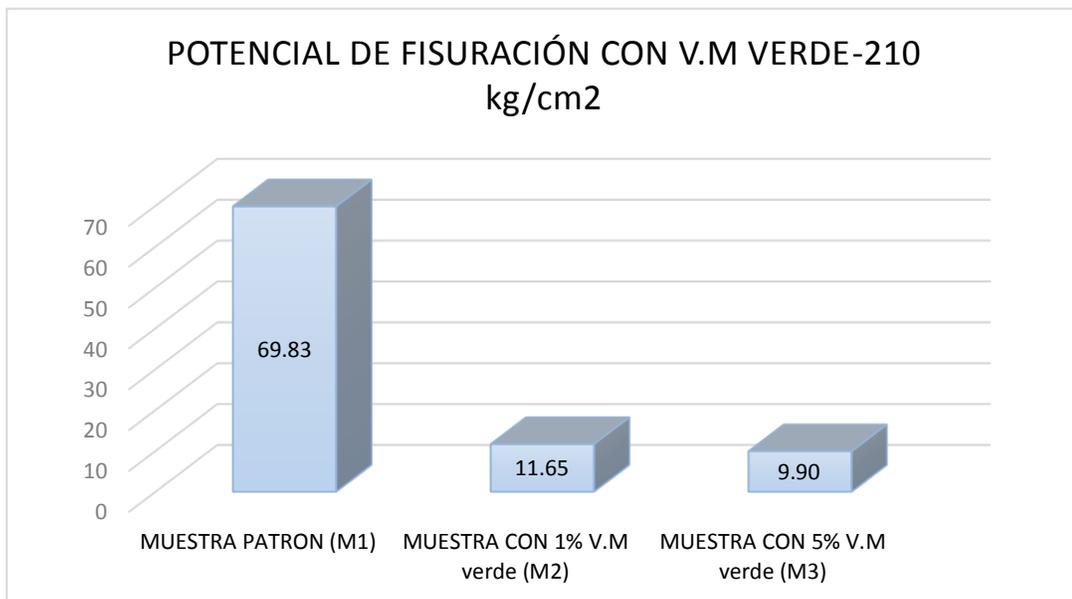
Figura 42: Fisuras Losa 03 muestra con 5% de vidrio marrón molido (M5)  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81

Potencial de fisuración  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con vidrio molido verde

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>																																				
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>																																				
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>																																				
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN <math>f'c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON V.M VERDE</b>																																				
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>																																					
<b>Resistencia : 210 kg/cm<sup>2</sup></b>		<b>Realizado por :</b>																																			
<b>Muestra : M1-M2-M3</b>		Arieta Padilla, Jean Paul Rengifo Salazar, César Augusto																																			
<b>Lugar : Laboratorio de ensayo de materiales</b>																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">DESCRIPCION</th> <th rowspan="2">RESISTENCIA DE DISEÑO</th> <th rowspan="2">ELEMENTO</th> <th colspan="3">POTENCIAL DE FISURACION</th> <th rowspan="2">POTENCIAL PROMEDIO</th> <th rowspan="2">%Reducción</th> </tr> <tr> <th>LOZA DERECHA</th> <th>LOSA CENTRAL</th> <th>LOSA IZQUIERDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MUESTRA PATRON (M1)</td> <td>210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>LOSA</td> <td>67.65</td> <td>73.90</td> <td>67.95</td> <td>70</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MUESTRA CON 1% V.M verde (M2)</td> <td>210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>LOSA</td> <td>11.00</td> <td>11.85</td> <td>12.10</td> <td>12</td> <td>83.32</td> </tr> <tr> <td>MUESTRA CON 5% V.M verde (M3)</td> <td>210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>LOSA</td> <td>9.00</td> <td>9.80</td> <td>10.90</td> <td>10</td> <td>85.82</td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO	ELEMENTO	POTENCIAL DE FISURACION			POTENCIAL PROMEDIO	%Reducción	LOZA DERECHA	LOSA CENTRAL	LOSA IZQUIERDA	MUESTRA PATRON (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	67.65	73.90	67.95	70		MUESTRA CON 1% V.M verde (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	11.00	11.85	12.10	12	83.32	MUESTRA CON 5% V.M verde (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	9.00	9.80	10.90	10	85.82
DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO	ELEMENTO				POTENCIAL DE FISURACION					POTENCIAL PROMEDIO	%Reducción																									
			LOZA DERECHA	LOSA CENTRAL	LOSA IZQUIERDA																																
MUESTRA PATRON (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	67.65	73.90	67.95	70																															
MUESTRA CON 1% V.M verde (M2)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	11.00	11.85	12.10	12	83.32																														
MUESTRA CON 5% V.M verde (M3)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	9.00	9.80	10.90	10	85.82																														

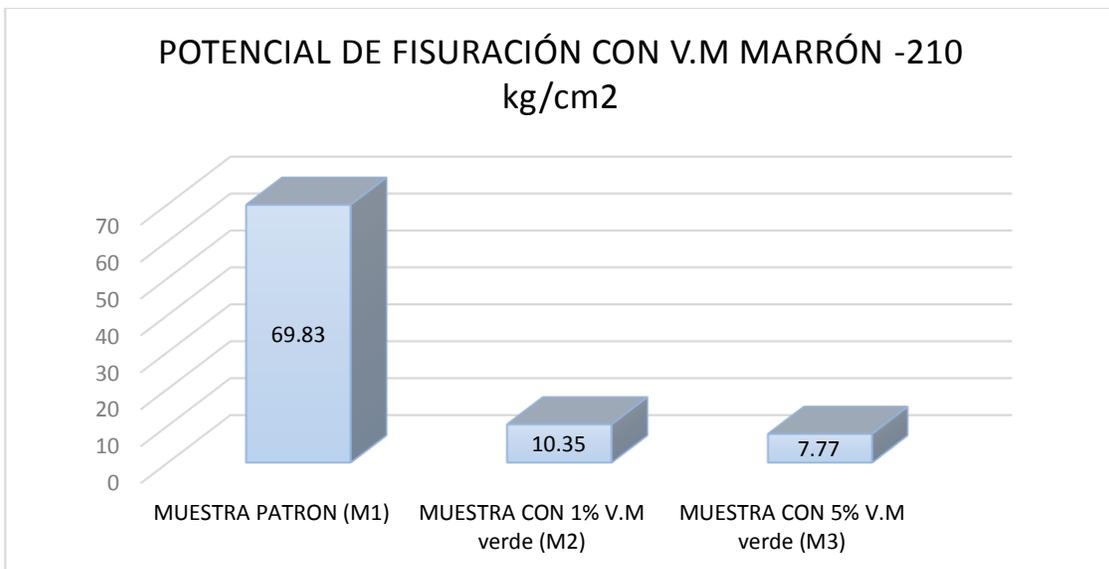


Fuente: Elaboración propia

Tabla 82

Potencial de fisuración  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con vidrio molido marrón

	<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>						
	<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b>						
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>						
	<b>POTENCIAL DE FISURACIÓN <math>f^c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> CON V.M MARRÓN</b>						
	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>						
<b>Resistencia:</b> 210 kg/cm <sup>2</sup>				<b>Realizado por :</b>			
<b>Muestra</b> : M1-M2-M3				Arieta Padilla, Jean Paul			
<b>Lugar</b> : Laboratorio de ensayo de materiales				Rengifo Salazar, César Augusto			
DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO	ELEMENTO	POTENCIAL DE FISURACION			POTENCIAL PROMEDIO	%Reducción
			LOZADERECHA	LOSA CENTRAL	LOSA IZQUIERDA		
MUESTRA PATRON (M1)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	67.65	73.90	67.95	70	
MUESTRA CON 1% V.M marrón (M4)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	11.00	9.85	10.20	10	85.18
MUESTRA CON 5% V.M marrón (M5)	210 kg/cm <sup>2</sup>	LOSA	7.20	7.30	8.80	8	88.88



Fuente: Elaboración propia

## 4.6 Contrastación de hipótesis

### 4.6.1 Contrastación de la primera hipótesis:

HIPÓTESIS 1A: Análisis estadístico de la variación de la resistencia a la compresión y flexión en función a los diseños de mezcla con distintas dosificaciones de vidrio molido verde y marrón.

#### Análisis estadístico de resistencia a la compresión:

Para el análisis estadístico de esta hipótesis se analizará los ensayos de la resistencia a la compresión a 28 días ya que es ahí donde el hormigón obtiene su máxima resistencia.

Se tiene por cada diseño 3 ensayos de compresión, como se tiene 4 diseños diferentes con vidrio molido verde y marrón (1% y 5%) existirán 12 ensayos, se expresan los resultados en las siguientes tablas (ver Tabla 83).

Tabla 83  
Resultados de la resistencia a compresión a los 28 días con vidrio molido

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	210 Kg/cm <sup>2</sup>	327.1
		326.1
		325.5
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	332.7
		328.2
		334.2
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	301.3
		300.9
		305.2
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	341.8
		342.3
		340.9
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	305.7
		303.6
		309.4

Fuente: Elaboración propia.

Las dosificaciones fueron las siguientes: 1% y 5 % de vidrio molido.

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de vidrio molido en las mezclas de hormigón se optimiza la resistencia a compresión.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la Tabla 84.

Tabla 84  
Resultados estadísticos descriptivos

<b>Estadísticos</b>		
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )		
N	Válido	15
	Perdidos	0
Media		436,9167
Mediana		442,8500
Desv. Desviación		41,97590
Asimetría		-0,327
Error estándar de asimetría		0,637
Curtosis		-1,667
Error estándar de curtosis		1,232

Fuente: Elaboración Propia

- H0:

Los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de vidrio molido verde y marrón no aumentan la resistencia a la compresión.

- H1:

Los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de vidrio molido verde y marrón si aumenta la resistencia a la compresión.

- **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 43), los cuales muestran una curva segada a la derecha.

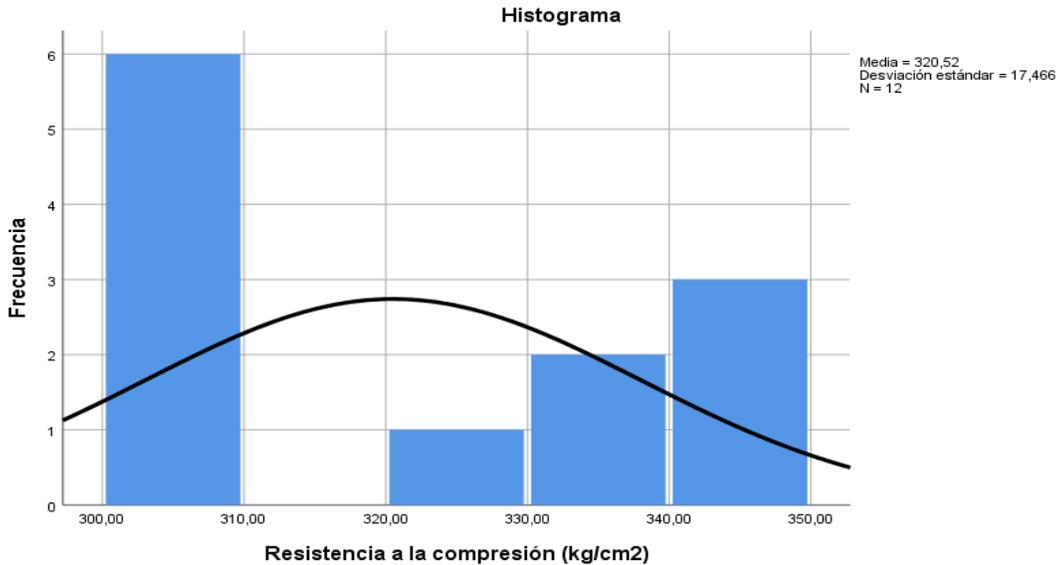


Figura 43: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo de resistencia a la compresión  
Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V25 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 85:

Tabla 85  
Tabla de coeficientes obtenidos

		Coeficientes				
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	290.880	3.808		76.379	0.005
	Ensayo	4.559	0.517	0.941	8.811	0.005

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

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= 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 obtenidos en la Tabla 85 se forma la ecuación lineal con el ensayo de resistencia a compresión con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con vidrio molido.

$$Y = 2,91 + 4,56x$$

En la figura 44 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión en función al diseño de mezcla con vidrio molido.

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo número 01 hasta el ensayo número 12 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada.

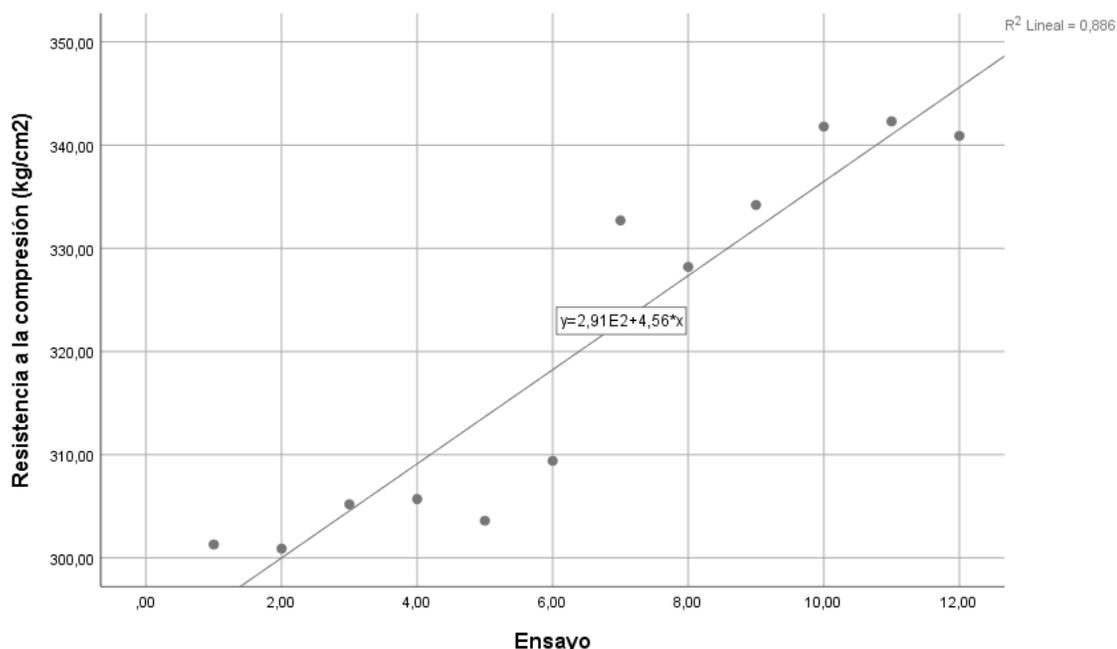


Figura 44: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración  
Fuente: Elaboración propia

- **Coefficiente de determinación múltiple (R2):**

El coeficiente determina la calidad del modelo para poder replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados así mismo la variación de los resultados que se explique en el modelo.

R2 es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson.

Con el programa de SPSS V25 se obtuvo los resultados mostrados en la Tabla 86

Tabla 86  
Resumen del modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,941 <sup>a</sup>	0.886	0.874	6.18790

a. Predictores: (Constante), Ensayo

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 86 se muestra la separación de cuadrados en componente relativo a los factores contemplados en el modelo.

$$SCTOTAL = SCREGRESIÓN + SCRESIDUO$$

Donde:

SC REGRESIÓN = Representa a los diseños de concreto

SC TOTAL = Representa a la resistencia a compresión

Para determinar la tasa porcentual de “Resistencia a la Compresión” para ser explicado por la variable “Número de Ensayos”, en función a los diseños de mezclas con vidrio molido se usará la siguiente formula:

$$R^2 = 0,886$$

El resultado del  $R^2$  expresa que la variable independiente (resistencia a la compresión) en función a los diseños de mezcla con fibra vegetal influye en un 88,6% respecto a la variable dependiente (diseño de mezcla).

#### **Análisis estadístico de resistencia a la Flexión:**

Para el análisis estadístico de esta hipótesis se analizará los ensayos de la resistencia a la compresión a 28 días ya que es ahí donde el hormigón obtiene su máxima resistencia.

Se tiene por cada diseño 2 ensayos de resistencia a la flexión como se tiene 4 diseños diferentes con vidrio molido verde y marrón (1% y 5%) existirán 8 ensayos, se expresan los resultados en las siguientes tablas (ver Tabla 87)

Tabla 87

Resultados de la resistencia a flexión a los 28 días con vidrio molido

DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA	Mr (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN	210 Kg/cm <sup>2</sup>	55.59
		56.45
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 5% (M3)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	54.60
		59.17
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 5% (M5)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	56.26
		60.88
MUESTRA CON VIDRIO VERDE MOLIDO CON 1% (M2)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	72.71
		67.13
MUESTRA CON VIDRIO MARRÓN MOLIDO CON 1% (M4)	210 Kg/cm <sup>2</sup>	82.29
		75.27

Fuente: Elaboración Propia

Las dosificaciones fueron las siguientes: 1% y 5 % de vidrio molido.

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de vidrio molido en las mezclas de hormigón se optimiza la resistencia a la flexión.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la Tabla 88.

Tabla 88

Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos		
Resistencia a la Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
N	Válido	10
	Perdidos	0
<b>Media</b>		66.0388
<b>Mediana</b>		64.0050
<b>Desv. Desviación</b>		9.9662
<b>Asimetría</b>		0.478
<b>Error estándar de asimetría</b>		0.752
<b>Curtosis</b>		-1.140
<b>Error estándar de curtosis</b>		1.481

Fuente: Elaboración propia

- **Hipótesis**

-H0:

Los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de vidrio molido no aumenta la resistencia a la flexión.

-H1:

Los diseños de mezcla usando distintas dosificaciones de vidrio molido si aumenta la resistencia a la flexión.

- **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 45), los cuales muestran una curva uniforme y simétrica.

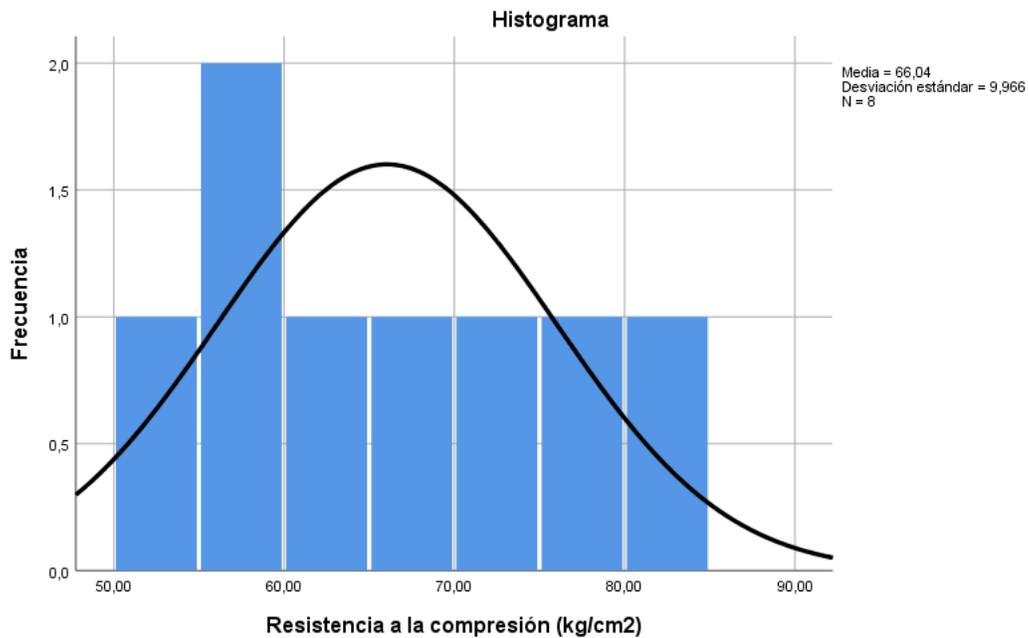


Figura 45: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo resistencia a la flexión  
Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V25 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 89.

Tabla 89  
Coeficientes de la recta de regresión

		Coeficientes				
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	49.714	3.798		13.090	0.005
	Ensayo	3.628	0.752	0.892	4.824	0.005

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

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= Resistencia a la flexión (kg/cm2)

X= N° de ensayos respecto al diseño de mezcla

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados obtenidos en la Tabla 89 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.

$$Y = 49,71 + 3,63x$$

En la figura 46 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión en función al diseño de mezcla con vidrio molido

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo numero 01 hasta el ensayo numero 12 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada.

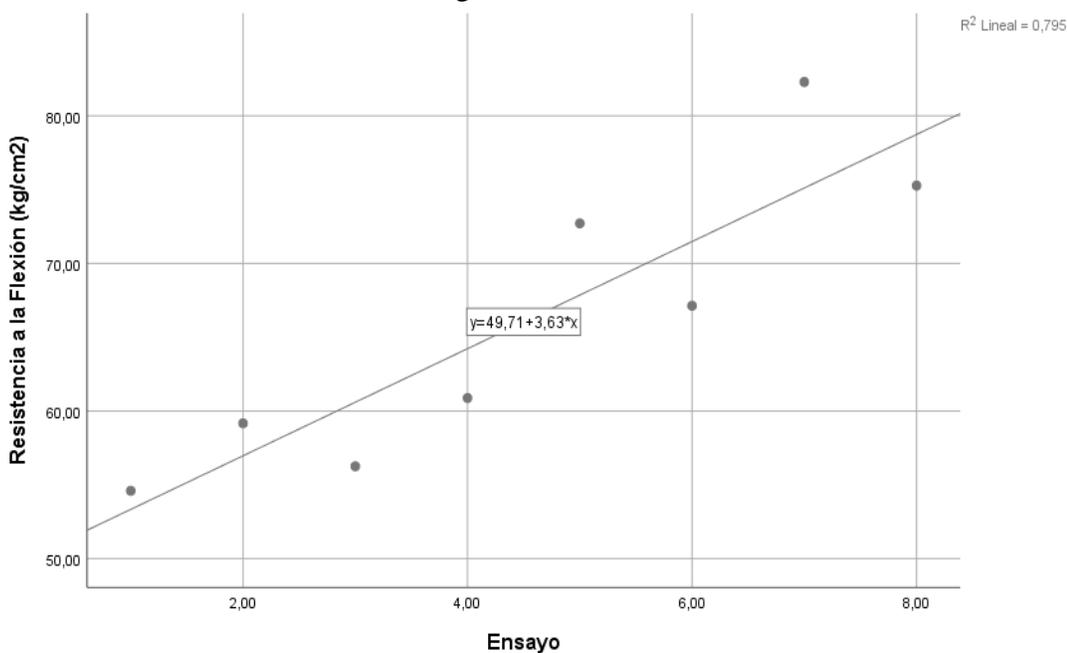


Figura 46: Modelo de regresión lineal de resistencia a la flexión  
Fuente: Elaboración Propia

- **Coefficiente de determinación múltiple (R<sup>2</sup>):**

El coeficiente determina la calidad del modelo para poder replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados así mismo la variación de los resultados que se explique en el modelo.

R<sup>2</sup> es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson.

Con el programa de SPSS V25 se obtuvo los resultados mostrados en la

Tabla 90.

Tabla 90

Resumen del modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,892 <sup>a</sup>	0.795	0.761	4.87402

**a. Predictores: (Constante), Ensayo**

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 89 se muestra la separación de cuadrados en componente relativo a los factores contemplados en el modelo.

$$SCTOTAL = SCREGRESION + SCRESIDUO$$

Donde:

SC REGRESION = Representa a los diseños de concreto

SC TOTAL = Representa a la resistencia a flexión

Para determinar la tasa porcentual de “Resistencia a la Flexión” para ser explicado por la variable “Número de Ensayos”, en función a los diseños de mezclas con fibra vegetal se usará la siguiente formula:

$$R^2=0,795$$

El resultado del  $R^2$  expresa que la variable dependiente (resistencia a la flexión) en función a los diseños de mezcla con vidrio molido influye en un 79,50% respecto a la variable independiente (diseño de mezcla).

#### 4.6.2 Contrastación de la segunda hipótesis:

HIPÓTESIS 2A: Análisis estadístico de la variación de reducción del potencial de fisuración en losas apoyadas en función de los diseños de mezcla de hormigón con vidrio molido.

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

Se tiene por cada diseño 2 ensayos de potencial de fisuración, como se tiene 6 diseños diferentes, existirán 18 potenciales de fisuración en total, se expresan los resultados en las siguientes tablas (ver Tabla 91)

Tabla 91  
Resultados de potencial de fisuración

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba	Dosificación vidrio molido	Potencial de figuración	Promedio	Reducción de fisuras (%)
210	M1		67.65	70	-
210	M1		73.90		
210	M1		67.95		
210	M2	1 % V. VERDE	11.00	12	83.32
210	M2	1 % V. VERDE	11.85		
210	M2	1 % V. VERDE	12.10		
210	M3	5 % V. VERDE	9.00	10	85.82
210	M3	5 % V. VERDE	9.80		
210	M3	5 % V. VERDE	10.90		
210	M4	1 % V. MARRÓN	11.00	10	85.18
210	M4	1 % V. MARRÓN	9.85		
210	M4	1 % V. MARRÓN	10.20		
210	M5	5% V. MARRÓN	7.20	8	88.88
210	M5	5% V. MARRÓN	7.30		
210	M5	5% V. MARRÓN	8.80		

Fuente: Elaboración Propia

Para analizar la variación del potencial de fisuración en función al diseño de mezcla con distintas dosificaciones, analizaremos con 1% fibra de vidrio molido verde y marrón (Ver Tabla 92).

Tabla 92  
Potencial de fisuración para dosificación de 1% de vidrio molido.

Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Dosificación vidrio molido	Potencial de fisuración
210	1 % V. VERDE	11.00
210	1 % V. VERDE	11.85
210	1 % V. VERDE	12.10
210	1 % V. MARRÓN	11.00
210	1 % V. MARRÓN	9.85
210	1 % V. MARRÓN	10.20

Fuente: Elaboración Propia

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de 1% de vidrio molido en las mezclas de concreto se optimiza la reducción del ensayo de potencial de fisuración por contracción plástica.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la tabla 93:

Tabla 93  
Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos		
P. fisuración de 1 % vidrio		
N	Válido	6.00
	Perdidos	0.00
<b>Media</b>		11.00
<b>Mediana</b>		11.00
<b>Desv.Desviación</b>		0.88
<b>Asimetría</b>		-0.04
<b>Error estándar de asimetría</b>		0.85
<b>Curtosis</b>		-1.47
<b>Error estándar de curtosis</b>		1.74

Fuente: Elaboración Propia

- **Hipótesis**

-H0:

Los diseños de hormigón usando 1 % de vidrio molido no optimizan la reducción del ensayo de potencial de fisuración por contracción plástica.

-H1:

Los diseños de concreto usando 1 % de vidrio molida si optimizan la reducción del ensayo de 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 47), los cuales muestran una curva uniforme.

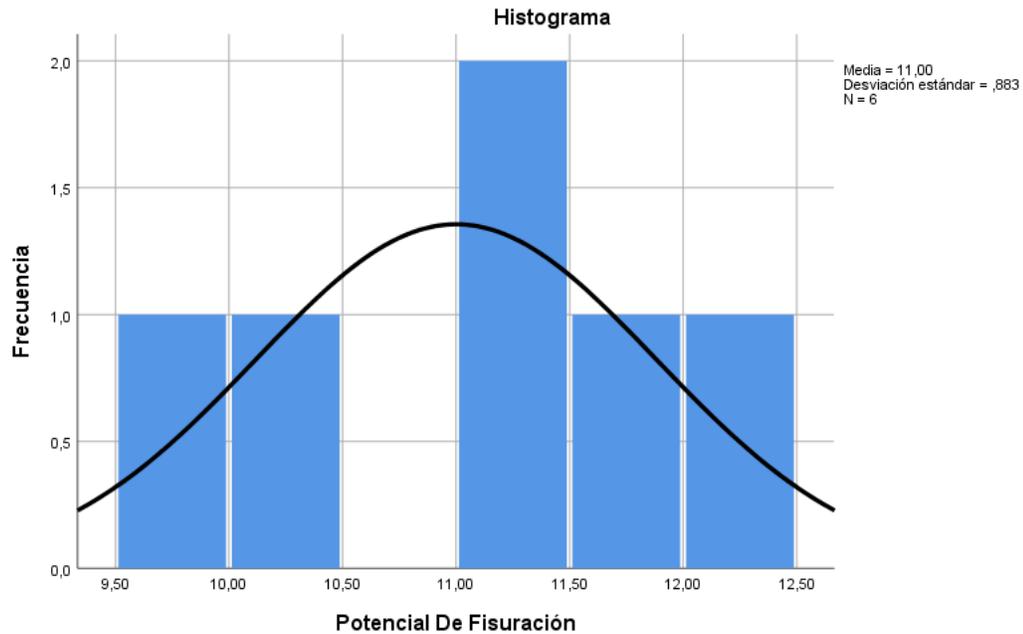


Figura 47: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo de potencial de fisuración

Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V25 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 94:

Tabla 94  
Coeficientes de la recta de regresión

		Coeficientes <sup>a</sup>				
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	9.380	0.178		52.765	0.005
	Ensayo	0.463	0.046	0.981	10.140	0.005

**a. Variable dependiente: Potencial De Fisuración**

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 % con vidrio molido

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados obtenidos en la Tabla 94 se forma la ecuación lineal con el ensayo de potencial de fisuración con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con 1% con vidrio molido.

$$Y = 9,38 + 0,46x$$

En la Figura 48 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos del ensayo de potencial de fisuración en función al diseño de mezcla usando 1% de vidrio molido.

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo numero 01 hasta el ensayo numero 06 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada

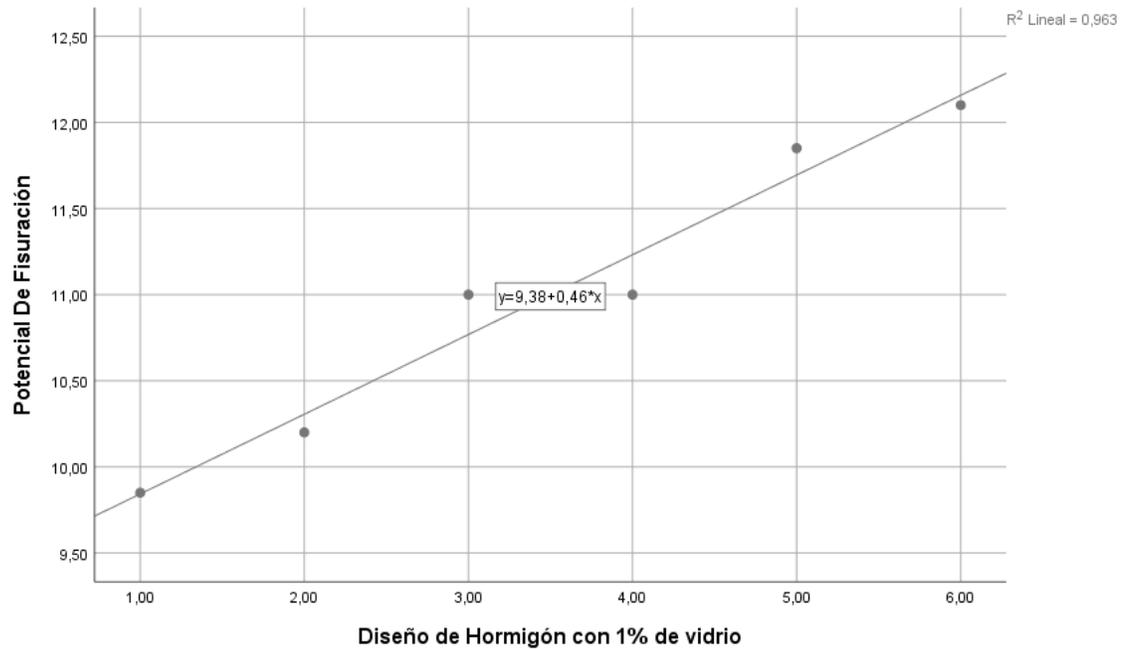


Figura 48: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración  
Fuente: Elaboración Propia

- **Coefficiente de determinación múltiple (R<sup>2</sup>):**

El coeficiente determina la calidad del modelo para poder replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados así mismo la variación de los resultados que se explique en el modelo.

R<sup>2</sup> es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson.

Con el programa de SPSS V25 se obtuvo los resultados mostrados en la tabla 95:

Tabla 95  
Resumen del modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,981 <sup>a</sup>	0.963	0.953	0.19096
<b>a. Predictores: (Constante), Ensayo</b>				

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 95 se muestra la separación de cuadrados en componente relativo a los factores contemplados en el modelo.

$$SCTOTAL = SCREGRESIÓN + SCRESIDUO$$

Donde:

SC REGRESIÓN = Representa a los diseños de concreto

SC TOTAL = Representa al potencial de fisuración

Para determinar la tasa porcentual de “Potencial de fisuración” para ser explicado por la variable “Número de ensayos”, en función a los diseños de mezclas con 1 % de vidrio molido se usará la siguiente fórmula:

$$R^2 = 0,963$$

El resultado del  $R^2$  expresa que la variable independiente (potencial de fisuración) en función a los diseños de mezcla con 1 % de vidrio molido influye en un 96,3% respecto a la variable dependiente (diseño de mezcla).

## **Análisis estadístico del potencial de fisuración con 5 % de vidrio molido**

Para analizar la variación del potencial de fisuración en función al diseño de mezcla con distintas dosificaciones, analizaremos con 5 % de vidrio molido (Ver Tabla 96)

Tabla 96

Potencial de fisuración para dosificación de 5% de vidrio molido

<b>Resistencia (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Dosificación vidrio molido</b>	<b>Potencial de fisuración</b>
<b>210</b>	5 % V. VERDE	9.00
<b>210</b>	5 % V. VERDE	9.80
<b>210</b>	5 % V. VERDE	10.90
<b>210</b>	5% V. MARRÓN	7.20
<b>210</b>	5% V. MARRÓN	7.30
<b>210</b>	5% V. MARRÓN	8.80

Fuente: Elaboración Propia

Se usó el método de regresión para evaluar si conforme aumentamos la dosificación de 5% de vidrio molido en las mezclas de hormigón se optimiza la reducción del ensayo de potencial de fisuración por contracción plástica.

Los resultados estadísticos descriptivos se muestran a continuación en la Tabla 97.

Tabla 97  
Resultados estadísticos descriptivos

Estadísticos		
P. fisuración de 5 % vidrio		
N	Válido	6.00
	Perdidos	0.00
<b>Media</b>		8.83
<b>Mediana</b>		8.90
<b>Desv.Desviación</b>		1.43
<b>Asimetría</b>		0.18
<b>Error estándar de asimetría</b>		0.85
<b>Curtosis</b>		-0.96
<b>Error estándar de curtosis</b>		1.74

Fuente: Elaboración Propia

- **Análisis estadístico**

-H0:

Los diseños de hormigón usando 5 % de vidrio molido no optimizan la reducción del ensayo de potencial de fisuración por contracción plástica.

-H1:

Los diseños de concreto usando 5 % de vidrio molido si optimizan la reducción del ensayo de 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 49), los cuales muestran una curva sesgada a la izquierda.

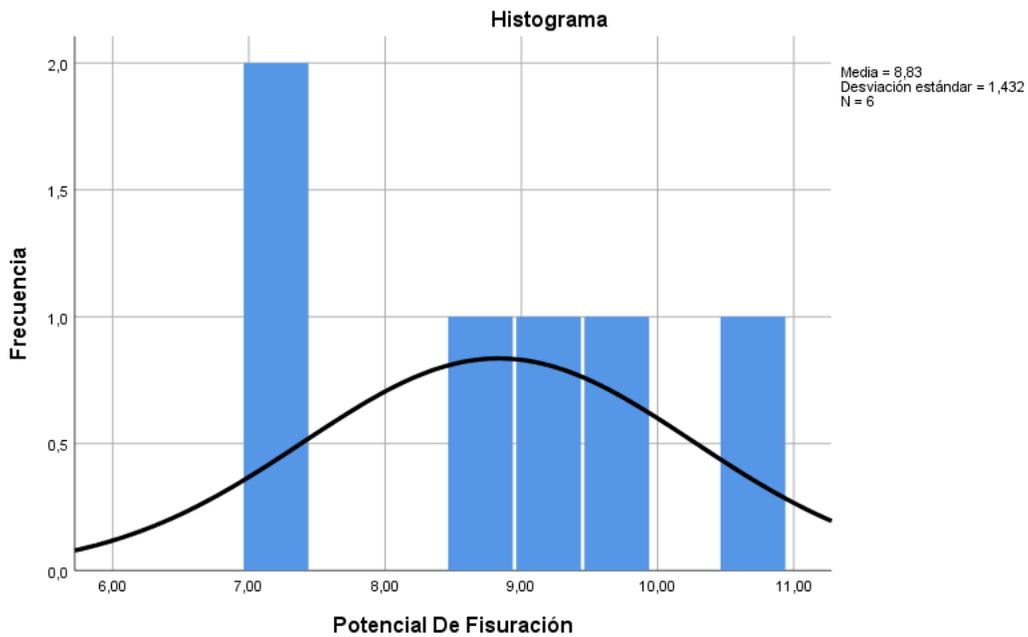


Figura 49: Histograma y curva de distribución normal de Gauss del ensayo de potencial de fisuración  
Fuente: Elaboración Propia

Para la evaluación de la hipótesis se usó la regresión de análisis de datos con el programa SPSS V25 el cual predijo la recta de regresión y obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 98:

Tabla 98  
Coeficientes de la recta de regresión

		Coeficientes <sup>a</sup>				
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Desv. Error	Beta		
1	(Constante)	6.213	0.311		19.964	0.005
	Diseño de Hormigón con 5% de vidrio	0.749	0.080	0.978	9.367	0.005

**a. Variable dependiente: Potencial De Fisuración**

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 5% de vidrio molido

a= Constante (intersección abscisas)

b= Pendiente de la recta

Con los resultados obtenidos en la Tabla 98 se forma la ecuación lineal con el ensayo de potencial de fisuración con respecto al número de ensayos de diseño de mezcla con 5% de vidrio molido.

$$Y = 6,21 + 0,75x$$

En la Figura 50 se muestra la recta de regresión según los resultados obtenidos del ensayo de potencial de fisuración en función al diseño de mezcla usando 5% de vidrio molido.

La siguiente recta nos permite poder decir que nuestros modelos son efectivos, desde el ensayo número 01 hasta el ensayo número 06 cumpliendo con el modelo de la ecuación de regresión encontrada.

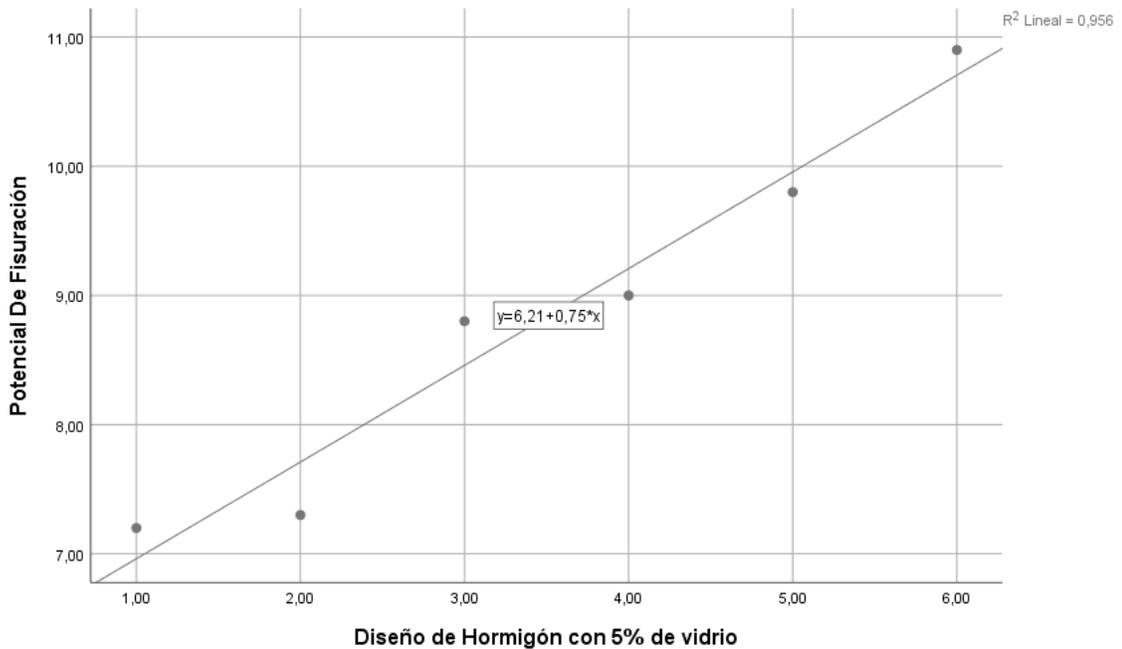


Figura 50: Modelo de regresión lineal de potencial de fisuración  
Fuente: Elaboración Propia

- **Coefficiente de determinación múltiple (R2):**

El coeficiente determina la calidad del modelo para poder replicar los resultados y la proporción de la variación de los resultados así mismo la variación de los resultados que se explique en el modelo.

R2 es el cuadrado del coeficiente de correlación de Pearson.

Con el programa de SPSS V25 se obtuvo los resultados mostrados en la tabla 99:

Tabla 99  
Resumen del modelo

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	0.978	0.956	0.945	0.33431

**a. Predictores: (Constante), Diseño de Hormigón con 5% de vidrio**

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 99 se muestra la separación de cuadrados en componente relativo a los factores contemplados en el modelo.

$$SCTOTAL = SCREGRESIÓN + SCRESIDUO$$

Donde:

SC REGRESIÓN = Representa a los diseños de concreto

SC TOTAL = Representa al potencial de fisuración

Para determinar la tasa porcentual de “Potencial de fisuración” para ser explicado por la variable “número de ensayos”, en función a los diseños de mezclas con 5 % de vidrio molido se usará la siguiente fórmula:

$$R^2 = 0,956$$

El resultado del  $R^2$  expresa que la variable independiente (potencial de fisuración) en función a los diseños de mezcla con 5 % de vidrio molido influye en un 95,6% respecto a la variable dependiente (diseño de mezcla).

## 4.7 Presentación de resultados

En la siguiente tabla tenemos los resultados de todos los ensayos realizados en el laboratorio de materiales. (Ver tabla 100)

Tabla 100  
Cuadro de interpretación de resultados a 28 días

OBJETIVOS ESPECIFICOS	INDICADOR	IDENTIFICACIÓN					
Determinar las dosificaciones de vidrio molido para aumentar las resistencias mecánicas del hormigón.	- Resistencia mecánica del hormigón.	COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )					
		Edad (días)	Diseño patrón	% Vidrio molido			
				Vidrio Verde		Vidrio Marrón	
				1%	5%	1%	5%
		3	204	226	183	228	180
		7	279	283	252	286	247
		14	319	322	288	328	293
		28	326	332	302	342	306
		FLEXIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )					
		Edad (días)	Diseño patrón	% Vidrio molido			
				Vidrio Verde		Vidrio Marrón	
				1%	5%	1%	5%
		3	35	46	35	55	39
		7	43	55	43	62	43
14	45	63	45	71	47		
28	56	70	57	79	56		
Diseñar mezclas con vidrio molido para controlar la reducción del potencial de fisuración del hormigón	- Potencial de fisuración.	POTENCIAL DE FISURACIÓN					
		Muestras	Diseño patrón	% Vidrio molido			
				Vidrio Verde		Vidrio Marrón	
				1%	5%	1%	5%
		1	68	11	9	11	7
2	74	12	10	10	7		
3	68	12	11	10	9		
<b>OBJETIVOS GENERAL</b>							
Realizar diseños de hormigón con vidrio molido para controlar la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio.	- Dosificación de vidrio molido	-Se diseñó mezclas con distintas dosificaciones de vidrio molido para mejorar las resistencias mecánicas del concreto adoptando 4 tipos de mezcla con vidrio molido de coloración verde y marrón (1% y 5% en relación al volumen del agregado fino) con edades de 3, 7, 14 y 28 días, con la resistencia de hormigón 210 Kg/cm <sup>2</sup> , que se ensayaron a compresión, flexión y potencial de fisuración.					
	- Diseño de Mezcla						

Fuente: Elaboración propia

## **4.8 Interpretación de resultados**

### **4.8.1 Resultados de la resistencia mecánica del hormigón.**

a) Debido a los resultados de los ensayos a compresión, el vidrio molido verde y marrón a menor proporción aumenta la resistencia del diseño, siendo la coloración marrón más aportante que la verde debido a que su distinta composición química influye en el aumento del diseño.

b) Debido a los resultados de los ensayos a flexión, el vidrio molido verde y marrón a menor proporción aumenta la resistencia del diseño, siendo la coloración marrón más adherente cuando es sometido a flexión, debido a que el vidrio molido se comporta como una fibra adherente cuando es sometido a cargas.

### **4.8.2 Resultados del potencial de fisuración.**

a) Debido a los resultados de los ensayos de potencial de fisuración, el vidrio molido verde y marrón a mayor proporción reduce las fisuras y grietas respecto al diseño un 86% y 89% respectivamente, siendo la coloración marrón la que más aporta para el control de éstas, debido a que mientras sea más opaca la coloración se retarda la contracción plástica, ya que disminuye los rayos ultra violeta.

b) Debido a los resultados de los ensayos de potencial de fisuración, el vidrio molido verde y marrón a menor proporción serían los mejores para el control de grietas y fisuras, ya que en relación a su resistencia mecánica el aporte es complementario.

#### **4.9 Discusión de resultados**

La resistencia a la compresión en las muestras con porcentajes de 1% y 5% del peso del agregado fino van en un rango de -15.21% a +11.43% con respecto a los resultados de la muestra patrón en ambas resistencias de diseño, lo que nos indica que presenta un aumento significativo a menor porcentaje que a mayor en la resistencia a compresión del hormigón coincidiendo con lo concluido en la tesis de Carlos Javier Catalán Arteaga (2013)

La diferencia de asentamiento (slump) entre la muestra patrón y las muestra con vidrio molido es inversamente proporcional al porcentaje añadido, es decir mientras más porcentaje de vidrio molido se añade al hormigón, este mismo perderá trabajabilidad y cambiara de consistencia de un estado plástico a un estado líquido, se obtuvo un aumento de asentamiento de 0,1” a 2,8” por lo que tiene relación con los resultados obtenidos de Gerson Misael Walhoff Tello (2016)

La presente tesis demuestra que el uso de vidrio molido como alternativa efectiva frente a los problemas de fisuración y agrietamiento del hormigón pudiendo ser este considerado como un nuevo material de construcción económico y contribuyente con el ambiente tal como menciona la Universidad De Michigan (2016) en su investigación.

## CONCLUSIONES

- 1) Al añadir vidrio molido a la mezcla de hormigón, se observa que para el ensayo a compresión con 210 kg/ cm<sup>2</sup> el patrón obtiene una resistencia de 326.23 kg/ cm<sup>2</sup>. Y añadiéndole 1% y 5% de vidrio molido verde se obtiene una resistencia de 331.70 kg/ cm<sup>2</sup> y 302.47 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Así mismo añadiéndole al patrón 1% y 5% de vidrio molido marrón obtiene una resistencia de 341.67 kg/ cm<sup>2</sup> y 306.23 kg/ cm<sup>2</sup> respectivamente, de esta manera concluimos que el vidrio molido incrementa a la resistencia a compresión a menor proporción.
- 2) Por otro lado, el ensayo a la flexión con 210 kg/cm<sup>2</sup> el patrón obtiene una resistencia de 56,02 kg/ cm<sup>2</sup> y añadiéndole 1% y 5% de vidrio molido verde obtiene una resistencia de 69.92 kg/ cm<sup>2</sup> y 56.89 kg/ cm<sup>2</sup> respectivamente. Así mismo añadiéndole al patrón 1% y 5% de vidrio molido marrón obtiene una resistencia añadiéndole 1% y 5% de vidrio molido marrón obtiene una resistencia de 78.78 kg/ cm<sup>2</sup> y 58.57 kg/ cm<sup>2</sup> respectivamente, del mismo modo concluimos que el vidrio molido incrementa a la resistencia a flexión a menor proporción y no varía a mayor proporción.
- 3) Los resultados obtenidos en el ensayo de potencial de fisuración en losas apoyadas usando vidrio molido verde y marrón con dosificaciones de 1% en las resistencias de 210 kg/ cm<sup>2</sup> disminuyen en un 83,32% y 85.18% respectivamente así mismo con 5% de vidrio molido verde y marrón en las resistencias de patrón disminuye en un 85.82% y 88.88% respectivamente a diferencia del grado de fisuración del diseño de mezcla de patrones, esto quiere decir que el vidrio molido si aporta a reducir las fisuras y grietas, por ende controla la contracción plástica.

## RECOMENDACIONES

- 1) Verificar la correcta relación a/c para una correcta mezcla para poder realizar más investigaciones con diferentes dosificaciones de vidrio molido y poder tener un mejor resultado, obteniendo una mejor metodología para el diseño de hormigón. Así mismo verificar que la mezcla sea fluida y no llegue al estado líquido para una mejor trabajabilidad y una mala distribución del vidrio molido perjudicando y dando una gran desventaja a las estructuras.
- 2) Investigar con nuevas dosificaciones y coloraciones de vidrio molido, en diferentes porcentajes para poder obtener resultados variados que nos permitan comparar sus beneficios y desventajas con esta tesis realizada.
- 3) Promover la investigación y aplicación de vidrio molido en las universidades de zonas cálidas como departamentos de la selva y sierra ya que este material se encuentra en abundancia en centros de acopio de reciclaje y a disposición de la población evitando un alto costo en construcción, evaluando el comportamiento de dicho material con los agregados disponibles del lugar y así comprobar la reducción de grietas y fisuras por contracción plástica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, A (2017) Resistencia a compresión axial del mortero cemento – arena 1:4 con el reemplazo de vidrio molido. Universidad Privada del Norte, Perú.
- Atoche J (2017) Análisis de Fisuras en Losas de Entrepiso de Concreto por Temperaturas Extremas en Piura 2017.
- Cano J. (2017) Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón. Universidad Libre Seccional Pereira, Colombia.
- Catalan C. (2013) Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones grado h15, h20, y h30. Universidad Austral de Chile, Chile.
- Centro de escritura Javeriano (2018). Normas APA (sexta ed.). Colombia: Pontificie Universidad Javeriana.
- Intor C. (2015) Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> con fibras de polipropileno.
- NTP 339.034(2008): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, Perú.
- NTP 400.012 (2001): AGREGADOS. Análisis granulometría del agregado grueso, fino y global
- NTP 339.035(2009). Hormigón (concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland. Perú: Indecopi.
- 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. Perú: Indecopi.

NTP 400.021 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso. Perú: Indecopi.

NTP 400.022 (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado fino. Perú: Indecopi.

Ochoa L. (2018) Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos. Universidad Señor de Sipán, Perú.

Peñañiel D. (2016) Análisis de la resistencia a la compresión del hormigón al emplear vidrio reciclado molido en reemplazo parcial del agregado fino. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

Zafra P. (2015) Estudio de la influencia de la restricción en la fisuración por contracción plástica en losas de concreto con agregados reciclados y uso de microfibras.

# **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de consistencia

“Hormigón reforzado con vidrio molido y su relación con la resistencia a la compresión para controlar grietas y fisuras por contracción plástica”

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICE	METODO
¿En qué medida los diseños de hormigón con vidrio molido influyen en la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio?	Realizar diseños de hormigón con vidrio molido para controlar la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio.	Al realizar los diseños de hormigón con vidrio molido se controla la contracción plástica mediante ensayos de laboratorio.	VARIABLE INDEPENDIENTE  Diseños de hormigón con vidrio molido	- Dosificación de vidrio molido  - Diseño de Mezcla	- Puntos de acopio de vidrio - Triturador de vidrio  - Cantidad de óptima de agua - Cantidad óptima de cemento portland - Cantidad óptima de agregado grueso - Cantidad óptima de agregado fino - Cantidad óptima de vidrio molido	El tipo de investigación será Descriptiva-Explicativa, de orientación aplicada y enfoque cualitativo.  El método de la investigación será deductiva.
PROBLEMA SECUNDARIO  ¿En qué medida las dosificaciones de vidrio molido influyen en la resistencia mecánica del hormigón?  ¿En qué medida los diseños de mezclas usando vidrio molido influyen en la reducción del potencial de fisuración del hormigón?	OBJETIVO ESPECIFICO  Determinar las dosificaciones de vidrio molido para mejorar las resistencias mecánicas del hormigón.  Diseñar mezclas con vidrio molido para controlar la reducción del potencial de fisuración del hormigón.	HIPOTESIS SECUNDARIA  Al determinar las dosificaciones de vidrio molido mejoran las resistencias mecánicas del hormigón.  Al diseñar mezclas con vidrio molido se controla la reducción del potencial de fisuración del hormigón.	VARIABLE DEPENDIENTE  Contracción Plástica	- Resistencia mecánica del hormigón.          - Potencial de fisuración.	- Ensayo de compresión con maquina hidráulica - Ensayo de flexión con maquina hidráulica. - Análisis en programas Microsoft Excel y SPSS.   - Normas técnicas peruanas. - Ensayos de laboratorio - Fuentes Bibliográficas.	El diseño de la investigación será experimental-longitudinal y retrospectiva.

Fuente: Elaboración propia

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



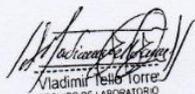
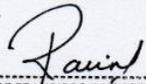
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### 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 electro-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 Tito 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)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º 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: Proceso de tamizado de vidrio molido verde malla N° 4.



Anexo 4: Vidrio molido verde

